

B. AÑEZ R.\*  
E. TAVIRA D.\*

### Summary

*This study evaluated the effects on onion production (*Allium cepa* L., c.v. Texas Early Grano 502) of varied applications of N, P, K, and 21 different row spacings, increasing in 3 cm increments from 20 to 80 cm apart. The tests were carried out at the San Juan Experimental Station, University of Los Andes, Mérida, Venezuela, on a typical Cambortid, or sandy-clay-loam soil, utilizing a "wagon-wheel" design with two complete circles as replications. Commercial bulb production was affected by changes in fertilizers and row spacing, the highest yields being obtained with row spacing of 20-23 cm and the application of 120 kg each of  $P_2O_5$  and  $K_2O$ , without N.*

### Introducción

**L**a cebolla es uno de los principales condimentos utilizados por los venezolanos en general y por los andinos en particular. Constituye el segundo renglón hortícola del país después del tomate; en 1980 fueron sembradas 4 907 hectáreas y se cosechó 4 609, con una producción de 92 500 toneladas y un rendimiento promedio de 20 069 kg/ha. Se exportó 503 toneladas por un valor de 1 449.000 bolívars. La mayor producción nacional (87 601 toneladas) se concentró en los Estados Lara (53 003 toneladas) y Falcón (34 598 toneladas), en superficies cosechadas de 2856 y 1374 hectáreas respectivamente

Esas cifras representaron el 91.78% de la superficie cosechada y el 94.7% de la producción nacional. En ese mismo año la situación para Los Andes fue bastante crítica, pues solo aparece el Estado Táchira con una superficie cosechada de 153 hectáreas, producción de 453 toneladas y un rendimiento medio sumamente bajo de 2 961 kg/ha (22). Mientras que

los Estados Falcón (25 180 kg/ha) y Lara (18 558 kg/ha) tuvieron rendimientos bastante buenos. La concentración de la producción en zonas semiáridas de muy escasa precipitación, muy parecidas a las condiciones de San Juan de Lagunillas, Estado Mérida, donde en pruebas realizadas por los autores (4) se han logrado rendimientos superiores a 30 000 kg/ha de bulbos, con tamaño y peso comerciales y de muy buena calidad, ha motivado para realizar estudios que proporcionen la información necesaria para convertir a San Juan de Lagunillas y sus alrededores en zona productora de cebolla y mejorar el abastecimiento de Mérida. El objetivo del trabajo fue medir el rendimiento en bulbos de la cebolla con la aplicación de fertilizantes a diferentes poblaciones de plantas por unidad de superficie.

### Revisión bibliográfica

Las respuestas de las plantas a los diferentes elementos fertilizantes dependen de la especie, de la disponibilidad de esos elementos en el suelo, de la dosis, forma y época de su aplicación y de las condiciones climáticas imperantes en las zonas de producción. Por otra parte, la población de plantas económicamente óptimas depende de los costos de producción, del clima y suelo, especialmente humedad y

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 3 de junio de 1985

\* Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), Facultad de Ciencias Forestales, ULA, Apdo. 220 Mérida, C. Postal 5101. Venezuela

fertilidad, de los rendimientos a las diferentes distancias de siembra y, fundamentalmente, de las preferencias del mercado (tamaño de la parte utilizada) y de los precios de venta.

Estudios sobre tasa de crecimiento y absorción de nutrimentos han indicado que las plantas de cebolla producen más del 72% de su peso seco desde el inicio de la formación de los bulbos hasta la cosecha y que extraen un promedio de 143 kg de N, 23 kg de P, 113 kg de K, 87 kg de Ca, 13 kg de Mg y 10 kg Na/ha (23)

En Gran Bretaña, Greenwood *et al.* (8, 9, 10) desarrollaron un programa de experimentos para caracterizar las respuestas de las hortalizas a la fertilización con N, P, K, bajo diferentes tipos de suelos. Los resultados para cebolla de bulbo sembrada en primavera presentan como cantidades óptimas la aplicación de 206 kg de N, 105 kg de P y 119 kg de K/ha. A pesar de las consideraciones anteriores, hay muchas discrepancias en relación a las respuestas de la cebolla a las dosis y forma de aplicación de los elementos mayores (1, 2, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21).

