

**ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.),
cv. VALENCIANA, EN EL VALLE DEL RIO ACONCAGUA¹**

**Productivity study of onion (*Allium cepa* L.), cv. Valenciana, at the
Aconcagua Valley**

Fernando Squella N.², Olivia Prado M.³, Rafael Novoa S-A.² y Domingo Garrido A.⁴

SUMMARY

An evaluation of the effect of 16 factors on the field productivity of onion was conducted in 34 sites of the Aconcagua Valley. Soils and management factors were measured.

Among the factors analysed, those which showed the greatest importance were: final plant population > initial available soil potassium > crop rotation.

The best yields (60,000 kg/ha) were measured with populations of 220,000 plants/ha or higher, initial K exchangeable levels in the soil above 100 ppm, and in sites where a legume was included in the crop rotation.

INTRODUCCION

La planta es el producto de interacción entre su constitución genética y un medio ambiente dado. La productividad de un cultivo depende de factores tales como: suelo, planta, clima y manejo, los que pueden descomponerse en una variada gama de factores implícitos, que los caracteriza. El rendimiento puede ser considerado como una función de dichos factores.

Para Zaffanella (1967) y Zaffanella y Gemesio (1968), si un factor actúa sobre el rendimiento de un cultivo, no habrán altos rendimientos cuando el factor se torne crítico. En caso contrario, podrán lograrse tanto altos como bajos rendimientos, pues otros factores pueden estar actuando en forma negativa. Cuando se presenta más de un factor en condiciones poco favorables, puede esperarse con más seguridad que el rendimiento sea bajo. Por lo tanto, para evaluar la productividad agrícola de una región respecto a un

cultivo determinado, es necesaria la identificación y evaluación experimental de los diferentes factores incidentes en forma separada, y posteriormente integrarlos para determinar su grado de acción. Esto permite lograr un orden de causalidad respecto al rendimiento, lo que establece prioridades para orientar adecuadamente los recursos existentes. De este modo se facilita la solución de las limitantes que se le presentan al agricultor en la producción de sus cultivos.

En relación a lo anterior, uno de los factores de mayor incidencia sobre la productividad de la cebolla parece ser la densidad poblacional. Al respecto, Bleasdale (1959), Dowker y Mead (1969), Nichols (1970) y Wheeler y Finch (1962) señalan que la densidad de plantas afecta al rendimiento total: al aumentar aquella, éste se incrementa hasta cierto límite, pasado el cual disminuye, debido a la obtención de bulbos de menor tamaño, producto de una competencia del tipo intraespecífica. Luego, los altos rendimientos se ob-

¹ Recepción de originales: 14 de junio de 1982.

Parte de la tesis presentada a la Escuela de Agronomía de la U. Católica de Valparaíso por F. Squella N., para optar al título de Ing. Agr. Los autores agradecen la ayuda, en el plantamiento e interpretación del presente trabajo, del Ing. Agr. M.C. Manuel José Gandarillas I.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

³ Escuela de Agronomía, U. Católica de Valparaíso, Casilla 4, Quillota, Chile.

⁴ ODEPA, Secretaría Ministerial de Agricultura V Región, Quillota, Chile.

tienen más bien con un mayor número de bulbos pequeños que con un menor número de bulbos grandes.

Otro factor de importancia es la disponibilidad de potasio en el suelo, lo que fue corroborado por Haag, Home y Kimoto (1972), al observar que éste elemento es el de mayor extracción por parte del cultivo, con un valor equivalente a 177 kg/ha, para un rendimiento de 36,7 ton/ha. Asimismo, respecto al uso de rotaciones culturales mejoradas, Giaconi (1955) indica que es conveniente para el cultivo de la cebolla la utilización de suelos nuevos, ya sean alfalfares o trebolares, especialmente si sus últimos cortes han sido incorporados al suelo.

Por último, referente a la época de plantación, Butt (1968) y Jones y Mann (1963) señalan que la inducción de los bulbos de un cultivar no comienza hasta presentarse un fotoperíodo y temperaturas adecuados; estas últimas inciden en el desarrollo de los mismos; una vez inducido, el cultivar estudiado por ellos requería un fotoperíodo de 14–16 hr y temperaturas medianamente cálidas (15–21° C). Cuando las temperaturas se mantienen bajas, la madurez se retarda. Si las temperaturas son superiores a las necesarias, la formación de bulbos se acelera, obteniéndose una madurez más precoz. Esto se traduce en rendimientos bajos, debido a que las plantas no tienen la edad suficiente para lograr un desarrollo normal.

