

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

**Efectos del tamaño de bulbo, niveles de fósforo y de enmienda con cal en rendimiento de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don)**

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía.  
Profesor Patrocinante: Sr. Aage Krarup H. - Ingeniero Agrónomo - M. Sc., Ph. D.

**Juliana del Carmen Saavedra Sierra**

**Valdivia Chile 2003**



# Contenido

Profesores Informantes . .	1
<b>RESUMEN .</b>	<b>3</b>
<b>SUMMARY .</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCION .</b>	<b>5</b>
<b>2. REVISION BIBLIOGRAFICA . .</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Antecedentes generales .</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Requerimientos edafoclimáticos .</b>	<b>9</b>
<b>2.3. Cultivares .</b>	<b>10</b>
<b>2.4. Características del cultivo . .</b>	<b>12</b>
<b>3. MATERIAL Y METODO . .</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Material .</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Método .</b>	<b>18</b>
<b>4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS . .</b>	<b>23</b>
<b>4.1. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el rendimiento total . .</b>	<b>24</b>
<b>4.2. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre los bulbos formados . .</b>	<b>26</b>
<b>4.3. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el rendimiento de bulbos &lt; a 5 gramos . .</b>	<b>28</b>
<b>4.4. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el rendimiento de bulbos de 5 a 10 gramos .</b>	<b>31</b>
<b>4.5. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el rendimiento de bulbos &gt; a 10 gramos . .</b>	<b>32</b>
<b>4.6. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el número de bulbos &lt; a 5 gramos . .</b>	<b>34</b>
<b>4.7. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el número de bulbos de 5 a 10 gramos . .</b>	<b>35</b>
<b>4.8. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el número de bulbos &gt; a 10 gramos . .</b>	<b>37</b>
<b>5. CONCLUSIONES . .</b>	<b>41</b>

<b>BIBLIOGRAFIA .</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .</b>	<b>47</b>
ANEXO 1. Análisis de varianza para rendimiento total de chalotas. . .	47
ANEXO 2. Análisis de varianza para bulbos formados. . .	48
ANEXO 3. Análisis de varianza para el rendimiento de bulbos < a 5 gramos. . .	48
ANEXO 4. Análisis de varianza para el rendimiento de bulbos de 5 a 10 gramos. . .	49
ANEXO 5. Análisis de varianza para el rendimiento de bulbos > a 10 gramos. . .	50
ANEXO 6. Análisis de varianza para el número de bulbos < a 5 gramos. . .	50
ANEXO 7. Análisis de varianza para el número de bulbos de 5 a 10 gramos. . .	51
ANEXO 8. Análisis de varianza para el número de bulbos > a 10 gramos. . .	51

## Profesores Informantes

Sr. Ricardo Fuentes P - Ing. Agr., M. Sc.

Sra. MariaBeatriz Vera O. - Ing. Agr., Mag. Adm. Emp. (MBA).



## RESUMEN

En el período comprendido entre septiembre de 1999 a marzo del 2000, se efectuó un trabajo de investigación en chalotas cuyo ensayo en terreno se realizó en Valdivia, en la Estación Experimental “Santa Rosa”, perteneciente a la Universidad Austral de Chile.

Los objetivos de este trabajo fueron analizar el efecto sobre el rendimiento de chalota, al utilizar distintos tamaños de bulbo y diferentes niveles de fósforo y de enmienda con cal.

El diseño experimental empleado fue de tipo factorial en bloques completos al azar con tres repeticiones. De la combinación de tamaños de bulbo, dosis de fósforo y dosis de cal resultaron 27 tratamientos, cuyos resultados se analizaron estadísticamente por el método de la varianza y el test de comparaciones múltiples de Tukey.

Los mejores rendimientos de bulbos de chalota se obtuvieron con las mayores dosis de fósforo y las mayores dosis de cal; igualmente, fue mejor plantando los bulbos de mayor tamaño.

## SUMMARY

A research work on shallot was carried out in Valdivia at the Santa Rosa Experiment Station belonging to Universidad Austral de Chile, during the period september 1999 to

march 2000.

The effect on shallot yield, of using different bulb sizes, and different levels of phosphorus, as well as liming were the main objectives of this research.

A factorial complete block experimental design was used, with three replications. From the combination of bulb sizes, rates of phosphorus and lime, 27 treatments were obtained. Results were statistically analysed through the variance method and multiple comparison test of Tukey.

The best bulb of shallot yields were obtained by the higher rates of phosphorus and the higher rates of lime; likely, yield was best planting larger bulbs.



# 1. INTRODUCCION

La chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don) es una hortaliza que se multiplica preferentemente por medio de bulbos, los cuales se desarrollan y producen, a su vez, varios bulbos hijos. También puede multiplicarse por semillas pero ello no es habitual en Chile.

En la mayoría de las especies hortícolas, el éxito de un cultivo está dado por la combinación de la productividad, expresada en rendimiento por unidad de superficie y de la calidad, expresada fundamentalmente en este caso, por el tamaño del bulbo.

Dado que en nuestro país, si bien se conoce esta hortaliza desde hace muchos años, principalmente en la zona sur, su cultivo se realiza en forma artesanal, limitándose su producción al huerto casero y como resultado de esto se obtienen bajos rendimientos y una calidad deficiente.

Es por ello, que resulta de importancia realizar estudios que demuestren el potencial productivo de esta especie, así como evaluar ecotipos que tengan características deseables y sean una alternativa de producción rentable para esta región, con fines de comercialización.

Por lo anteriormente expuesto la hipótesis a formular fue:

La aplicación de fósforo y de enmienda con cal, así como la utilización de un mayor tamaño de bulbo semilla, aumentan el rendimiento del cultivo de chalota.

De esta forma, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto que tiene la utilización de distintos tamaños de bulbo y diferentes niveles de fósforo y de enmienda

con cal sobre el rendimiento de chalota.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Antecedentes generales

La chalota por el hecho de ser propagada en forma vegetativa se considera en ventaja con respecto a cebolla, para la obtención de bulbos, en zonas extremas de latitud. Cada bulbo semilla brotará y formará entre 2 y 10 bulbos nuevos en un período variable, entre menos de tres meses en regiones calurosas a más de cinco meses en regiones frías (CHALOTA, s.f.).

La superficie cultivada de esta hortaliza en Chile es de alrededor de 50 hectáreas por año, concentrándose su producción en las regiones IX, X, V y Metropolitana (CHALOTA, s.f.).

En cuanto a rendimiento, TOLEDO (1999) señala para esta especie un rango de 14 a 18 t/ha.

Respecto a la comercialización, la chalota en Chile es un producto relativamente escaso y de alto precio en la mayoría de los mercados, excepto en las regiones australes (CHALOTA, s.f.).

Según LENCINAS (s.f.), podrían haber volúmenes importantes exportables, siendo mercados interesados Europa, principalmente Francia, Japón, Estados Unidos y Canadá.

Respecto al Mercosur, todavía no se generaliza su consumo, exportándose a Brasil y Buenos Aires. Lo anterior permite intuir la existencia de un mercado dormido, por lo que el incremento del área de cultivo de esta hortaliza parece promisorio.

2.1.1. Clasificación y origen. La chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don) es una especie hortícola que pertenece a la familia Alliaceae (LARENAS *et al.*, 1991).

Se considera que es una variedad *aggregatum* de la especie *Allium cepa*, que se caracteriza por producir varios bulbos que comparten un involucro común (KRARUP y SEEMANN, 1990).

Originaria de Siria y Palestina, desde donde fue llevada a Europa durante las cruzadas (SEEMANN, 1993).

Un indicio es su nombre en francés “échalote” que deriva de “askalon”, palabra árabe (ESCAFF *et al.*, 1989).

Por esta razón botánicamente se le llamó *Allium ascalonicum* hasta que los genetistas y botánicos determinaron que no era una especie distinta a la cebolla, al no existir barreras genéticas entre ellas, por lo cual hoy en día se le considera sólo como un tipo distinto de la cebolla (KRARUP y SEEMANN, 1990).

No está clara su introducción a América, pero según indica SEEMANN (1993), llegó presumiblemente a través de los inmigrantes europeos, principalmente franceses, por ser este país uno de los principales productores.

2.1.2. Descripción de la especie. La especie se caracteriza por ser de ciclo bianual produciendo en el primer año la fase vegetativa hasta la formación del bulbo, que es el órgano de la etapa de receso, y en el segundo año la fase reproductiva (ESCAFF, s.f.).

Las hojas presentan áreas aguzadas, delgadas y fistulosas. Las subterráneas que son las más antiguas se engrosan para formar el bulbo u hoja de reserva, subdivididas en bulbos hijos. Cada bulbo nuevo tiene una forma y una cutícula envolvente de color característico de cada ecotipo en el caso de la propagación vegetativa (ESCAFF, s.f.).

El tallo se encuentra reducido a un disco basal. Las raíces son fibrosas y presentan un volumen activo desde 20 hasta 40 cm en profundidad (ESCAFF, s.f.).

El tallo floral puede estar presente o no. Estos nacen de los puntos de crecimiento (yemas) del tallo verdadero. La inflorescencia es una umbela la cual no siempre forma flores y semillas. Con respecto a estas últimas la forma habitual de propagación de chalota es por vía vegetativa mediante la plantación de bulbos individuales los que se conocen como “bulbo semilla”. Sin embargo, algunos países están produciendo semilla verdadera o botánica (ESCAFF, s.f.). En la Figura 1 se muestra un tallo floral, emitido durante el desarrollo del cultivo de chalota.



*FIGURA 1. Tallo floral de la planta de chalota.*

El órgano de consumo es un bulbo, de menor tamaño que el de cebolla, que se obtiene de la separación del bulbo compuesto, producido en el campo a partir del “bulbo semilla”. Esta separación se produce naturalmente al alcanzarse la madurez (CHALOTA, s.f.). En la Figura 2 se aprecia el órgano de consumo de chalota.



*FIGURA 2. Organo de consumo de chalota.*

FUENTE: CHALOTA (s.f.).

## 2.2. Requerimientos edafoclimáticos

La chalota es un tipo de cebolla múltipara que posee requerimientos edáficos y climáticos similares a ella, aunque tiene un ciclo vegetativo más corto porque normalmente su cultivo se inicia a partir de bulbos y no de semilla (KRARUP y SEEMANN, 1990).

2.2.1. Clima. KRARUP (1998), clasifica esta hortaliza como un cultivo de Estación Fría, tolerante a las heladas, adaptada a temperaturas medias mensuales de 13 a 24 °C, aunque requiere de mayor temperatura al término del ciclo vegetativo. Para Lorenz y Maynard (1980), citados por LARENAS *et al.* (1991), el rango óptimo de crecimiento fluctúa entre los 12,7 y 23,9 °C.

En cambio para ESCAFF (s.f.), el rango de temperatura para una tasa de crecimiento

medio varía entre 10 a 19 °C, obteniéndose una tasa de crecimiento máxima con 23 a 27 °C, declinando con 31 °C. Además, señala una temperatura base de 6 °C.