En relación a las distancias de siembra, en experimentos de campo se ha demostrado que el rendimiento total de bulbos a la cosecha se superó con el aumento del número de plantas por unidad de superficie, hasta alcanzar un máximo rendimiento, y después declinó. A la densidad de plantas para un óptimo rendimiento total los bulbos fueron demasiado pequeños para un mercado normal. Una densidad apropiada para la producción comercial de bulbos fue de 66 a 100 plantas/m<sup>2</sup> (5, 14)

En Brasil, las distancias de siembra empleadas son 40 a 50 cm entre hileras y de 10 a 30 cm dentro de la hilera (18). En Venezuela y en los Estados de mayor producción (Lara y Falcón), la cebolla se siembra en hileras simples o dobles, sobre camellones separados de 60-80 cm; en las hileras, las plantas se colocan de 5-7 cm entre ellas. Para la región andina las distancias varían a 15 a 50 cm entre hileras y de 10 a 30 cm entre plantas, siendo la más utilizada por los productores la de 30 x 30 cm (6, 7).

En estudios que se han evaluado tanto las distancias de siembra como la aplicación de fertilizantes, se ha determinado que aplicación de N en cobertura a intervalos de cuatro semanas produjeron los más altos rendimientos cuando las siembras se efectuaron a 12.7 cm entre plantas con dos hileras por surco y a 7.6 cm entre las dos hileras (20). En dos sitios distintos de Puerto Rico, Mangual-Crespo, Ramirez y Orengo (12) consiguieron que en La Fortuna los rendimientos a 30 y 60 cm fuera los mejores. Las dosis

bajas de fertilizantes (111 kg/ha de cada elemento N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, produjeron rendimientos significativamente superiores. En Las Lajas no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

### Materiales y métodos

Durante 1983 se realizó un estudio en la Estación Experimental del IIAP-ULA, en San Juan de Lagunillas, Estado Mérida (08° 31'N, 71° 21'W), altitud 1104 msnm, precipitación promedio de 528 mm anuales, temperatura media anual de 22°C, luminosidad media diaria de 8 03 horas, evaporación media diaria de 5.75 mm y humedad relativa media mensual de 70.08%.

Al suelo, descrito por Ochoa y Malagon (15) como Cambortid típico, franco fino, micaceo, isohipertérmico, se le tomó muestras compuestas (0-20 cm), cuyo análisis se presenta en el Cuadro 1.

Para el montaje del ensayo se utilizó el diseño conocido por los ingleses como "Systematic fan design" y "Wagon Wheel" por los norteamericanos, que fue adaptado para estas condiciones operacionales por Añez-Reverol (3), quien le dio el nombre de "Distancias consecutivas". Se usó dos círculos completos del mencionado diseño (Fig. 1a), con las características siguientes:

Radio de la circunferencia mayor (R) = 2.80 m.  
Radio de la circunferencia menor (r) = 0.70 m.  
Espacio sembrado (R-r) = 2.10 m.  
Mayor distancia entre hileras (L) = 0.80 m.  
Menor distancia entre hileras (l) = 0.20 m.  
Distancia entre plantas (d) = 0.10 m.  
Número de plantas por hilera (N) = 21.  
Variación de las distancias entre hileras cada 0.1 m (r<sub>e</sub>) = 0.03 m

Cada círculo o replicación (Fig. 1b) fue dividido en cinco partes a manera de parcelas principales, con tratamientos fertilizantes diferentes, a saber:

- A. Aplicación de N y K sin P.
- B. Aplicación de N y P sin K.
- C. Aplicación de P y K sin N.
- D. Aplicación de NPK.
- E. Sin aplicación de fertilizantes.

Las distancias de siembra entre hileras, en número de 21, fueron disminuyendo 0.03 m cada 0.10 m, desde una distancia mayor 0.80 m hasta una menor de 0.20 m, lo cual representa los tratamientos correspondientes a las subparcelas (Fig. 1c).

Cuadro 1. Análisis de suelo de la zona estudiada.