El objetivo de la presente investigación fue identificar y priorizar el efecto de los factores ecológicos y de manejo que están determinando la productividad o rendimiento de las cebollas en el valle del Aconcagua.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo durante la temporada 1973–1974, en 34 lugares de observación ubicados en el valle del Aconcagua, que fueron escogidos de acuerdo a la importancia que presenta el cultivo en las diferentes comunas e incluyendo las series de suelos más representativas del valle.

El clima del área estudiada es de tipo templado, con verano cálido y seco. Presenta tres zonas agroclimáticas de importancia: valle del río Aconcagua y sus afluentes, clima local de Quillota—La Cruz y clima local de Limache—Olmué.

Los suelos son en su mayoría de origen aluvial, de capacidad de uso IIr y IIIr, con texturas medias a pesadas, drenaje bueno a moderado, profundidad variable, y descansan sobre un sustrato de gravas y/o piedras. También se encuentran, en menor grado, suelos de origen lacustre orgánicos sin problemas de salinidad (Chile, ODEPA, 1968).

En cada lugar de observación, dentro del cultivo del agricultor se ubicaron dos parcelas contiguas. Una de ellas se fertilizó hasta completar una dosis de 180 kg de N/ha y 150 kg de P₂O₅/ha, dosis consideradas como no limitantes para este cultivo; mientras que en la otra se mantuvo las dosis de fertilización dadas por el agricultor. En estas parcelas se realizaron una serie de observaciones, que comprendieron:

1. Factores no manejables: profundidad efectiva del suelo, drenaje interno, nitrógeno inicial, fósforo inicial, potasio de intercambio inicial, conductividad eléctrica, materia orgánica, pH del suelo, clase textural. Las muestras de suelo fueron obtenidas a una profundidad de 0–20 cm y los análisis físico-químicos se efectuaron en el Laboratorio de la Estación Experimental La Platina (INIA), según sus métodos establecidos.
2. Factores manejables: fertilización, riego, rotación cultural, tiempo de barbecho, densidad de plantas, época de plantación—cosecha, control de malezas, controles fitosanitarios.

La profundidad efectiva del suelo se estimó en base a la presencia de nivel freático, gravas y/o piedras, o aparición de sustratos arenosos u horizonte gley. El drenaje interno se clasificó de acuerdo a la presencia de moteados, nivel freático, y características de textura y estructura de las estratas.

Los datos obtenidos se tabularon y procesaron mediante un computador IBM–360, con el objeto de obtener correlaciones entre el rendimiento total y las variables independientes propuestas y una regresión múltiple (step–forward), entre el rendimiento y los factores, no manejables y manejables.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos para las parcelas fertilizadas por el agricultor se presentan en el Cuadro 1. Los resultados de las parcelas fertilizadas con una dosis alta y constante no fueron considerados, debido a la similitud observada respecto a las anteriores, en el análisis previo de las variaciones obtenidas.

Las pequeñas diferencias observadas en rendimientos entre los dos niveles de fertilización pueden deberse a los satisfactorios niveles de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio iniciales, como asimismo a la utilización de bajas densidades de población que pueden estar enmascarando la respuesta a la fertilización.

1. Factores que afectan el rendimiento en parcelas fertilizadas por el agricultor.

Los coeficientes de correlación total significativos, entre el rendimiento total y los factores propuestos,

CUADRO 1. Factores no manejables y manejables en el cultivo de la cebolla obtenidos en 34 lugares de observación ubicados en el valle del Aconcagua

TABLE 1. Manageable and non manageable factors considered in relation to onion production, at 34 localities in the Aconcagua Valley