Para la formación del bulbo, JENKINS (1954), indica que se requieren días largos y temperaturas relativamente altas y que el efecto fotoperiódico sea acumulativo. Lo cual significa que el tamaño de los bulbos formados es directamente proporcional al número de días al cual se expuso la planta a períodos lumínicos largos.

Esto coincide con ESCAFF (s.f.), al señalar que es una planta de día largo para bulbificar, es decir, el bulbo se forma en horas de luz crecientes (de julio a diciembre). Y que un incremento de fotoperiodo produce un incremento de la tasa de bulbificación y disminuye el tiempo desde inicio de bulbificación a madurez.

En cuanto a requerimientos hídricos ROURA (1990), señala para esta especie entre 450 y 550 mm durante el ciclo vegetativo.

2.2.2. Suelo. Para TOLEDO (1999), la chalota requiere de un suelo con textura franco, franco-arenosa y una acidez mayor a 6,5.

Debe ser bien estructurado, fértil, permeable, de buen drenaje, con buenos niveles de materia orgánica y de pH casi neutro (ROURA, 1990).

Sin embargo KRARUP (1998), señala que esta hortaliza es una de las especies que toleran mayor acidez del suelo, llegando su tolerancia entre rangos de pH de 5,0 a 6,8.

2.2.3. Nutrientes. ESCAFF (s.f.), indica que un bajo contenido de nitrógeno en el suelo reduce el tamaño de los bulbos al acelerarse el proceso de crecimiento o madurez. En cambio cantidades muy altas de nitrógeno no causan efecto sobre el rendimiento, sólo influyen en la calidad y retardan la madurez (BUFLER *et al.*, 1999).

CASSERES (1971), señala la importancia del fósforo para favorecer el buen color y adelantar la madurez en hortalizas de bulbo.

El potasio por su parte es un nutriente que refuerza el grado de conservación de los bulbos y su escasez inhibe la formación de ellos (GIACONI, 1988).

## **2.3. Cultivares**

En varios países y especialmente en Francia, se está investigando en cuanto al mejoramiento genético de la especie. Es así como se han desarrollado cultivares de chalota que tienen una distribución geográfica y características agronómicas bien definidas. Los cultivares se pueden clasificar de acuerdo al color de las túnicas, la forma de los bulbos y la época de establecimiento (ESCAFF *et al.*, 1989).

Como se observa en el Cuadro 1, en cuanto al color se distinguen cultivares grises, rosados o jersey y morados; la forma puede ser alargada, larga, semilarga y redonda; y en cuanto a la época de establecimiento de invierno o primavera. Además, el Instituto de Investigación Agropecuaria, INIA (Carillanca) introdujo los cultivares Griselle, Jermor y Limador, obteniéndose el cultivar Jermor en Francia vía cultivo de tejidos (KRARUP y

SEEMANN, 1990).

**CUADRO 1. Clasificación de los cultivares de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don).**

COLOR	FORMA	EPOCA	CULTIVARES
Gris	Alargada	Invierno	Griselle
Rosada	Larga	Primavera	Jermor
	Semi-larga	Primavera	Limador
	Redonda	Primavera	
Morada	Redonda	Invierno	
		Primavera	

FUENTE: ESCAFF et al. (1989).

2.3.1. Tipo gris. Bulbo pequeño, alargado y recubierto de una gruesa y dura cutícula gris firmemente adherida a él. Internamente tiene un color violáceo. Su sabor es muy pronunciado que identifica, según los entendidos a la verdadera chalota. No se mantiene bien en postcosecha y el rendimiento es el más bajo en relación a los otros tipos (aproximadamente 5 t/ha). Sin embargo, los precios que alcanza son mejores y tiene una mayor demanda en el mercado (ESCAFF et al., 1989). Además, es importante señalar que este tipo no es portador del OYDV o virus del enanismo amarillo de la cebolla (ESCAFF, 1988).

Tipo rosado o jersey. Es el más cultivado, representando en Francia entre el 90 y 95 % de la producción. La túnica es cobriza, bastante fina y la pulpa es blanco-rosada. Dentro de este grupo se distinguen subgrupos que se caracterizan por la forma y requerimientos climáticos (ROURA, 1990).

2.3.2.1. Largos. Subtipo cuyo sabor es menos marcado que el de tipo gris. Se mantiene bien en almacenamiento y su rendimiento promedio en Chile es del orden de las 14 a 16 t/ha (ESCAFF et al., 1989).

Semilargos. De sabor menos pronunciado, se conserva más o menos bien en postcosecha, rústico, de mayor rendimiento, alcanzando en el país 16 a 18 t/ha. Es el que registra mayores volúmenes transados en los mercados internacionales (ESCAFF et al., 1989).

Redondos. Más productivos y de mayor conservación en postcosecha. Se asemeja bastante a la cebolla tanto en su forma como en su sabor, lo cual le resta atractivos y hace bajar el precio y los volúmenes comercializados en los mercados externos. No existen cultivares identificados, sólo se han recolectado algunos ecotipos en el sur de Chile (ESCAFF et al., 1989).

2.3.3. Tipo morado. Redondo, de túnicas moradas fuertemente adheridas. Su color interno es violáceo y se conserva muy bien en almacenamiento. Tampoco se tienen cultivares seleccionados y sólo se han recolectado algunos tipos en el sur de Chile (ESCAFF, 1988).

## 2.4. Características del cultivo

A continuación se hace referencia en forma general a aspectos relacionados con el manejo del cultivo.

2.4.1. Época de establecimiento. El momento de la plantación está determinado por el cultivar elegido. Es así que para los cultivares de invierno la época más adecuada es durante junio y para los de primavera, de septiembre a octubre (ESCAFF *et al.*, 1989).

Algunos autores como Opazo (1939) y Volosky (1974), citados por ESCAFF *et al.* (1992), coinciden en señalar que la chalota se plantaría en otoño (abril o mayo) en la zona central y en el sur del país en primavera, sin hacer distinción de tipos.

2.4.2. Plantación. ESCAFF *et al.* (1989), señalan que el primer paso es la elección del bulbo semilla, el cual debe reunir condiciones básicas de sanidad, corresponder al cultivar adecuado y tener un tamaño determinado. En relación al tamaño, agregan que a mayor calibre se obtienen los mejores rendimientos comerciales, pero por razones de costo se utilizan bulbos de tamaño medio, en un rango de 8 a 15 gramos, siendo el de menor peso para el tipo gris.

La plantación debe ser directa, siendo el sistema más utilizado el de “bulbo a la vista” y tapado posterior (ROURA, 1990).

Se debe establecer una densidad de 133.000 plantas por hectárea, con una distancia de plantación de 50 cm entre hilera y 15 cm sobre hilera (ESCAFF, 1988, ROURA, 1990 y TOLEDO, 1999).

Fertilización. Para la incorporación de fertilizantes minerales hay que considerar que el bulbo es de arraigamiento superficial, de manera que los nutrientes han de concentrarse en la capa superior del suelo. Además, deben quedar a disposición de las plantas para lograr el mayor desarrollo del tallo antes de la formación del bulbo (GIACONI, 1988).

Para TOLEDO (1999), la chalota requiere de una fertilización nitrogenada correspondiente a 120 unidades, las cuales se deben aplicar en forma parcializada : 1/3 incorporada a la plantación y 2/3 en cobertera a la bulbificación.

En cuanto al fósforo se requiere de una dosis total de 90 unidades, la cual se debe aplicar incorporada al momento de la plantación (TOLEDO, 1999).

De potasio, esta hortaliza necesita 144 unidades la cual también se debe aplicar incorporada al momento de la plantación (TOLEDO, 1999).

Para ESCAFF *et al.* (1989), experiencias realizadas en la Región Metropolitana han mostrado buenas respuestas del cultivo a las aplicaciones de 120 a 150 kg de nitrógeno y 90 kg de fósforo por hectárea.

Control de malezas. Para el control de malezas se recurre a escardas manuales, con la precaución de evitar daño a raíces; y a la aplicación de herbicidas de preplantación y



de post plantación con emergencia de malezas (TOLEDO, 1999).

2.4.5. Plagas y enfermedades. TOLEDO (1999), señala que no se reconocen plagas importantes. Por otro lado ESCAFF (1988), menciona que en Chile no se han estudiado las enfermedades que afectan a la chalota. Sin embargo, por referencias extranjeras se señalan para este cultivo las mismas detectadas en ajo y cebolla. Es así que se debe prevenir contra la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk) y moho azul (*Penicillium corymbiferum* Westling), las cuales son transmitidas por el bulbo semilla, y botritis (*Botrytis sp.*) en las hojas.

Esta hortaliza también es afectada por el virus del enanismo amarillo (OYDV), por ello la solución es utilizar material libre de virus, el cual se logra vía cultivo de meristemas y micropropagación (SEEMANN, 1993).

Por otra parte, KRARUP y SEEMANN (1990), señalan que el principal problema en Valdivia es el de nemátodos, donde *Meloidogyne spp.* afecta las raíces y *Ditylenchus dipsaci* Kühn al bulbo, el cual produce falta de crecimiento y fuerte distorsión del follaje.

2.4.6. Cosecha. El momento adecuado de cosecha es cuando las plantas alcanzan la etapa de un 60 % de follaje seco. Posteriormente se debe realizar el proceso de curado para lograr una madurez comercial (ESCAFF, 1988).

2.4.7. Curado. Significa secar totalmente el follaje y túnicas externas del bulbo, exponiéndolos a condiciones ambientales (T° y aire), para asegurar una mayor duración del producto en postcosecha, así como una completa sanidad. El proceso de curado demora entre 15 a 30 días, dependiendo de la zona, cultivar y época de cosecha (ESCAFF, 1988 y TOLEDO, 1999).

2.4.8. Clasificación. Es necesario separar los bulbos que se encuentran unidos a la planta madre y cortar raíces y follaje, dejando 5 cm de tallo. Luego la clasificación se realiza considerando el diámetro ecuatorial de los bulbos, en base a las siguientes categorías : I > 32 mm, II 29-32 mm, III 26-28 mm, IV 20-25 mm y V 13-19 mm de diámetro (TOLEDO, 1999). Otra clasificación es: grandes >27 mm, medianos 25-27 mm y chicos 13-24 mm de diámetro (ROURA, 1990).

2.4.9. Almacenaje. Los productos hortícolas de almacenamiento prolongado como es el caso de la chalota, deben almacenarse a temperaturas cercanas a los 0°C pero con una humedad relativa no superior al 70%. Además, por tener esta hortaliza una baja tasa de respiración, el período de almacenamiento será mayor (KRARUP, 1998).



---

## 3. MATERIAL Y METODO

El estudio comprendió un ensayo en terreno, el cual se inició con la plantación de bulbos de chalota el 21 de septiembre de 1999 y concluyó con la cosecha el 20 de marzo del 2000.

### 3.1. Material

El material de este ensayo se describe a continuación.

3.1.1. Ubicación del ensayo. El ensayo se realizó en la Estación Experimental “Santa Rosa” de la Universidad Austral de Chile, ubicada a 3 km de la ciudad de Valdivia, camino al aeródromo Las Marías, latitud 39°45’ Sur y longitud 73°14’ Oeste.