Variables	Clase textural	pH (1:2)	C.O. (%)	N. Total (%)	C/N -	P. Olsen (p.p.m)	K. Aprov. (me/100 g)	Mg Aprov. (me/100 g)
1983	FAa	7.30	1.29	0.131	9.8	10	0.64	1.73

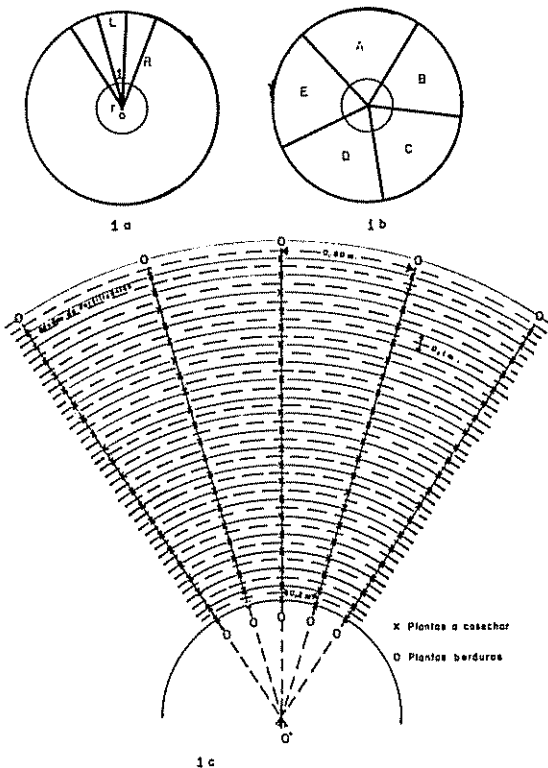


Fig. 1. Características del diseño de Distancias Consecutivas (a) Relación de los radios y distancias mayor y menor,  $\frac{R}{r} = \frac{L}{r}$  (b) División en parcelas principales con diferentes tratamientos fertilizantes y (c) Distancias de siembra entre hileras y aplicación de fertilizantes

Distancias entre hileras:

- |            |            |
|------------|------------|
| 1. 0.20 m  | 12. 0.53 m |
| 2. 0.23 m  | 13. 0.56 m |
| 3. 0.26 m  | 14. 0.59 m |
| 4. 0.29 m  | 15. 0.62 m |
| 5. 0.32 m  | 16. 0.65 m |
| 6. 0.35 m  | 17. 0.68 m |
| 7. 0.38 m  | 18. 0.71 m |
| 8. 0.41 m  | 19. 0.74 m |
| 9. 0.44 m  | 20. 0.77 m |
| 10. 0.47 m | 21. 0.80 m |
| 11. 0.50 m |            |

Cada parcela principal sostuvo un total de 84 plantas; cuatro en cada distancia entre hileras, calculadas de la manera siguiente:

$P = 2 \pi R$  (perímetro de la circunferencia mayor)  
 $N =$  número de plantas en la circunferencia mayor  
 $L = 0.80$  m (mayor distancia entre hileras).  
 $N = P/L = 2 \pi R/L = 21.99$  plantas.

Como fueron cinco parcelas principales:

$$N/5 = 21.99/5 = 4.4 \text{ plantas}$$

Se hizo aplicaciones fijas de 120 kg de N + 120 kg de  $P_2O_5$  + 120 kg de  $K_2O$ /ha a todos los tratamientos que lo requirieron, para tal fin las cantidades de fertilizantes se aumentaron desde la menor distancia hacia la mayor distancia entre hileras. Las aplicaciones se hicieron en bandas, a las plantas que formaron líneas concéntricas con los perímetros de las circunferencias (Fig. 1c). Las fuentes de los fertilizantes fueron: N, de la urea con 46% de N, fósforo, del superfosfato triple con 46% de  $P_2O_5$  y potasio, del Cloruro de potasio con 60% de  $K_2O$ .

El 15-12-82 se sembró un semillero de 10 m<sup>2</sup> con la variedad Texas Early Grano 502. El transplante se realizó el 16-02-83 y los fertilizantes fueron aplicados el 25-02-83; se hizo dos riegos por aspersión semanales y las malezas fueron controladas manualmente; se hizo aplicaciones semanales de Dithane M-45 al 0.5% alternado con Captan 50 al 0.5% para prevenir el cultivo contra enfermedades fungosas como la: mancha púrpura (*Alternaria porri* (Ellis) Ciferri), y la mancha blanca (*Botrytis* spp). La cosecha se efectuó el 02-06-83, en las cuatro plantas de cada subparcela y se tomó los pesos de los bulbos inmediatamente después de ser cosechados. Los datos peso promedio de los bulbos y rendimientos de los mismos en t/ha, fueron analizados estadísticamente

Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se muestra que tanto el tamaño de los bulbos como el rendimiento total de cebolla fueron significativamente influidos por la aplicación de fertilizantes

Las medias en la misma hilera seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% de acuerdo con Tukey

Cuadro 2. Peso en g de los bulbos y rendimiento de los mismos en t/ha con la aplicación de diferentes elementos fertilizantes en cebolla.