Factores	Símbolo	Valor o unidad	Rango	Promedio
Drenaje interno	X ₁	(1)	1 – 3	1,97
Profundidad del suelo	X ₂	m	0,2 – 1,2 o más	0,90
Nitrógeno inicial	X ₃	ppm	11 – 58	28,1
Fósforo inicial	X ₄	ppm	4 – 45	18,3
Potasio inicial	X ₅	ppm	62 – 340	145,8
Conductividad eléctrica	X ₆	mmhos/cm	0,6 – 3,0	1,1
Materia orgánica	X ₇	o/o	1,7 – 7,6	3,6
Reacción del suelo	X ₈	pH	6,5 – 8,1	7,3
Clase textural	X ₉	(2)	1 – 5	4,1
Fertilización N	X ₁₀	kg N/ha	0 – 166,6	27,4
Fertilización P	X ₁₁	kg P ₂ O ₅ /ha	0 – 148	14,1
Fertilización K	X ₁₂	kg K ₂ O/ha	0 – 50	5,0
Rotación cultural	X ₁₃	(3)	1 – 2	1,3
Epoca de siembra	X ₁₄	(4)	0 – 102	48,4
Tiempo de almácigo	X ₁₅	meses	3 – 5,9	4,1
Labores de suelo	X ₁₆	número	3 – 10	6,1
Riegos	X ₁₇	número	4 – 30	14,8
Frecuencia de riego	X ₁₈	días	4 – 35,2	10,9
Distancia inicial sobre la hilera	X ₁₉	cm	9,9 – 23,8	15,1
Distancia entre surcos	X ₂₀	m	0,45 – 0,70	0,57
Distancia entre hilera s/camellón	X ₂₁	cm	13 – 40	26,2
Densidad inicial (1.000)	X ₂₂	plantas/ha	139,9 – 425,2	240,7
Densidad final (1.000)	X ₂₃	plantas/ha	102,7 – 339,3	197,5
Pérdida de plantas	X ₂₄	o/o	0 – 50,5	16,9
Epoca de plantación	X ₂₅	(5)	0 – 73	37,6
Tiempo plantación - cosecha	X ₂₆	días	113 – 152	129
Control de malezas	X ₂₇	número	2 – 5	2,9
Control de insectos	X ₂₈	número	0 – 3	0,7
Control de hongos	X ₂₉	número	0 – 3	0,3
Rendimiento total	Y ₁	ton/ha	12,9 – 67,5	25,4

(1) Valor del drenaje interno : 1 Bueno; 2 Moderado; 3 Deficiente.

(2) Valor de clase textural : 1 Arenosa; 2 Fr-arenosa; 3 Franca; 4 Fr-arcillosa; 5 Arcillosa;

(3) Valor de rotación cultural : 1 sin cultivo de leguminosas; 2 con cultivo de leguminosas, al menos en parte durante los últimos cinco años.

(4) Valor de época de siembra : días a partir del 25 de abril.

(5) Valor de época de plantación : días a partir del 11 de septiembre.

como asimismo los obtenidos entre ellos, se presentan en el Cuadro 2.

Mostraron una más alta correlación con rendimiento la densidad final de población y la distancia de plantación sobre la hilera, con valores de 0,56 y -0,47, respectivamente.

Las parcelas de mayores rendimientos (peso de bulbos) fueron aquellas que presentaron una mayor densidad de plantas (sobre 220.000/ha), producto probablemente de una menor distancia de plantación, entre las hileras, lo cual es corroborado por la alta correlación negativa encontrada entre rendimiento y distancia de plantación sobre la hilera. Por ser este factor el que muestra una mayor incidencia sobre la producti-

vidad de este cultivo, debe ser considerado con prioridad si se desea lograr un incremento de la producción por hectárea. Especialmente, debe cuidarse de obtener una alta densidad de plantas al momento de la cosecha. Una menor densidad final puede deberse a una mayor distancia de plantación inicial o a una mayor pérdida de plantas. Si tal fuere el caso, el período de cultivo podría estar afectando indirectamente los rendimientos, a través de la densidad de población, como se verá más adelante. Por otra parte, es importante notar que las densidades muy altas disminuyen el tamaño de las cebollas.

Otra de las correlaciones positivas significativas obtenidas con rendimiento, fue la del nivel inicial de potasio de intercambio en el suelo ($r = 0,45$). Sin embar-

CUADRO 2. Correlaciones totales significativas entre variables, para las parcelas fertilizadas por el agricultor

TABLE 2. Significant total correlations between variables observed in the plots fertilized by the farmers

	Densidad	Distancia s/hilera	K inicial	Rotación cultural	Tiempo plantación cosecha	Frecuencia riego	pH	N inicial
Rendimiento total	0,56***	-0,47**	0,45**	0,40**				
Densidad final		-0,71***		-0,50**	-0,39*			
Dist. s/hilera					0,41*			
Epoca de plantación					-0,43*	-0,51**	-0,38*	
pH					-0,41*	0,56***		
Materia orgánica			0,39*			0,46**		
Drenaje interno						0,36*	0,67***	
Conduc. eléctrica								0,46**

* Significativo al 5º/o : 0,349.