3.1.2. Clima. La información de las condiciones climáticas correspondientes al período del ensayo fueron proporcionadas por la Estación Climatológica Isla Teja, perteneciente al Instituto de Geociencias de la Universidad Austral de Chile y comprende, como se observa en el Cuadro 2, datos respecto a temperaturas máximas y mínimas (°C), precipitación (mm) y humedad relativa (%).

**CUADRO 2. Datos climáticos correspondientes a los meses de realización del ensayo.**

MES	TEMPERATURA (°C)	PROMEDIO 25
-----	------------------	-------------

**Efectos del tamaño de bulbo, niveles de fósforo y de enmienda con cal en rendimiento de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don)**

				AÑOS (1960-1984)		
	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.
Septiembre 1999	10,2	14,7	6,9	9,8	15,2	5,6
Octubre 1999	12,8	19,8	7,2	11,6	16,3	7,0
Noviembre 1999	14,7	30,8	9,3	13,7	18,5	8,8
Diciembre 1999	16,2	22,2	10,2	15,9	20,9	10,5
Enero 2000	16,7	22,7	10,8	16,9	22,3	11,4
Febrero 2000	16,1	22,1	11,0	16,6	22,1	11,0
Marzo 2000	13,8	20,2	8,9	14,7	20,4	9,9
MES	PRECIPITACION (mm) Promedio		PROMEDIO 30 AÑOS (1960-1989)			
Septiembre 1999	265,4		171,0			
Octubre 1999	45,8		145,3			
Noviembre 1999	105,4		97,9			
Diciembre 1999	67,3		84,2			
Enero 2000	31,7		71,1			
Febrero 2000	219,0		61,5			
Marzo 2000	84,2		73,3			
MES	HUMEDAD RELATIVA Promedio (%)		PROMEDIO 25 AÑOS (1960-1984)			
Septiembre 1999	86		78			
Octubre 1999	74		74			
Noviembre 1999	74		71			
Diciembre 1999	69		67			
Enero 2000	71		67			
Febrero 2000	75		69			
Marzo 2000	77		74			

FUENTE: INSTITUTO DE GEOCIENCIAS (2000).

3.1.3. Suelo. Estudios realizados por NISSEN (1974), señalan que el terreno se encuentra aproximadamente a 12 m s.n.m., teniendo una topografía levemente ondulada con una pendiente de 1 a 5 %. Este suelo corresponde a un trumao, perteneciente a la Serie Valdivia, cuyo material componente es limoso e inconsolidado superficialmente y en profundidad arenoso consolidado; siendo ambas depositaciones de composición mixta. Según su capacidad de uso potencial este suelo se clasifica en II-III.

En el Cuadro 3 se muestra el análisis de suelo correspondiente al terreno del ensayo.

**CUADRO 3. Análisis de suelo.**

PARAMETROS	VALORES
PH (1:2,5) agua	5,10
PH (1:2,5) CaCl <sub>2</sub> 0,01 M	4,60
Materia orgánica (%)	16,00
Nitrógeno mineral (ppm N-NO <sub>3</sub> )	9,80
Fósforo aprovechable (ppm)	15,30
Potasio intercambiable (ppm)	121,00
Sodio intercambiable (meq/100 g.s.s.)	0,03
Calcio intercambiable (meq/100 g.s.s.)	0,89
Magnesio intercambiable (meq/100 g.s.s.)	0,16
Suma de bases intercambiables (meq/100 g.s.s.)	1,39
Aluminio intercambiable (meq/100 g.s.s.)	0,40
Saturación de Aluminio (%)	27,40

FUENTE: INSTITUTO DE INGENIERIA AGRARIA Y SUELOS (1999).

3.1.4. Ecotipo. Como material de propagación se utilizaron bulbos semilla de chalota de forma globosa y color café, recolectados en 1987 en el predio del Sr. Alejandro Quezada, comuna de Loncoche. Siendo incrementado este material recolectado por ser un ecotipo que ha obtenido mejores resultados productivos en la zona. En la Figura 3 se observa el ecotipo utilizado en el ensayo como material de propagación.



FIGURA 3. Ecotipo de chalota utilizado en el ensayo.

3.1.5. Dosis de plantación. El total de bulbos semilla utilizados en el ensayo fueron 8.505, de los cuales corresponden 1/3 a bulbos < a 5 gramos, 1/3 a bulbos de 5 a 10 gramos y 1/3 a bulbos > a 10 gramos, lo que adaptado a la superficie del ensayo correspondió a 35 bulbos por hilera, equivalentes a 285.714 bulbos/ha.

3.1.6. Fertilizantes. Para la fertilización del ensayo se utilizó una dosis de 150 kg/ha de N como salitre sódico (16% N), 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O como sulfato de potasio (50% K<sub>2</sub>O) y tres dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 0, 100 y 200 kg/ha, como superfosfato triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), lo que adaptado a la superficie del ensayo correspondió respectivamente a 120 g/hilera de salitre sódico, 25 g/hilera de sulfato de potasio y 0, 27 y 54 g/hilera de superfosfato triple.

3.1.7. Enmienda. Para la enmienda se utilizaron tres dosis de cal de 0, 2.000 y 4.000

kg/ha como carbonato de calcio (90%  $\text{CaCO}_3$ ) lo que adaptado a la superficie del ensayo correspondió respectivamente a 0, 250 y 500 g/hilera de carbonato de calcio.

3.1.8. Herbicidas. Para el control químico de malezas se aplicó linurón a razón de 2 kg/ha de producto comercial (Afalón). Además, para secar el follaje del cultivo se utilizó paraquat a razón de 2 l/ha de producto comercial (Gramoxone).

3.1.9. Nematicida y fungicida. Como una protección al ataque de nemátodos, se utilizó una solución con fenamiphos (Nemacur - 150 cc/100 litros de agua) y para desinfectar eventuales hongos en los bulbos se utilizó una solución con benomil (Benlate - 200 g en los mismos 100 litros de agua).

## **3.2. Método**

Los procedimientos que se realizaron en el presente estudio se describen a continuación.

3.2.1. Diseño experimental. El diseño experimental empleado con los tratamientos fue bloques completos al azar, en un arreglo factorial de 3 (tamaños de bulbo) x 3 (dosis de fósforo) x 3 (dosis de cal) x 3 (repeticiones).

3.2.2. Tratamientos. Se realizaron 27 tratamientos que resultaron de la combinación de los tres tamaños de bulbo, tres dosis de fósforo y tres dosis de cal. Se mantuvo constante la dosis de nitrógeno y potasio.

3.2.3. Unidades experimentales. Se consideraron tres bloques, dejando 1 m de separación entre ellos, con una dimensión total de 28,35 m de ancho por 12,5 m de largo. En cada bloque se emplearon 27 parcelas de 3,5 m de largo, cada una con tres hileras separadas a 0,35 m; dando un total de 81 hileras por bloque.

3.2.4. Calibración de los bulbos. Se procedió a la separación de los bulbos por tamaño a través de su peso, siendo clasificados en bulbos < a 5 gramos, de 5 a 10 gramos y > a 10 gramos.

3.2.5. Desinfección de los bulbos. Los bulbos fueron sometidos a soluciones químicas para la desinfección de agentes contaminantes o patógenos biológicos que pudieran afectar los resultados del ensayo. Por esta razón fueron sumergidos por una noche, previo a la plantación, en una solución con fenamiphos y benomil (Nemacur - 150 cc más Benlate - 200 g en 100 litros de agua).

3.2.6. Preparación de suelo. El terreno se comenzó a preparar en abril con rastra de disco, posteriormente en mayo se pasó el arado de discos y en agosto se hicieron dos pasadas de rastra y vibrocultivador. En septiembre se realizó una preparación de suelo teniendo presente el adecuado mullimiento superficial para el buen establecimiento de los bulbos mediante la motocultivadora en la superficie diseñada para el ensayo.

3.2.7. Fertilización. Habiéndose realizado previamente el mullimiento de suelo, se procedió a abrir los surcos con un gualato a 10 cm de profundidad en donde se depositó en forma manual 25 g de sulfato de potasio por hilera de 3,5 m de largo. El superfosfato triple se aplicó en tres dosis 0, 27 y 54 g/hilera según la parcela correspondiente.

Posteriormente se cubrió lo fertilizado con 2 a 3 cm de tierra. El salitre sódico se aplicó en cobertera sobre la hilera, posterior a la plantación, a razón de 40 g/hilera al plantar y 80 g/hilera al bulbificar.

3.2.8. Enmienda. El carbonato de calcio se aplicó junto al potasio y fósforo en el surco en forma manual en tres dosis de 0, 250 y 500 g/hilera, según parcela correspondiente. Posteriormente se cubrió con 2 a 3 cm de tierra. En la Figura 4 se observan las labores efectuadas de fertilización y enmienda antes mencionadas.



*FIGURA 4. Labores de fertilización y enmienda realizadas en el ensayo.*

3.2.9. Plantación. Luego de cubrir el fertilizante y la enmienda con 2 a 3 cm de tierra, se procedió a depositar en forma manual en el surco los bulbos semilla ya calibrados según la parcela correspondiente, procurando que éstos quedaran a una profundidad de 7 a 8 cm. Posteriormente se cubrieron con tierra. La plantación se realizó a 10 cm sobre la hilera por lo que cada hilera tuvo 35 bulbos y cada bloque comprendió 2.835 bulbos. Se efectuó el 21 de septiembre de 1999. La Figura 5 muestra dicha labor.



*FIGURA 5. Forma de efectuar la plantación de bulbos en el surco.*

3.2.10. Control de malezas. Para el control químico de malezas se aplicó linurón de preemergencia, post-plantación, a razón de 100 g de producto comercial en 15 l de agua. Esta labor se realizó con bomba asperjadora de espalda tipo manual. Además, se realizaron controles manuales durante el desarrollo del cultivo, lo cual se demuestra en la Figura 6.



*FIGURA 6. Desarrollo del cultivo libre de malezas.*

3.2.11. Secado de follaje. Debido a las condiciones climáticas adversas, con alta precipitación y humedad presentadas durante el desarrollo del cultivo, el follaje no alcanzó el porcentaje de secado necesario para iniciar la cosecha, por lo cual se debió hacer en forma artificial mediante la aplicación de paraquat, a razón de 225 cc de i.a. en 22,5 l de agua. Esta labor se realizó con bomba asperjadora de espalda tipo manual el 7 de marzo del 2000.

En la Figura 7 se aprecia el secado de follaje producido artificialmente sobre el cultivo para dar inicio a la cosecha de los bulbos.



*FIGURA 7. Secado artificial de follaje del cultivo de chalota.*

3.2.12. Cosecha. Esta se efectuó el 20 de marzo del 2000, cuando el presente ensayo se visualizó totalmente seco. Lo cual no coincidió con el índice visual de cosecha del cultivo, es decir, con el 60% del follaje seco. La labor se realizó en forma manual extrayendo las plantas enteras desde la hilera central de cada parcela. Ver Figura 8.