Aplicación de fertilizantes		A	B	C	D	E
MEDIAS	PESO	144 b	155 b	202 a	162 b	135 b
	REND	33 b	35 b	49 a	38 b	31 b

Se aprecia la ventaja del tratamiento C (PK sin N), coincidiendo con Smittle y Williamson (20), Timm y Riekels (21) y con las recomendaciones de Fusagri (7) en cuanto a la necesidad de una adecuada fertilización fosfórica para el buen desarrollo y producción de bulbos, y con Shickluna *et al* (19), quienes aseguran que niveles adecuados de K en los tejidos verdes parecen estar asociados con rendimientos óptimos en cebolla. El tratamiento D (NPK) resultó ser el segundo lugar tanto en peso de los bulbos como en rendimiento de los mismos, apoyando la importancia del P y K en la producción de cebolla y presentado al N, como si de alguna manera influyera negativamente esa producción, contradiciendo a los investigadores Hassan y Ayoub (11), Queddeng, Rodrigo y Lazo (17) y Agrawal, Kinra y Singh (1), cuyos resultados muestran que las aplicaciones de N aumentaron constantemente los rendimientos de cebolla y que K y P, solos o juntos no produjeron rendimientos significativamente superiores a los testigos.

La disminución de las distancias de siembra hasta 20 cm entre hileras no afectó el peso promedio de los bulbos a la cosecha (no se presenta los datos). Los rendimientos en bulbos fueron marcadamente influenciados por las distancias de siembra empleadas (Cuadros 3 y 4 y Fig. 2.)

La regresión permitió determinar la variación provocada en los rendimientos de cebolla por cada unidad de cambio ocurrida en las distancias de siembra entre hileras (Fig. 2). A pesar de la significancia de la desviación del componente de la Regresión Cuártica, se considera que ésta dio un ajuste más que aceptable ( $R^2 = 0.9766$ ) y en consecuencia se procedió a calcular su ecuación.

Al resultar significativa la interacción aplicación de elementos fertilizante distancia entre hileras, se analizó el comportamiento del cultivo a las diferentes

Cuadro 3. Análisis de varianza de los rendimientos de cebolla en t/ha bajo la aplicación de diferentes elementos fertilizantes y distancias entre hileras.

Fuentes de Variación	F Calculada	$r^2$	r	$R^2$
Parcela principal	—			
Bloques	3.32			
Fertilizantes	50.51*			
Error (a)	—			
Distancia entre hileras	102.95*			
Regresión lineal	1 662.62*	0.8075	-0.8986	
Regresión cuadrática	238.50*	—	—	0.9232
Regresión cúbica	78.86*	—	—	0.9616
Regresión cuártica	30.84*	—	—	0.9776
Desviación R., cuártica	3.01*			
Interacción	8.26*			
Error (b)	—			
TOTAL	—			

$\bar{Y}$  = 37.32 t/ha  
 C.V. (a) = 17.18%  
 C.V. (b) = 14.07%

distancias de siembra entre hileras ante la aplicación de los distintos elementos fertilizantes empleados (Cuadro 4, Fig. 3).