** Significativo al 1º/o : 0,449.

*** Significativo al 1 0/00 : 0,554.

go, este posible efecto del potasio debería ser estudiado con más detalle, ya que las deficiencias de potasio en los cultivos no son corrientes en el país.

También mostró correlación significativa con rendimiento la rotación cultural ($r = 0,45$): los más altos rendimientos se obtuvieron en suelos en los cuales se incluyó un cultivo de leguminosas dentro de los últimos cinco años. Esto puede ser consecuencia del efecto restaurador que tienen estas especies sobre la fertilidad y propiedades físicas de los suelos, así como sobre aspectos fitosanitarios y explicaría la escasa influencia que tuvo el nitrógeno en los rendimientos.

El tiempo transcurrido entre plantación y cosecha, muestra una relación inversa con la época de plantación. Aquellas plantaciones realizadas temprano presentaron períodos vegetativos más largos, asociados a frecuencias de riego menores que las plantaciones tardías. Una posible explicación serían los cambios en el régimen térmico, siendo más temperado en las siembras tardías, provocando una aceleración en el desarrollo de las cebollas. Además, la radiación solar es más alta en las siembras tardías, lo que junto a las mayores temperaturas, determinan una mayor demanda atmosférica de agua, y por ende, una mayor frecuencia de riego. El factor frecuencia de riego correlacionó positivamente con las condiciones de drenaje interno, indicando que este último condiciona el espaciamiento del riego. Usualmente, bajo condiciones de buen drenaje se da un mayor número de riegos, quizás debido a pérdidas de agua por percolación profunda. Estos suelos presentan niveles menores de alcalinidad y de materia orgánica, lo que se explicaría por un lavado del suelo y porque con menos materia orgánica se tendrá menos retención de agua.

Basándose exclusivamente en los coeficientes de correlación entre rendimiento y factores, éstos pueden ordenarse en influencia decreciente respecto al rendimiento, de la siguiente manera: densidad final de población > distancia inicial de plantación sobre la hilera > nivel de potasio en el suelo > rotación cultural.

2. Regresión múltiple (step-forward) entre factores manejables y no manejables y rendimiento total, para las parcelas fertilizadas por el agricultor.

El modelo usado, calculado por el procedimiento step-forward, fue el siguiente:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_n X_n$$

Este modelo dió un coeficiente de determinación (R^2) de 0,77, valor que indica que un 77º/o de las variaciones de rendimiento se encuentra explicado por los 16 factores considerados en dicha regresión. En el Cuadro 3 se observa que el factor densidad de plantas es el mayor contribuyente, con un 32º/o. Al incluir en la regresión nuevos factores, como potasio inicial, época de plantación, rotación cultural, drenaje interno, etc., se observan sucesivos incrementos en el coeficiente de determinación, donde cada vez en menor proporción, dichos factores nos van explicando las variaciones del rendimiento. Si comparamos la jerarquía de factores que se obtuvo basándose en los coeficientes de correlación total, con la jerarquía obtenida por el análisis de regresión, vemos que ésta difiere de aquella, en que la época de plantación aparece como un factor de gran importancia, que desplaza al factor distancia sobre la hilera. De acuerdo a estos resultados, los rendimientos se van incrementando por cada día después del 11 de septiembre y hasta, aproximadamente, dos meses más tarde.

Como el análisis de regresión es un mejor método de selección de variables que las correlaciones, se tiene

CUADRO 3. Orden relativo de la influencia de los factores sobre el rendimiento. Coeficientes de correlación (r), determinación (r²) y valores de F, al ir introduciendo sucesivamente al modelo los factores, según orden relativo. Coeficientes de regresión (b).