*FIGURA 8. Forma de cosechar los bulbos del ensayo.*

3.2.13. Análisis de rendimiento. Luego de la cosecha los bulbos de chalota no se presentaron completamente secos, debido al exceso de humedad y precipitaciones transcurridas en el período del ensayo (Cuadro 2), por esta razón las 81 bolsas (correspondientes a las 81 parcelas) se colocaron en un horno de secado a 35°C por 3 días.

Posteriormente se procedió a realizar los pesajes para determinar los rendimientos, los cuales fueron expresados en kg/parcela. Para este análisis se separaron de cada bolsa, los bulbos formados con follaje y el desecho (bulbo no formado), y ambos se pesaron. Una vez pesado el desecho se eliminó. De los bulbos formados se cortó el follaje a un dedo sobre el bulbo, los que luego se clasificaron por peso en: bulbos < a 5 gramos, de 5 a 10 gramos y > a 10 gramos. Cada uno de éstos grupos se pesó y contó.

3.2.14. Análisis estadístico. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y al método de comparaciones múltiples de Tukey (DHS), mediante el programa computacional Statgraphics versión 5.1.



## 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

En el análisis sobre rendimiento total se consideraron los bulbos formados y el desecho (bulbos no formados más el follaje). Cabe destacar que los rendimientos obtenidos en la totalidad del ensayo fueron muy bajos, lo cual se explicaría por las abundantes precipitaciones caídas durante el período del ensayo (Cuadro 2), dando como consecuencia una alta humedad y la no consolidación del bulbo, presentándose por ende mucho material de desecho.

En el Cuadro 4 se observan los valores promedios y sus respectivos porcentajes, para el rendimiento total, bulbos formados y el desecho, obtenidos en el análisis del ensayo.

**CUADRO 4. Valores y porcentajes de rendimiento total, bulbos formados y desecho.**

PARAMETROS	VALORES (kg/ha)	PORCENTAJES (%)
Rendimiento total	9.534,76	100,00
Bulbos formados	4.760,51	49,92
Desecho	4.774,25	50,07

FUENTE: Elaborado en base a datos del análisis estadístico.

## 4.1. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el rendimiento total

En el Cuadro 5 se observa que existieron diferencias significativas para el efecto simple de la fertilización fosforada y de enmienda con cal, en donde a mayores dosis se obtuvieron mayores rendimientos, dando valores de 12.801 kg/ha y 11.557 kg/ha, respectivamente. En cuanto a la interacción dosis de cal-dosis de fósforo no hubieron diferencias significativas.

**CUADRO 5. Rendimiento total de chalotas, para diferentes dosis de fósforo y cal, en kg/ha.**

Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	0	2.000	4.000	
0	3.238	5.507	8.180	5.642 c
100	6.333	11.539	12.608	10.160 b
200	9.666	14.855	13.883	a
Promedio Cal	6.412 c	10.634 b	11.557 a	

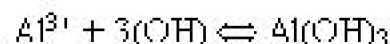
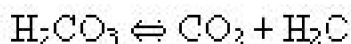
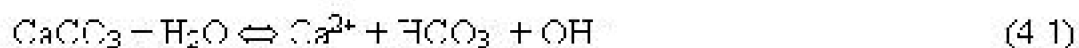
Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

Cabe señalar que el nivel de fósforo que tenía el suelo del ensayo era de 15 ppm, lo cual favoreció el rendimiento.

En un ensayo de fertilización realizado con fósforo en la temporada 1989-1990 por KRARUP y SEEMANN (1990), en el que se probaron tres dosis distintas de fósforo de 50, 100 y 150 kg/ha, se demostró que la chalota responde en forma significativa a la fertilización fosforada, por lo cual, en suelos trumaos no debieran aplicarse dosis inferiores a 150 kg/ha.

Por otra parte, es sabido que si un suelo se encuentra acidificado como lo indica un pH de 5,5 hacia abajo, sumas de bases que en general no sobrepasan los 4 meq/100 g y porcentajes de saturación de Al superior al 10 %, el primer manejo que requiere éste, para salir de la condición de baja productividad, es la aplicación de enmiendas calcáreas (MORA y DEMANET, 1995).

Las reacciones básicas de la cal en el suelo, representadas por el carbonato de calcio, según CAMPILLO y SADZAWKA (1999), son las siguientes:



Los mecanismos de la reacción de los materiales encalantes permiten la neutralización de la acidez en la solución del suelo al ponerse en contacto la cal con el agua del suelo. Es por esta razón que la cal es efectiva solamente cuando existe humedad en el suelo.

El calcio proveniente de la disolución de la cal no interviene en las reacciones de incremento del pH. Este nutriente pasa simplemente a ocupar sitios en la superficie de las partículas del suelo y servirá como nutriente de las plantas.

Los iones hidrógeno ( $\text{H}^+$ ) y aluminio ( $\text{Al}^{3+}$ ) de la solución de suelo reaccionan con los hidroxilos ( $\text{OH}^-$ ) provenientes de la hidrólisis de la cal, formando agua y precipitando el aluminio, el cual es reemplazado en los sitios de intercambio con calcio y otros cationes básicos. De esta manera, el aluminio tóxico de la solución queda químicamente inerte.

El ion bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) es el que realmente eleva el pH al hidrolizarse y producir iones  $\text{OH}^-$ . Luego, el ion bicarbonato se disipa como  $\text{CO}_2$  al cabo de las reacciones de hidrólisis (CAMPILLO y SADZAWKA, 1999).

Según lo mencionado anteriormente y observando el análisis de suelo realizado (Cuadro 3), es factible pensar que la aplicación de cal en el ensayo favoreció el rendimiento de bulbos de chalota. Además, BERNIER (1984), señala que en los suelos trumaos de la X Región con 2.000 kg/ha de carbonato de calcio se logra en 1 ó 2 meses alcanzar un valor de pH suficiente para que la mayoría de los cultivos sensibles sean más productivos.

En el Cuadro 6 se observa que existieron diferencias significativas para el efecto simple de la enmienda con cal y el tamaño de bulbo, en donde a mayores dosis de cal y al utilizar bulbos madre de mayor calibre se obtienen mayores rendimientos, correspondiendo éstos a 11.557 kg/ha y 12.241 kg/ha, respectivamente.

**CUADRO 6. Rendimiento total de chalotas, para diferentes dosis de cal y tamaño de bulbo, en kg/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	2.000	4.000	
<5	5.169	7.971	8.777	7.306 c
5-10	6.121	9.550	11.497	9.056 b
>10	7.947	14.381	14.396	a
Promedio Cal	6.412 c	10.634 b	11.557 a	

## Efectos del tamaño de bulbo, niveles de fósforo y de enmienda con cal en rendimiento de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don)

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

RYU *et al.* (1998), en un estudio realizado sobre el efecto del tamaño del bulbo en el crecimiento y rendimiento de chalota, comparando pesos de 10, 20 y 30 gramos, demostraron que a mayor tamaño del bulbo madre se obtenía una planta de mayor altura, con gran número de hojas y con mayor rendimiento comercial.

En cuanto a la interacción dosis de cal-tamaño de bulbo, no hubo diferencias significativas, obteniéndose rendimientos desde 5.169 kg/ha hasta 14.396 kg/ha.

Del Cuadro 7 se analiza que existieron diferencias significativas para el efecto simple de la fertilización fosforada, en donde utilizando la mayor dosis de  $P_2O_5$  se obtuvo el mayor rendimiento, correspondiendo éste a 12.801 kg/ha. Lo mismo ocurrió al utilizar el mayor tamaño de bulbo en donde igual se obtuvo el mejor rendimiento total.

**CUADRO 7. Rendimiento total de chalotas, para diferentes dosis de fósforo y tamaño de bulbo, en kg/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis $P_2O_5$ (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	100	200	
<5	3.238	8.534	10.146	7.306 c
5-10	4.529	8.978	13.661	9.056 b
>10	9.158	12.968	14.597	a
Promedio $P_2O_5$	5.642 c	10.160 b	12.801 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

En términos de la interacción dosis de fósforo-tamaño de bulbo no hubieron diferencias estadísticas significativas, arrojando rendimientos desde 3.238 kg/ha hasta 14.597 kg/ha.

En general, se puede decir de los resultados expuestos en los Cuadros 6 y 7, que existe la tendencia que a mayores dosis de  $P_2O_5$  y cal utilizadas, mayores son los rendimientos totales obtenidos cuando se incrementan los tamaños de bulbo semilla, aunque no existe estadísticamente una interacción significativa con las dosis empleadas.

## 4.2. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre los bulbos formados

En el Cuadro 8 se observa que existieron diferencias estadísticas significativas tanto para el efecto simple de la fertilización fosforada como de enmienda con cal, en donde a mayores dosis de  $P_2O_5$  y de cal se obtuvieron mayores rendimientos de bulbos formados, alcanzando valores de 8.018 kg/ha y 6.313 kg/ha, respectivamente.

**CUADRO 8. Rendimiento de bulbos formados, para diferentes dosis de fósforo y cal, en kg/ha.**

Dosis $P_2O_5$ (kg/ha)	Promedio $P_2O_5$
------------------------	-------------------

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

	Dosis Cal (kg/ha)			
	0	2.000	4.000	
0	556	947	2.137	1.216 c
100	2.142	5.264	7.730	5.045 b
200	4.089	10.892	9.074	8.018 a
Promedio Cal	2.266 c	5.701 b	6.313 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

En cuanto a la interacción dosis de cal-dosis de fósforo, ésta no fué significativa. Sin embargo, en un ensayo desarrollado en la localidad de Hualpín, en donde se evaluaron distintas relaciones de cal y fósforo en el rendimiento de ballicas, se obtuvieron los mejores resultados con la aplicación de 2.000 kg/ha de cal y 280 kg/ha de  $P_2O_5$  (MORA y DEMANET, 1995).

En el Cuadro 9 se observa que existieron diferencias significativas con las distintas aplicaciones de cal y utilizando los diferentes tamaños de bulbo madre, siendo el mayor calibre de bulbo plantado el que obtuvo el más alto rendimiento de bulbos formados, con 6.245 kg/ha.

ADJEI (1980), en un estudio efectuado en Ghana, obtuvo algo similar a lo anteriormente mencionado, demostrando la importancia del tamaño del bulbo madre tanto en el desarrollo vegetativo como en la producción total de bulbos.

La interacción dosis de cal-tamaño de bulbo no arrojó diferencias significativas, obteniéndose valores desde 1.825 kg/ha hasta 8.238 kg/ha.

**CUADRO 9. Rendimiento de bulbos formados, para diferentes dosis de cal y tamaño de bulbo, en kg/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	2.000	4.000	
<5	1.825	4.468	4.513	3.602 c
5-10	2.322	4.396	6.582	4.433 b
>10	2.650	8.238	7.846	a
Promedio Cal	2.266 c	5.701 b	6.313 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

Del Cuadro 10 se observa que existieron diferencias significativas por el efecto simple de fertilización fosforada, en donde utilizando la mayor dosis de  $P_2O_5$  se obtuvo el mayor rendimiento. Lo mismo ocurrió al utilizar el mayor tamaño de bulbo (como se observó en el Cuadro 9).

En términos de la interacción dosis de fósforo-tamaño de bulbo no se observaron diferencias significativas, dando rendimientos de 391 kg/ha hasta 8.883 kg/ha.