En términos generales los rendimientos en bulbos de cebolla aumentaron a medida que disminuyeron las distancias de siembra entre hileras con todos los

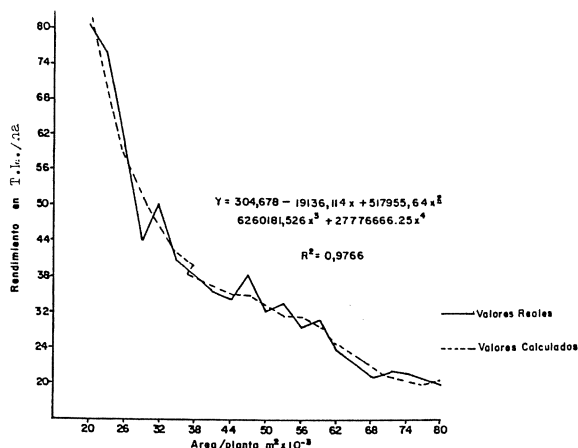


Fig. 2. Respuesta de la cebolla a las distancias de siembra entre hileras.

elementos fertilizantes usados y, aún, con el testigo sin fertilización, estos resultados concuerdan con los presentados por Bleasdale (5) y Nichols y Heydecker (14), haciendo la salvedad de que en el presente estudio el número máximo de plantas/m<sup>2</sup> fue de 50, por debajo de las 66 a 100 plantas/m<sup>2</sup> recomendadas por los citados autores para la producción comercial de cebolla.

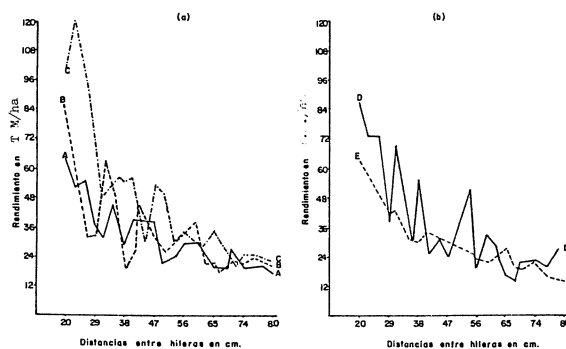


Fig. 3. Rendimientos de cebolla bajo 5 formas de aplicación de elementos fertilizantes (a) A, B, C y (b) D, E.

Cuadro 4. Rendimientos medios de cebolla en t/ha bajo la aplicación de diferentes elementos fertilizantes y distancias de siembra entre hileras en cm.

Dist. entre hileras	ELEMENTOS FERTILIZANTES				
	A	B	C	D	E
20	65.0 a	86.7 a	101.0 a	85.9 a	63.0 a
23	52.9 abc	60.3 abc	121.7 a	73.4 ab	57.5 ab
26	58.6 ab	33.3 bcde	95.2 ab	73.1 ab	49.1 abc
29	37.1 bcd	34.9 bcde	71.8 bc	38.5 cde	40.3 abcd
32	32.6 bcd	62.5 ab	47.9 cd	68.4 ab	42.9 abc
35	42.2 abcd	47.0 bc	57.1 cd	32.1 cde	29.3 cd
38	30.6 cd	19.7 cde	55.9 cd	55.9 bc	29.8 cd
41	38.1 abcd	27.0 cde	54.9 cd	25.1 de	35.5 bcd
44	39.5 abcd	46.4 bcde	32.0 de	32.5 cde	22.3 cd
47	33.7 bcd	33.2 cde	53.6 cd	24.8 de	41.1 abcd
50	20.0 d	26.7 cde	50.8 cd	35.0 cde	28.7 cd
53	25.0 d	29.9 cde	31.4 de	51.9 bcd	27.5 cd
56	29.3 cd	44.6 bcde	35.7 de	20.8 e	21.2 d
59	29.6 cd	38.1 bcde	32.8 de	34.0 cde	23.6 cd
62	28.0 cd	22.2 cde	28.2 e	27.8 de	24.1 cd
65	20.0 d	23.6 cde	36.0 de	16.0 e	27.6 cd
68	20.3 d	17.5 e	28.2 e	19.0 e	20.6 d
71	26.0 cd	23.5 cde	21.1 e	21.1 e	18.7 d
74	20.3 d	18.6 de	25.9 e	23.6 e	22.5 cd
77	21.6 d	24.3 cde	26.0 e	19.5 e	16.1 d
80	18.1 d	21.8 cde	20.3 e	26.6 de	14.1 d

Las medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del cinco por ciento, de acuerdo con Tukey.