TABLE 3. Relative importance of the factors, according to their effect on yield. Correlation coefficients (r), determination coefficients (r²), and F values, when factors are introduced into the model, in their relative order. Regression coefficient (b)

Factores	Orden relativo de los factores	r	r ²	F	b
Densidad final	1	0,56	0,32	70,35**	0,13
Potasio de intercambio inicial	2	0,69	0,48	54,67**	0,07
Época de plantación	3	0,74	0,55	43,33**	0,34
Rotación cultural	4	0,77	0,59	35,97**	13,97
Drenaje interno	5	0,80	0,65	32,73**	9,68
Fertilización nitrogenada	6	0,81	0,67	28,92**	- 0,07
Frecuencia riego	7	0,82	0,68	26,35**	- 0,42
Materia orgánica	8	0,84	0,70	25,72**	2,81
Plantación-cosecha	9	0,84	0,72	23,35**	0,42
Conductividad eléctrica	10	0,86	0,74	22,59**	- 4,27
Fósforo inicial	11	0,87	0,75	21,91**	0,15
Profundidad de suelo	12	0,87	0,76	21,14**	- 5,72
Control insectos	13	0,87	0,76	20,68**	1,44
Distancia sobre hileras	14	0,87	0,77	20,26**	- 0,30
Reacción del suelo	15	0,87	0,77	19,97**	- 1,57
Nitrógeno inicial	16	0,87	0,77	19,83**	- 0,02

b₀ = -55,31. Coeficiente de posición del modelo de regresión.

**Significativo al 1^oo.

que, en orden decreciente, los 4 factores principales se ordenan como sigue: densidad final de plantas > potasio de intercambio inicial > época de plantación > rotación.

Por último, debe señalarse que los factores manejables parecen condicionar en mayor grado la productividad de la cebolla, que los factores no manejables. En consecuencia, cualquier medida tendiente a mejorar las

condiciones de manejo se traducirá en un incremento de los rendimientos.

Los factores no manejables mostraron una gran variación de la zona estudiada. Sin embargo, no parecen estar limitando el desarrollo del cultivo ni sus rendimientos. La única excepción observada fue el caso del contenido inicial de potasio en el suelo.

RESUMEN

En 34 lugares del valle del Aconcagua, se realizó una evaluación de la importancia de 16 factores en la productividad de la cebolla. Se midieron variables de manejo y de suelo.

De los factores estudiados, tuvieron una mayor acción sobre los rendimientos los siguientes: densidad

final de plantas > nivel inicial de potasio de intercambio > época de plantación > rotación cultural.

Los mejores rendimientos (60.000 kg/ha) se obtuvieron con densidades de 220.000 plantas/ha o más, con un contenido de K de intercambio, al momento de la plantación, sobre 100 ppm y en lugares en que la rotación incluía a una leguminosa.

LITERATURA CITADA

- BLEASDALE, J.K.A. 1959. The yield of onion and red beet as affected by weeds. *J. Hort. Sci.* 34(1): 7-13.
- BUTT, A.M. 1968. Vegetable growth morphogenesis and carbohydrate content of the onion plant as a function of light and temperature under field and controlled conditions. Netherlands, University of Wageningen, Ph.D. thesis. 211 p.
- CHILE, OFICINA DE PLANIFICACION AGRICOLA (ODEPA). 1968. Plan de Desarrollo Agropecuario 1965-1980. Uso potencial de los suelos de Chile. Zona III. Provincias de Aconcagua y Valparaíso. Santiago.
- DOWKER, R.D. and MEAD, R. 1969. Yield comparison in onion variety trials. *J. Hort. Sci.* 44: 155-162.
- GIACONI, V. 1955. Cultivo de Hortalizas. Santiago, s.e. 416 p.
- HAAG, H.P., HOME, P. and KIMOTO, T. 1972. Mineral nutrition of horticultural crops. VII. Uptake of nutrient by onion. *Soil and Fertilizer Abstr.* 35: 770.
- JONES, H.A. and MANN, L.J. 1963. Onions and their allies. New York, Interscience. 186 p.
- NICHOLS, M.A. 1970. Plant aspects of onion production. *Hort. Abstr.* 40: 152.
- WHEELER, G.F.C. and FINCH, C.G. 1962. Variety trials with main crops onions. (Original no consultado, citado en: Barrientos A., C.L. y Barrientos A., X. Variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) para deshidratación). Universidad Católica de Chile. Santiago. 1972. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- ZAFFANELLA, R.M. y GEMESIO, Z.M. 1968. Ataque de problemas de productividad agrícola, mediante análisis y síntesis ecológicos. Buenos Aires, Instituto de Suelos y Agrotecnia. s.p.
- ZAFFANELLA, R.M. 1967. Principales factores condicionantes del rendimiento de maizales de la región pampeana. Buenos Aires, Instituto de Suelos y Agrotecnia. (Mimeografiado). s.p.