**CUADRO 10. Rendimiento de bulbos formados, para diferentes dosis de fósforo y tamaño de bulbo, en kg/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis $P_2O_5$ (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	100	200	

**Efectos del tamaño de bulbo, niveles de fósforo y de enmienda con cal en rendimiento de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don)**

<5	391	4.037	6.378	3.602 c
5-10	550	3.957	8.793	4.433 b
>10	2.708	7.142	8.883	a
Promedio P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.216 c	5.045 b	8.018 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

### 4.3. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el rendimiento de bulbos < a 5 gramos

En el Cuadro 11 se muestra que existieron diferencias significativas tanto en las dosis de cal como de fósforo, en donde a mayores dosis de cal y con 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se obtuvieron los mayores rendimientos de bulbos < a 5 gramos. La interacción dosis de cal-dosis de fósforo no presentó diferencia significativa, dando rendimientos de bulbos < a 5 gramos desde 361 kg/ha hasta 1.197 kg/ha.

**CUADRO 11. Rendimiento de bulbos < a 5 gramos, para diferentes dosis de fósforo y cal, en kg/ha.**

Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	0	2.000	4.000	
0	375	361	681	472 c
100	529	941	1.197	889 a
200	727	985	909	874 b
Promedio Cal	543 c	762 b	929 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

Una posible respuesta al análisis del Cuadro 11 podría deberse al hecho que cuando se aplica cal a un suelo ácido contribuye a un aumento de la disponibilidad de fósforo para las plantas. Las razones de la mayor disponibilidad son: menor fijación de este elemento en el complejo coloidal del suelo, aumento de la actividad microbiana que es capaz de mineralizar el fósforo y mayor desarrollo radical, permitiendo una mejor exploración de este nutriente, que es poco móvil en el suelo (MORA y DEMANET, 1995).

De esta forma y por tratarse de la formación de bulbos de pequeño calibre, los requerimientos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tal vez, fueron suficientes con 100 kg/ha para dar el mayor rendimiento.

En el Cuadro 12 se observa que existieron diferencias significativas tanto para la aplicación de cal como para el tamaño de bulbo, en donde a mayores dosis de cal y mayor tamaño de bulbo madre utilizado, mayores rendimientos, alcanzando valores de 929 kg/ha y 1.431 kg/ha, respectivamente.

En la interacción dosis de cal-tamaño de bulbo también se observaron diferencias significativas sobre el rendimiento, en donde las menores cifras alcanzadas fueron de 204



#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

a 712 kg/ha, y las mayores de 1.484 y 1.871 kg/ha. Correspondiendo estas últimas al utilizar 2.000 y 4.000 kg/ha de cal, respectivamente, pero ambas con el mayor tamaño de bulbo madre.

**CUADRO 12. Rendimiento de bulbos < a 5 gramos, para diferentes dosis de cal y tamaño de bulbo, en kg/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	2.000	4.000	
<5	238 b	412 b	204 b	285 c
5-10	453 b	391 b	712 b	519 b
>10	939 ab	1.484 a	1.871 a	1.431 a
Promedio Cal	543 c	762 b	929 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

Es por ello, que del Cuadro 12 se puede decir que fue el mayor tamaño de bulbo madre quien marcó la influencia sobre el rendimiento en la interacción y esto pudo deberse a la distancia de plantación sobre la hilera efectuada en el ensayo, ya que a menores distancias de plantación y utilizando mayores tamaños de bulbo madre, el rendimiento de los bulbos cosechados es mayor, pero el calibre de ellos es menor. Así lo demuestra ALJARO (1990), en un estudio efectuado en ajos en donde los menores distanciamientos sobre la hilera, condujeron a rendimientos de mayor nivel. Sin embargo, el tamaño de los mismos fue significativamente inferior, deteriorándose, en consecuencia, la fracción del rendimiento con calidad.

De esta forma en la Figura 9 se grafica la interacción observada entre tamaño de bulbo y dosis de cal, en donde se ve claramente que al utilizar bulbos madres de mayor tamaño aumenta el rendimiento al interactuar con la cal.

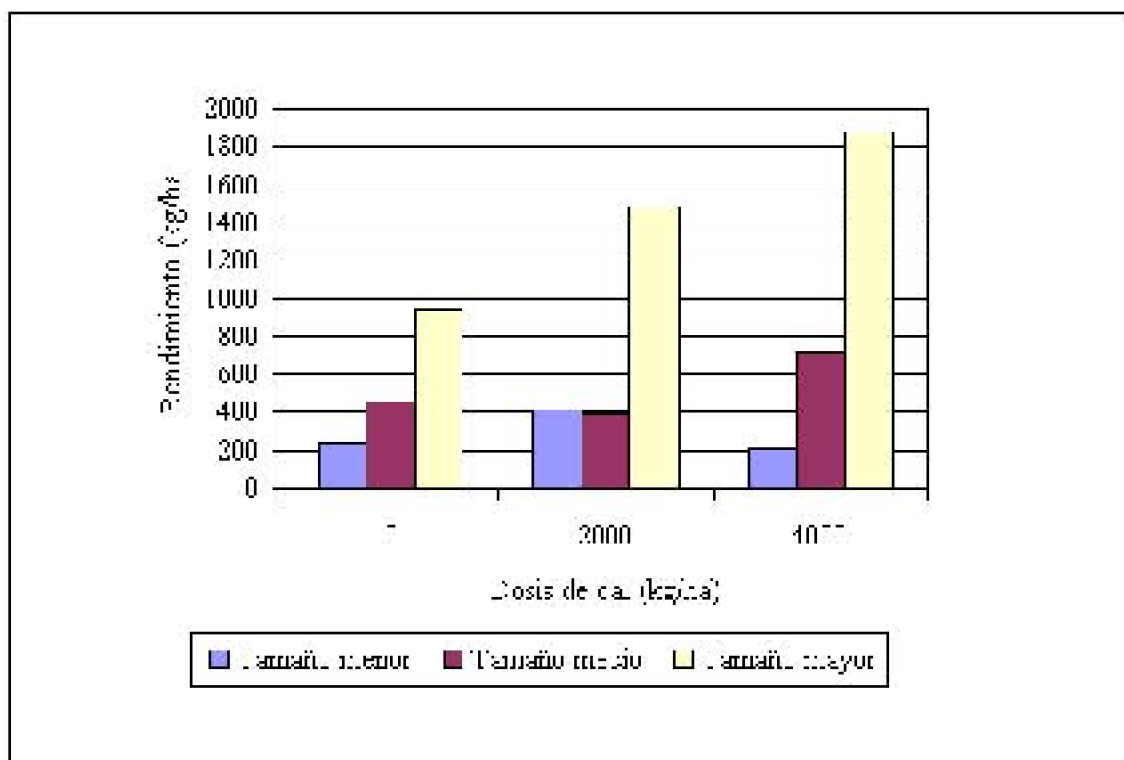


FIGURA 9. Interacción de diferentes dosis de cal y tamaños de bulbo, sobre el rendimiento de bulbos de chalota <math>< 5\text{ gramos}</math>, en kg/ha.

Por su parte la cal debe haber favorecido las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo para que dicho tamaño de bulbo alcanzara el mayor rendimiento. Es así como GUERRERO (1990), señala que la cal evita la dispersión de los coloides del suelo al formar el complejo arcillo-húmico, actuando como estabilizador de la estructura.

Además, GROS (1981), señala que dicho complejo tapiza las paredes de los poros del suelo, permitiendo la circulación libre del agua y del aire en el suelo, así como facilitar la penetración de las raíces de las plantas. Por otra parte, la cal regula el pH y mejora la actividad biológica.

En el Cuadro 13 se observan diferencias significativas entre los distintos tamaños de bulbo, al igual que en el Cuadro 12, en donde los mayores rendimientos se obtuvieron con el mayor tamaño de bulbo. También existieron diferencias entre las dosis de fósforo en donde el mayor rendimiento se obtuvo con 100 kg/ha de  $P_2O_5$ , al igual que en el Cuadro 11.

CUADRO 13. Rendimiento de bulbos <math>< 5\text{ gramos}</math>, para diferentes dosis de fósforo y tamaño de bulbo, en kg/ha.

Tamaño de bulbo (g)	Dosis $P_2O_5$ (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	100	200	
<math>< 5</math>	86	364	405	285 c
5-10	246	618	692	519 b
>10	1.085	1.685	1.523	a
Promedio $P_2O_5$	472 c	889 a	874 b	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

En cuanto a la interacción dosis de fósforo-tamaño de bulbo no existió diferencia significativa dando rendimientos de bulbos < a 5 gramos desde 86 kg/ha hasta 1.685 kg/ha.

#### 4.4. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el rendimiento de bulbos de 5 a 10 gramos

En el Cuadro 14 se muestra que en la interacción dosis de cal-dosis de fósforo no existieron diferencias significativas, observándose valores en rendimiento desde 190 kg/ha hasta 1.758 kg/ha.

Por su parte el fósforo presentó diferencia significativa, en donde a mayor dosis mayor rendimiento, alcanzando a 1.278 kg/ha. En la cal también se observó diferencia significativa, en igual forma, a mayor dosis mayor rendimiento, llegando a 1.152 kg/ha.

**CUADRO 14. Rendimiento de bulbos de 5 a 10 gramos, para diferentes dosis de fósforo y cal, en kg/ha.**

Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	0	2.000	4.000	
0	190	308	809	436 c
100	396	1.280	1.326	1.001 b
200	753	1.758	1.322	a
Promedio Cal	446 c	1.115 b	1.152 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

Con respecto a la fertilización fosforada se tienen referencias de un estudio realizado con cebollas en Egipto, con diferentes dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 0, 120 y 240 kg/ha en dos suelos distintos: arcilloso y arenoso calcáreo, donde se concluyó que los mayores rendimientos y mejor calidad de bulbo se obtuvieron con 240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea (FARGHALI y ZEID, 1995).

En el Cuadro 15 se observa que existió diferencia significativa tanto en las dosis de cal como en los tamaños de bulbo, en donde los mayores rendimientos se obtuvieron con la mayor dosis de cal y el mayor tamaño de bulbo, dando valores de 1.152 kg/ha y 1.570 kg/ha, respectivamente.

Así lo demuestra ALJARO (1992), en un ensayo efectuado en la Estación Experimental La Platina (INIA), sobre un cultivo de ajos, en donde concluye que en la medida que se emplean mayores calibres de dientes-semilla, la productividad, fundamentalmente determinada por el tamaño del bulbo cosechado, se incrementa

## Efectos del tamaño de bulbo, niveles de fósforo y de enmienda con cal en rendimiento de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don)

significativamente.

**CUADRO 15.** Rendimiento de bulbos de 5 a 10 gramos, para diferentes dosis de cal y tamaño de bulbo, en kg/ha.

Tamaño de bulbo (g)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	2.000	4.000	
<5	238	751	302	430 c
5-10	365	693	1.082	713 b
>10	736	1.902	2.073	a
Promedio Cal	446 c	1.115 b	1.152 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

En cuanto a la interacción dosis de cal-tamaño de bulbo no fue significativa, obteniéndose valores en rendimiento de bulbos de 5 a 10 gramos, desde 238 kg/ha hasta 2.073 kg/ha.

En el Cuadro 16 se observa que existió diferencia significativa en las distintas dosis de  $P_2O_5$ , en donde a mayor dosis mayor rendimiento (igual que en Cuadro 14). También existió diferencia significativa en los tamaños de bulbo madre utilizados, en donde a mayor tamaño de bulbo mayor rendimiento (igual que en Cuadro 15). Esto último también concuerda con VOLOSKY (1972), quien señala que al plantar dientes de ajo provenientes de bulbos de primera categoría, se obtienen rendimientos significativamente superiores a los obtenidos de siembras con dientes de bulbos de menor tamaño.

La interacción dosis de fósforo-tamaño de bulbo no fue significativa, obteniéndose rendimientos desde 38 kg/ha hasta 1.939 kg/ha.

**CUADRO 16.** Rendimiento de bulbos de 5 a 10 gramos, para diferentes dosis de fósforo y tamaño de bulbo, en kg/ha.

Tamaño de bulbo (g)	Dosis $P_2O_5$ (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	100	200	
<5	38	745	509	430 c
5-10	166	588	1.385	713 b
>10	1.102	1.670	1.939	a
Promedio $P_2O_5$	436 c	1.001 b	1.278 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

## 4.5. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el rendimiento de bulbos > a 10 gramos

En el Cuadro 17 se observa que existieron diferencias significativas para las dosis de cal

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

y de  $P_2O_5$ , dando en ambas mayor rendimiento a mayor dosis, llegando a 4.231 kg/ha y 5.865 kg/ha, respectivamente.

Con respecto a la aplicación de  $P_2O_5$ , en un estudio realizado en India sobre cebollas con distintos niveles de fósforo 25, 50, 75 y 100 kg/ha, se comprobó que las mayores dosis de  $P_2O_5$  daban mayores rendimientos y mejores diámetros de bulbos (SINGH *et al.*, 2000).

**CUADRO 17. Rendimiento de bulbos > a 10 gramos, para diferentes dosis de fósforo y cal, en kg/ha.**

Dosis $P_2O_5$ (kg/ha)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio $P_2O_5$
	0	2.000	4.000	
0	0	276	646	307 c
100	1.216	3.042	5.205	3.154 b
200	2.608	8.148	6.841	a
Promedio Cal	1.274 c	3.822 b	4.231 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

En cuanto a la interacción dosis de cal-dosis de fósforo no se observaron diferencias significativas, dando rendimientos desde 0 kg/ha hasta 8.148 kg/ha.

En el Cuadro 18 se observa que sólo existieron diferencias significativas con las distintas dosis de cal, en donde el mayor rendimiento obtenido fue de 4.231 kg/ha, al utilizar 4.000 kg/ha de cal.

**CUADRO 18. Rendimiento de bulbos > a 10 gramos, para diferentes dosis de cal y tamaño de bulbo, en kg/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	2.000	4.000	
<5	1.347	3.304	4.006	2.885
5-10	1.503	3.312	4.786	3.200
>10	974	4.851	3.900	3.242
Promedio Cal	1.274 c	3.822 b	4.231 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

Esto concuerda con un ensayo realizado en la temporada 1994/95 en Panguipulli, X región, sobre la relación Ca/P en trébol rosado, que es una especie tolerante a las condiciones de acidez del suelo, ya que con una dosis de 4 t/ha de cal presentó el máximo rendimiento (MORA y DEMANET, 1995).

No se presentaron diferencias significativas en los distintos tamaños de bulbo, así como tampoco en la interacción dosis de cal- tamaño de bulbo, en donde se observaron rendimientos de bulbos > a 10 gramos desde 974 kg/ha hasta 4.851 kg/ha.

El Cuadro 19 presenta diferencias significativas para las distintas dosis de  $P_2O_5$ , y que al igual que en el Cuadro 17, se observó que la aplicación de fósforo influyó notablemente en el rendimiento de bulbos > a 10 gramos, llegando a 5.865 kg/ha.

**CUADRO 19. Rendimiento de bulbos > a 10 gramos, para diferentes dosis de fósforo y tamaño de bulbo, en kg/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	100	200	
<5	266	2.927	5.463	2.885
5-10	137	2.750	6.713	3.200
>10	519	3.786	5.420	3.242
Promedio P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	307 c	3.154 b	5.865 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

En cuanto a los distintos tamaños de bulbo y a la interacción dosis de fósforo-tamaño de bulbo, no se observaron diferencias significativas, obteniéndose rendimientos desde 266 kg/ha hasta 6.713 kg/ha.

## 4.6. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el número de bulbos < a 5 gramos

El Cuadro 20 muestra que no existieron diferencias significativas tanto en las distintas dosis de cal como en la combinación dosis de cal-dosis de fósforo.

Donde sí existieron diferencias significativas fue con las diferentes dosis de fósforo, en donde el mayor número de bulbos se obtuvo con 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y correspondió a 247.972 bulbos/ha; y el menor número de bulbos se obtuvo sin aplicación de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y correspondió a 153.086 bulbos/ha.

**CUADRO 20. Número de bulbos < a 5 gramos, para diferentes dosis de fósforo y cal, en bulbos/ha.**

Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	0	2.000	4.000	
0	139.683	120.635	198.942	153.086 c
100	155.556	274.074	314.286	247.972 a
200	200.000	261.376	226.455	229.227 b
Promedio Cal	165.079	218.695	246.561	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

PFEIFFER (1998), en un ensayo realizado en la Estación Experimental "Santa Rosa", Valdivia, donde se estudiaron diferentes dosis de fósforo sobre chalotas, también observó la tendencia a disminuir el número de bulbos menores a 5 gramos, al aumentar la dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 100 a 200 kg/ha.

En el Cuadro 21 se observa que existieron diferencias significativas sólo para los diferentes tamaños de bulbo madre, dando el mayor número de bulbos < a 5 gramos con

el efecto simple del mayor tamaño de bulbo, y correspondió a 419.400 bulbos/ha.

ORLOWSKI y JADCZAK (1998), en un experimento de campo realizado en Polonia con bulbos de cebolla, encontraron una interacción significativa entre densidad de plantación y tamaño de bulbo plantado sobre la producción total, lo cual se asemeja a este ensayo de chalotas, en donde las mayores densidades de plantación (30x10 cm v/s 30x30 cm) y utilizando los mayores tamaños de bulbos (24 g v/s 6 g), los rendimientos aumentaban en forma significativa. Cabe destacar que este aumento en cantidad de bulbo producido, va en desmedro de la calidad, expresado en el tamaño de bulbo (ALJARO, 1990).

**CUADRO 21. Número de bulbos < a 5 gramos, para diferentes dosis de cal y tamaño de bulbo, en bulbos/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	2.000	4.000	
<5	43.386	99.470	40.211	61.023 c
5-10	135.450	143.915	170.370	149.912 b
>10	316.402	412.698	529.100	a
Promedio Cal	165.079	218.695	246.561	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

En el Cuadro 22 se observa que existieron diferencias significativas para las distintas dosis de  $P_2O_5$  y para los distintos tamaños de bulbo, como se mostró anteriormente. En cuanto al efecto combinado de las dosis de fósforo-tamaño de bulbo no fue significativa, obteniéndose valores desde 16.931 bulbos/ha hasta 462.434 bulbos/ha.

**CUADRO 22. Número de bulbos < a 5 gramos, para diferentes dosis de fósforo y tamaño de bulbo, en bulbos/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis $P_2O_5$ (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	100	200	
<5	16.931	88.888	77.248	61.023 c
5-10	92.063	192.593	165.079	149.912 b
>10	350.264	462.434	445.503	a
Promedio $P_2O_5$	153.086 c	247.972 a	229.277 b	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

## 4.7. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el número de bulbos de 5 a 10 gramos

Se observa en el Cuadro 23 que no existió diferencia significativa en la combinación de dosis cal-fósforo, obteniéndose valores desde 28.571 bulbos/ha hasta 187.302 bulbos/ha.

**Efectos del tamaño de bulbo, niveles de fósforo y de enmienda con cal en rendimiento de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don)**

**CUADRO 23. Número de bulbos de 5 a 10 gramos, para diferentes dosis de fósforo y cal, en bulbos/ha.**

Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	0	2.000	4.000	
0	28.571	34.920	76.190	46.560 c
100	42.328	132.275	136.508	103.704 b
200	76.190	187.302	146.032	a
Promedio Cal	49.030 c	118.166 b	119.577 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

Donde existieron diferencias significativas fue en el efecto simple producido con las distintas dosis de cal y dosis de fósforo, dando un mayor número de bulbos de 5 a 10 gramos con las mayores dosis, alcanzando cifras de 119.577 bulbos/ha con la mayor dosis de cal y de 136.508 bulbos/ha con la mayor dosis de fósforo.

Una tendencia similar ocurrió con el fósforo en un estudio realizado por PFEIFFER (1998) sobre chalotas, en la Estación Experimental "Santa Rosa", Valdivia, en donde el mayor número de bulbos de 5 a 10 gramos se obtuvo con 200 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

En el Cuadro 24 no se observa diferencia significativa en la interacción dosis de cal-tamaño de bulbo, dando valores desde 19.047 bulbos/ha hasta 224.339 bulbos/ha.

**CUADRO 24. Número de bulbos de 5 a 10 gramos, para diferentes dosis de cal y tamaño de bulbo, en bulbos/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	2.000	4.000	
<5	19.047	69.841	24.338	37.742 c
5-10	35.978	82.539	110.053	76.190 b
>10	92.063	202.116	224.339	a
Promedio Cal	49.030 c	118.166 b	119.577 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

Entre las distintas dosis de cal como los diferentes tamaños de bulbo madre sí existieron diferencias significativas para el efecto simple, en donde las mayores cantidades de bulbos de 5 a 10 gramos se obtuvieron con la dosis más alta de cal (como en el Cuadro 23) y el mayor calibre de bulbo.

En una investigación realizada en Chiloé con el fin de conocer la respuesta productiva de gramíneas y leguminosas forrajeras a la incorporación de carbonato de calcio, se obtuvieron aumentos significativos de rendimiento en gramíneas. Además, el uso de la cal afectó la composición mineral de las plantas, reduciendo el contenido de aluminio e incrementando la disponibilidad interna de calcio (ALFARO *et al.*, 1998).

En el Cuadro 25 se observa que no existieron diferencias significativas en la combinación dosis de fósforo-tamaños de bulbo, obteniéndose valores en rendimiento desde 3.174 bulbos/ha hasta 216.931 bulbos/ha.



Donde existió diferencia significativa fue en el efecto simple producido con las distintas dosis de fósforo (como se observó también en el Cuadro 23), y con los distintos tamaños de bulbo, llegando estos últimos a un rendimiento de 172.840 bulbos/ha.

**CUADRO 25. Número de bulbos de 5 a 10 gramos, para diferentes dosis de fósforo y tamaño de bulbo, en bulbos/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	100	200	
<5	3.174	69.841	40.211	37.742 c
5-10	17.989	58.201	152.381	76.190 b
>10	118.519	183.069	216.931	a
Promedio P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	46.560 c	103.704 b	136.508 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

ESCAFF *et al.* (1992), afirman que considerando que el crecimiento del bulbo se produce por una traslocación de carbohidratos desde la lámina, el desarrollo logrado antes de la formación del bulbo influiría en el tamaño final del bulbo.

Con respecto a la composición y magnitud de los rendimientos obtenidos en el cultivo de la chalota, COHAT (1986), afirma que dependen del número de bulbos hijos formados por unidad de superficie, es decir, de su densidad poblacional. La composición y magnitud de los rendimientos pueden ser modificados, actuando sobre los factores calibre de bulbo semilla y densidad de plantación.

## 4.8. Efecto de niveles de fósforo, cal y tamaño de bulbo sobre el número de bulbos > a 10 gramos

En el Cuadro 26 se observa que existieron diferencias significativas tanto en los distintos niveles de fósforo como en los distintos niveles de cal, en donde a mayores dosis mayor número de bulbos, obteniéndose 251.852 bulbos/ha con la mayor dosis de fósforo y 176.014 bulbos/ha con la mayor dosis de cal.

**CUADRO 26. Número de bulbos > a 10 gramos, para diferentes dosis de fósforo y cal, en bulbos/ha.**

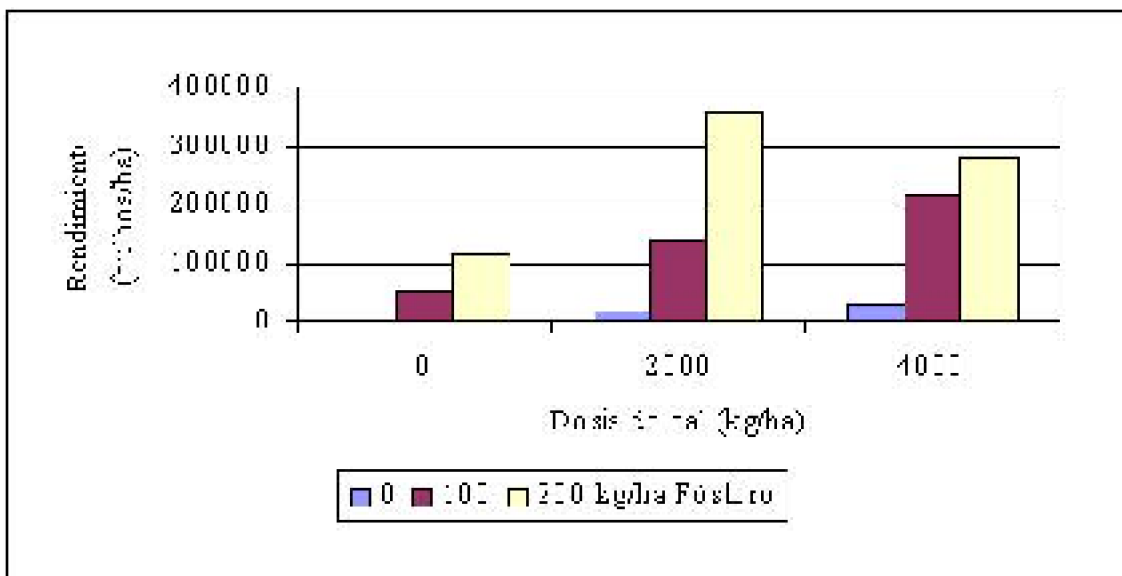
Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	0	2.000	4.000	
0	0 c	17.989 c	29.629 c	15.873 c
100	50.793 bc	136.508 b	214.815 ab	134.039 b
200	114.286 bc	357.672 a	283.598 a	a
Promedio Cal	55.026 c	170.723 b	176.014 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

**Efectos del tamaño de bulbo, niveles de fósforo y de enmienda con cal en rendimiento de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don)**

La combinación de las distintas dosis de cal con las diferentes dosis de fósforo fue significativa dando valores extremos de 0 bulbos/ha, sin aplicación de cal ni fósforo, hasta 357.672 bulbos/ha con 2.000 kg/ha de cal y 200 kg/ha de  $P_2O_5$ .

Al graficar dicha interacción (Figura 10) se observa que la combinación más favorable para obtener un mayor número de bulbos > a 10 gramos es con 2.000 kg/ha de cal y 200 kg/ha de fósforo.



**FIGURA 10.** Interacción de diferentes dosis de cal y fósforo, sobre el rendimiento de bulbos de chalota > a 10 gramos, en bulbos/ha.

En un estudio hecho por CAMPILLO (1990), en la Estación Experimental Carillanca (INIA, Temuco), sobre la respuesta del carbonato de calcio y fertilización fosfatada en la mezcla ballica-trébol, en un Andisol, evaluando la absorción de nutrientes, encontró que el  $P_2O_5$  y la cal incrementaban significativamente la absorción acumulada de fósforo. Además, observó una clara influencia de la fertilización fosfatada y la calidad del forraje.

Por su parte ELLIES *et al.* (1979), analizando el efecto de aplicar cal sobre la disponibilidad de fósforo en suelos de ceniza volcánica, observaron que dicha disponibilidad no es dependiente del pH, obteniéndose los mejores resultados con encaladuras leves y fuertes. Se deduce que el aumento en la disponibilidad del fósforo con las encaladuras fuertes se debe fundamentalmente a la liberación de P inorgánico, lo cual hace sospechar en cambios o reordenamientos en la fracción mineral.

En el Cuadro 27 se observa que sólo existieron diferencias significativas en las dosis de cal, en donde a mayor dosis mayor número de bulbos (como en el Cuadro 26). En cuanto al tamaño de bulbo utilizado está la tendencia que a mayor tamaño mayor número de bulbos cosechados. Con respecto a la interacción con las distintas dosis de cal y tamaños de bulbo no fue significativa, observándose un rendimiento desde 39.153 bulbos/ha hasta 235.979 bulbos/ha.

**CUADRO 27.** Número de bulbos > a 10 gramos, para diferentes dosis de cal y tamaño de bulbo, en bulbos/ha.

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Tamaño de bulbo (g)	Dosis Cal (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	2.000	4.000	
<5	51.851	130.159	131.217	104.409
5-10	74.074	146.032	198.942	139.683
>10	39.153	235.979	197.884	157.672
Promedio Cal	55.026 c	170.723 b	176.014 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

En el Cuadro 28 se observa que no existieron diferencias significativas tanto en la interacción dosis de fósforo-tamaño de bulbo, como sobre el efecto simple del tamaño de bulbo. Donde existieron diferencias significativas fue en las distintas dosis de fósforo (como en el Cuadro 26), encontrándose valores en rendimiento desde 15.873 bulbos/ha con 0 dosis de fósforo hasta 251.852 bulbos/ha con la mayor dosis.

Así también lo observó PFEIFFER (1998), en un ensayo realizado en la Estación Experimental "Santa Rosa", Valdivia, sobre chalotas utilizando diferentes dosis de fósforo, en donde la tendencia señalaba un mayor número de bulbos > a 10 gramos a medida que aumentaba la dosis de  $P_2O_5$ .

**CUADRO 28. Número de bulbos > a 10 gramos, para diferentes dosis de fósforo y tamaño de bulbo, en bulbos/ha.**

Tamaño de bulbo (g)	Dosis $P_2O_5$ (kg/ha)			Promedio tamaño
	0	100	200	
<5	9.523	106.878	196.825	104.409
5-10	9.523	113.227	296.296	139.683
>10	28.571	182.010	262.434	157.672
Promedio $P_2O_5$	15.873 c	134.039 b	251.852 a	

Letras distintas indican diferencia estadística significativa al 5%.

Por su parte RODRIGUEZ *et al.* (1999), señalan que el efecto del fósforo en los cultivos es más importante durante las primeras etapas del crecimiento y no durante el período de activo crecimiento.



## 5. CONCLUSIONES

De la presentación y discusión de resultados se concluye que:

- Se acepta la hipótesis planteada: la aplicación de fósforo y de enmienda con cal, así como la utilización de un mayor tamaño de bulbo semilla, aumentan el rendimiento del cultivo de chalota.

- El efecto simple de la aplicación de fósforo aumentó significativamente el rendimiento en el cultivo de chalotas, siendo la dosis máxima empleada correspondiente a 200 kg/ha de  $P_2O_5$ , la que produjo los mejores resultados. Sin embargo, el mayor rendimiento de bulbos < a 5 g tanto en peso como en número, fue obtenido con 100 kg/ha de  $P_2O_5$ .

- El efecto simple de la aplicación de enmienda con cal, influyó significativamente al cultivo aumentando el rendimiento, en donde la dosis que más lo favoreció fue de 4.000 kg/ha de cal.

- El efecto simple de utilizar bulbos semilla de mayor tamaño, correspondiendo éstos a > a 10 gramos, produjo aumentos significativos en el rendimiento en kg/ha.

- En la mayoría de los parámetros evaluados no se detectaron interacciones significativas entre las distintas dosis de fósforo, dosis de cal y tamaños de bulbo semilla, a excepción de los siguientes casos:

- . Distintas dosis de cal y de fósforo empleadas, produjeron un efecto positivo sobre el número de bulbos de chalota > a 10 gramos.

**Efectos del tamaño de bulbo, niveles de fósforo y de enmienda con cal en rendimiento de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don)**

---

. Tamaños de bulbo semilla y diferentes dosis de cal, favorecieron el rendimiento de bulbos de chalota < a 5 gramos.

---

## BIBLIOGRAFIA

- ADJEI, T. 1980. The influence of bulb size and bulb cutting on the growth and yield of shallots (*Allium cepa* var. *aggregatum*) in Ghana. *Journal of Horticultural Science* 55 (2): 139-143.
- ALFARO, M., TEUBER, N., DUMONT, J. y MEDONE, F. 1998. Efecto del carbonato de calcio en el establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Chiloé. *Agricultura Técnica (Chile)* 58 (3):173-180.
- ALJARO, A. 1990. Evaluación de sistemas de plantación y tamaño de semillas de ajo (*Allium sativum* L.). Densidad de plantación y tamaño del bulbo-semilla en cultivos establecidos en hileras simples. *Agricultura Técnica (Chile)* 50 (4):366-373.
- ALJARO, A. 1992. Efecto del tamaño del bulbo-madre y de la forma y peso del bulbillo-semilla sobre el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.). *Agricultura Técnica (Chile)* 52 (2): 170-180.
- BERNIER, R. 1984. Efectos de la aplicación de cal en el suelo. Estación Experimental Remehue, INIA. (Chile) Boletín Técnico N°79. 16 p.
- BUFLER, G., YASSIN, H.J. y LIEBIG, H. P. 1999. Nitrogen fertilization: influence on quality and yield of shallots. *Gemuse Munchen* 35 (4): 250-252. (Original no consultado). Compendiado en: CAB Abstracts. AN 991906407.
- CAMPILLO, R. 1990. Respuesta al carbonato de calcio y fertilización fosfatada de la mezcla ballica perenne-trébol blanco, en un Andisol (Serie Vilcún): Absorción de nutrientes y calidad del forraje. *Agricultura Técnica (Chile)* 50 (1): 49-55.

- CAMPILLO, R. y SADZAWKA, A. 1999. Las enmiendas calcáreas, un insumo tecnológico vital para los suelos acidificados del sur de Chile. Estación Experimental Remehue, INIA. (Chile) Serie Remehue N° 71: 104-115.
- CASSERES, E. 1971. Producción de hortalizas. México. Herrero Hermanos. 310 p.
- CHALOTA. (s.f.) Chalota <[http://www.puc.cl/sw\\_educ/hort0498/HTML/p026.html](http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p026.html)> (15. abr. 2000).
- COHAT, J. 1986. Influence du poids et de la densité de plantation des bulbes d'échalote sur les caractéristiques de la récolte et la prolificité des bulbes-fils. Agronomie 6 (1): 85-90.
- ELLIES, A., MAC DONALD, R. y VYHMEISTER, E. 1979. Efecto de aplicaciones de CaO sobre la humectación y disponibilidad de fósforo en suelos de ceniza volcánica. Agro Sur (Chile) 7 (2): 51-56.
- ESCAFF, M. 1988. Aspectos agronómicos del cultivo de la chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum*). Seminario hortofrutícola para la zona sur. Estación Experimental Remehue, INIA. (Chile) Serie Remehue N° 4:22-26.
- ESCAFF, M., BERTRAND, C. y LARENAS, V. 1989. Chalota, una nueva hortaliza de exportación y consumo interno. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina (Chile) 51:8-11.
- ESCAFF, M., LARENAS, V. y BRUNA, G. 1992. Comportamiento de dos cultivares de chalota (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) en cinco épocas de plantación. Rendimiento y calidad de los bulbos. Agricultura Técnica (Chile) 52 (3):305-312.
- ESCAFF, M. (s.f.). Chalota <<http://www.inia.cl/hortalizas/chalota/chalota.htm>> (30. oct. 2001).
- FARGHALI, M y ZEID, M. 1995. Phosphorus fertilization and plant population effects on onion growth in different soils. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 26 (4): 187-203. (Original no consultado). Compendiado en: CAB Abstracts. AN 970304585.
- GIACONI, V. 1988. Cultivo de hortalizas. Santiago, Chile. Universitaria. 309 p.
- GROS, A. 1981. Abonos: guía práctica de la fertilización. Madrid, España. Mundi-Prensa. 559 p.
- GUERRERO, A. 1990. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Madrid, España. Mundi-Prensa. 206 p.
- JENKINS, J. 1954. Some effects of different day lengths and temperatures upon bulb formation in shallots. American Society for Horticultural Science 64: 311-314.
- KRARUP, A. 1998. Cultivo de hortalizas. In Amtmann C., Mujica F. y Vera B. (Eds.). Pequeña agricultura en la Región de Los Lagos, Chile. Valdivia. Universidad Austral de Chile. pp 137-172.
- KRARUP, A. y SEEMANN, P. 1990. Chalota. In Investigación de alternativas agrícolas para la X Región. Informe Final Proyecto 017/85 FIA. M. Agricultura y Universidad Austral de Chile. pp 148-161.
- LARENAS, V., ESCAFF, M. y BRUNA, G. 1991. Comportamiento de dos cultivares de chalota (*Allium cepa* var. *cepa*) en cinco épocas de plantación. Factores relativos al crecimiento y desarrollo de las plantas. Agricultura Técnica (Chile) 51 (4): 342-352.



- LENCINAS, P. (s.f.). Características generales del echalote.  
<<http://www.informe-frutihort.com.ar/temas%20y%20nota%20tecnicas-14.htm>>(30. oct. 2001).
- MORA, M. y DEMANET, R. 1995. Efecto de las relaciones Ca/P y Ca/K en el establecimiento de pasturas en suelos acidificados. *Frontera Agrícola (Chile)* 3 (1): 28-35.
- NISSEN, J. P. 1974. Estudio agroecológico del Predio Experimental "Santa Rosa". Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelo. 46 p.
- ORLOWSKI, M. y JADCZAK, D. 1998. The effect of planting density and the size of planted bulbs on the yield of potato onion. *Biuletyn Warzywniczy*. 48: 131-137. (Original no consultado). Compendiado en: CAB Abstracts. AN 980312094.
- PFEIFER, P. 1998. Efecto de diferentes dosis de fósforo y potasio en el rendimiento de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum*). Tesis de grado, Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 49 p.
- RODRIGUEZ, N., BELMAR, C. y VALENZUELA, A. 1999. Efecto de dosis, fuentes y formas de aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en la producción y calidad de bulbos de cebolla (*Allium cepa*). *Agricultura Técnica (Chile)* 59 (2): 122-132.
- ROURA, E. 1990. El cultivo de chalote. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta, INTA. Mendoza, Argentina. 10 p.
- RYU, Y., SUH, J., HWANG, H., HA, I. y KIM, W. 1998. Effect of bulb size at planting on the growth and yield of shallot (*Allium cepa* var. *ascalonicum* Baker). *RDA Journal of Horticulture Science*. 40 (2): 105-108. (Original no consultado). Compendiado en: CAB Abstracts. AN 990307120.
- SEEMANN, P. 1993. Utilización de técnica de micropropagación. In Barriga, P. y Neira, M. (Eds.). *Cultivos no tradicionales*. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. pp 87-147.
- SINGH, J., AJAY, K., CHETAN, S. y KUMAR, U. 2000. Influence of phosphorus on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*. 34 (1): 51-54. (Original no consultado). Compendiado en: CAB Abstracts. AN 20000315886.
- TOLEDO, F. 1999. Manual manejo de especies hortícolas. Programa de apoyo a cuatro localidades rurales de la Provincia de Osorno. Estación Experimental Remehue, INIA. (Chile) Serie Remehue N° 79. 103 p.
- VOLOSKY, E. 1972. Tamaño de la semilla y tipo de bulbo cosechado en ajo. *Agricultura Técnica (Chile)* 32 (1): 32-37.



# ANEXOS

## ANEXO 1. Análisis de varianza para rendimiento total de chalotas.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
<u>Efectos principales</u>				
A: Dosis cal	4,0626	2	2,0313	15,92 **
B: Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,0789	2	3,5394	27,74 **
C: Tamaño bulbo	3,3810	2	1,6905	13,25 **
D: Repetición	9,7677	2	4,8838	3,83
<u>Interacciones</u>				
A x B	4,3688	4	1,0922	0,86
A x C	4,0619	4	1,0155	0,80
B x C	4,2830	4	1,0707	0,84
Error	7,6569	60	1,2761	
Total	2,4427	80		

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

## ANEXO 2. Análisis de varianza para bulbos formados.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
<u>Efectos principales</u>				
A: Dosis cal	2,5701	2	1,2850	10,07 **
B: Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6,2785	2	3,1392	24,61 **
C: Tamaño bulbo	9,8601	2	4,9300	3,86 *
D: Repetición	6,1173	2	3,0586	2,40
<u>Interacciones</u>				
A x B	1,1945	4	2,9862	2,34
A x C	4,2383	4	1,0595	0,83
B x C	2,7298	4	6,8246	0,54
Error	7,6534	60	1,2755	
Total	1,9991	80		

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

## ANEXO 3. Análisis de varianza para el rendimiento de bulbos < a 5 gramos.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
<u>Efectos principales</u>				
A: Dosis cal	2,0188	2	1,0094	4,19 *
B: Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,0135	2	1,5067	6,25 **
C: Tamaño bulbo	1,9818	2	9,9090	41,11 **
D: Repetición	263251,0	2	131626,0	0,55
<u>Interacciones</u>				
A x B	931944,0	4	232986,0	0,97
A x C	2,6716	4	667907,0	2,77 *
B x C	294079,0	4	73519,6	0,31
Error	1,4460	60	241013,0	
Total	4,3472	80		

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

## ANEXO 4. Análisis de varianza para el rendimiento de bulbos de 5 a 10 gramos.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
<u>Efectos principales</u>				
A: Dosis cal	8,5224	2	4,2612	8,29 **
B: Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9,9453	2	4,9726	9,67 **
C: Tamaño bulbo	1,9016	2	9,5081	18,49 **
D: Repetición	1,7944	2	897209,0	2,40
<u>Interacciones</u>				
A x B	2,9303	4	732594,0	1,42
A x C	4,7367	4	1,1841	2,30
B x C	2,5630	4	640770,0	1,25
Error	3,0848	60	514139,0	
Total	8,0357	80		

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

## ANEXO 5. Análisis de varianza para el rendimiento de bulbos > a 10 gramos.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
<u>Efectos principales</u>				
A: Dosis cal	1,3855	2	6,9278	7,92 **
B: Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,1711	2	2,0855	23,83 **
C: Tamaño bulbo	2,0495	2	1,0247	0,12
D: Repetición	4,0810	2	2,0405	2,33
<u>Interacciones</u>				
A x B	8,6067	4	2,1516	2,46
A x C	1,7784	4	4,4462	0,51
B x C	1,3877	4	3,4693	0,40
Error	5,2502	60	8,7504	
Total	1,2412	80		

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

## ANEXO 6. Análisis de varianza para el número de bulbos < a 5 gramos.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
<u>Efectos principales</u>				
A: Dosis cal	9,2612	2	4,6306	2,54
B: Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,3641	2	6,8209	3,74 *
C: Tamaño bulbo	1,8806	2	9,4031	51,56 **
D: Repetición	1,9789	2	9,8944	0,54
<u>Interacciones</u>				
A x B	7,7041	4	1,9260	1,06
A x C	1,3755	4	3,4387	1,89
B x C	4,8353	4	1,2088	0,07
Error	1,0942	60	1,8237	
Total	3,4431	80		

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

## ANEXO 7. Análisis de varianza para el número de bulbos de 5 a 10 gramos.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
<u>Efectos principales</u>				
A: Dosis cal	8,7827	2	4,3913	7,30 **
B: Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,1188	2	5,5943	9,30 **
C: Tamaño bulbo	2,6163	2	1,3081	21,75 **
D: Repetición	2,623	2	1,3115	2,18
<u>Interacciones</u>				
A x B	3,1920	4	7,9801	1,33
A x C	4,175	4	1,0437	1,74
B x C	3,8834	4	9,7086	1,61
Error	3,6090	60	6,0150	
Total	9,6098	80		

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

## ANEXO 8. Análisis de varianza para el número de bulbos > a 10 gramos.

**Efectos del tamaño de bulbo, niveles de fósforo y de enmienda con cal en rendimiento de chalota (*Allium cepa* var. *aggregatum* G. Don)**

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
<u>Efectos principales</u>				
A: Dosis cal	2,5246	2	1,2623	8,86 **
B: Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,5176	2	3,7588	26,37 **
C: Tamaño bulbo	3,9642	2	1,9821	1,39
D: Repetición	8,3428	2	4,1714	2,93
<u>Interacciones</u>				
A x B	1,5286	4	3,8215	2,68 *
A x C	5,1698	4	1,2924	0,91
B x C	3,9819	4	9,9549	0,70
Error	8,5514	60	1,4252	
Total	2,2268	80		

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%