## Resumen

La finalidad del estudio fue medir el efecto que sobre la producción de cebolla (*Allium cepa* L. var. Texas Early Grano 502), tuvieron la aplicación de diferentes elementos fertilizantes y 21 distancias de siembra entre hileras; éstas últimas fueron aumentando constantemente en la forma siguiente: la menor distancia 20 cm, fue seguida por 23, ésta por 26 y así sucesivamente hasta la 21, que fue de 80 cm. Se usó el diseño sistemático de "Distancias consecutivas" (*Wagon Wheel*), en dos círculos completos, como repeticiones. El trabajo de campo fue realizado en un suelo Cambortid típico, franco-arcilloso-arenoso de la Estación Experimental San Juan de Lagunillas, en Mérida, Venezuela. Los rendimientos de bulbos comerciales fueron aumentados significativamente por los fertilizantes, por las distancias entre hileras y por la interacción de ambas, resultando mejores aquéllos obtenidos con la aplicación de 120 kg de  $P_2O_5$  + 120 kg de  $K_2O$ /ha sin N, cuando las distancias entre hileras tuvieron 20 a 23 cm de separación.

## Literatura citada

1. AGRAWAL, M.L.; KINRA, K.L.; SINGH, H.N. 1981. Manurial requirement of onion in Gangetic alluvion of Uttar Pradesh. Indian Journal of Agricultural Research, 15:5-10.
2. ALERS-ALERS, S.; ORENCO-SANTIAGO, E.; CRUZ-PEREZ, L. 1979. The influence of various N-P-K fertilizer levels on onion production in Southern Puerto Rico. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, LXIII:III-115.
3. AÑEZ-REVEROL, B. 1972. Diseño sistemático para experimentos con distancias de siembra. VIII Jornadas Agronómicas Cagua. Edo. Aragua, Venezuela. 23 p.
4. AÑEZ-REVEROL, B.; TAVIRA, E. 1983. La cebolla consigue en Los Andes buenas condiciones para producir. Boletín Divulgativo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
5. BLEASDALE, J.K.A. 1966. The effects of plant spacing on the yield of bulb onions (*Allium cepa* L.) grown from seed. Journal of Horticultural Science, 41:145-153. Horticultural Abstracts 36(3):3 823-5 783 562 p.
6. FAILLACE, P., G., *et al.* 1971. Diagnóstico oleícola de la región de Los Andes. Tomo II. Corporación de Los Andes Mérida, Venezuela.
7. FUNDACION SERVICIO PARA EL AGRICULTOR (FUSAGRI) 1975. Amarilidaceas. Cebolla y ajo. Serie A No. 39. Cagua, Estado Aragua, Venezuela.
8. GREENWOOD, D.J., *et al.* 1980a. Comparison of the effects of potassium fertilizer on the yield, potassium content and quality of 22 different vegetable and agricultural crops. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 95:441-456.
9. GREENWOOD, D.J., *et al.* 1980b. Comparison of the effects of phosphate fertilizer on the yield, phosphate content and quality of 22 different vegetable and agricultural crops. Journal of Agricultural Science, Cambridge 95:457-469.
10. GREENWOOD, D.J., *et al.* 1980c. Comparison of the effects of nitrogen fertilizer on the yield, nitrogen content and quality of 21 different vegetable and agricultural crops. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 95:471-485.
11. HASSAN, M.S.; AYOUB, A.T. 1978. Effects of N, P and K on yield of onion in the Sudan Gezira. Experimental Agriculture 14:29-32.
12. MANGUAL-CRESPO, G.; RAMIREZ, C.T.; ORENCO, E. 1979. Effect of plant spacing and fertilizer levels on yield and dry bulb weight on onion cv. Texas Grano 502. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, LXIII:417-422.
13. MULKEY, J.R.; JR.; ALBACH, E.L.; DAINE-LLO, F.J. 1979. Response of onions to P placement. Agronomy Journal 71:1 037-1 040.
14. NICHOLS, M.A.; HEYDECKER, W. 1966. Onion spacing depends on requirements. Grower, 65:348-351. Horticultural Abstracts 36(3):3 823-5783. 562 p.
15. OCHOA, G.; MALAGON, D. 1979. Atlas de microscopia electrónica en suelos de Venezuela (Región de la Cordillera de Mérida), (1000-3500 msnm). p. 34. Universidad de Los Andes-Centro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras, Mérida, Venezuela. 40 p.

16. OZAKI, H.Y.; ILLEY, J.R. 1966. The effects of ammonium nitrate, potassium sulphate side dressings on onion yield and leaf composition. Proceedings of Soil Science, Florida. 24:217-220. 1964-1965 Horticultural Abstracts 36(2):2 232-3 022 p. 351
17. QUEDDENG, A.; RODRIGO, P.A.; LAZO, F.D. 1966. Effects of certain commercial fertilizers on the yield of onion Philippine Journal of Agriculture, 28-35-47. 1963. (Publicado en 1964) Horticultural Abstracts 36(1):1-2 231 p. 128.
18. RIBEIRO DE CAMPOS, H. 1969. Cultura da cebolla. Campinas-Estado São Paulo, Brasil O Agronomico, 21(1-2):9-34.
19. SHICKLUNA, J.C.; DAVIS, J.F.; LUCAS, R.E. 1966. Why potatoes and onions need phosphorus and potassium on a virgen organic soil. Better Crops, 49:20-25. 1965. Horticultural Abstracts 36(2):2 232-3 822 p. 351
20. SMITTLE, D.A.; WILLIAMSON, R.E. 1978. Onion production and curing in Georgia. Coastal Plain Station Tifton, Research Report 284. 11 p.
21. TIMM, H.; RIEKELS, J.W. 1964. Growth, yield and composition of onion, barley, and potato plants as affected by P and ammoniacal N fertilization. Agronomy Journal 56:335-340.
22. VENEZUELA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA. 1984. Anuario Estadístico Agropecuario. Caracas 1980 p. 117 y 118
23. ZINK, F.W. 1966. Studies of the growth rate and nutrient absorption of onion. Hilgardia, 37: 203-218. Horticultural Abstracts 36(4): 5 784-7 691 p. 782.

## Reseña de libros

JOHRI, B.M. *Embryology of angiosperms* Springer-Verlag Berlin, 1984. 830 + XXVI páginas.

Este moderno tratado, compuesto de 16 capítulos escritos por un selecto grupo de especialistas, constituye la mejor revisión realizada sobre el tema en más de 30 años. Resume el avance obtenido en este campo, gracias al esfuerzo de numerosos investigadores y de técnicas microscópicas modernas.

El libro es notable por la calidad de las fotografías e ilustraciones. La excelente mezcla de técnicas, dibujos, diagramas, fotografías de microscopía de luz, barrido electrónico, transmisión electrónica, fluorescencia, contraste de fases y de interferencia permiten una clara comprensión de los diversos temas tratados.

En el primer capítulo se introduce al lector en los conceptos básicos de la embriología, incluyendo técnicas de investigación; luego se procede a describir diferentes fenómenos, tales como células de transferencia, tubos polínicos persistentes, embriones de dudoso origen, otros, con una precisa selección de ejemplos naturales. Aquellas áreas en las que se carece de información adecuada, se presentan problemas no resueltos o se fundamentan en conceptos discutibles son cuidadosamente indicadas. Por primera vez la embriología de las angiospermas emerge como un

área dinámica de investigación, con avances significativos y un futuro prometedor.

Los 14 capítulos subsiguientes se refieren a la morfología, estructura, ontogenia y variación del microesporangio, el rudimento seminal, el megagametófito, grano de polen, proceso de fertilización, endosperma, embrión y la semilla. También se desarrolla aspectos como poliembrionía, apomixis, poliploidía en órganos reproductivos, germinación de las semillas, relación entre embriología y taxonomía y homologías y filogenia.

El último capítulo trata de la embriología experimental y de sus problemas y técnicas. Queda claro que en una era de observaciones e inferencias la embriología experimental ha sido introducida en una etapa de experimentos de índole fisiológica, bioquímica y genética que tratan de dilucidar los procesos involucrados en el crecimiento, desarrollo y diferenciación de los órganos reproductivos. El cultivo *in vitro* de órganos florales, yemas, polen, nucelas, células huevo, endospermas, embriones y otros ha producido resultados significativos, entre los cuales cabe destacar la obtención de haploides androgénicos y de híbridos.

Este libro constituye una fuente de referencia valiosa para aquellos individuos interesados en embriología, fitomejoramiento y cultivo de tejidos, y representa una adición importante para cualquier biblioteca en ciencias biológicas o agrícolas.

EUGENIA FLORES  
ESCUELA DE BIOLOGIA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA