

FERTILIZACIÓN FOLIAR EN CEBOLLA

R. Nava-Sánchez¹; G. Almaguer-Vargas^{1*}; M. Pérez-Grajales¹; R. Maldonado-Torres²;
E. Cárdenas-Soriano¹

¹Departamento de Fitotecnia, ²Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38,5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230. MÉXICO. (*Autor responsable).

RESUMEN

La fertilización foliar en cebolla ha tenido resultados inconsistentes, que impiden un adecuado manejo de la nutrición del cultivo. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo cuantificar el efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y calidad de bulbo, mediante la evaluación de la actividad de procesos fisiológicos, rutas de penetración de fertilizantes y concentración nutrimental en el follaje. Para lograr este objetivo, se estableció un experimento de campo en el 2001 y se aplicaron cinco fertilizantes foliares más un testigo y se empleó un diseño experimental en bloques al azar con seis repeticiones. No hubo incremento en el rendimiento y calidad de bulbo. Tampoco existieron diferencias significativas en la expresión de variables fisiológicas como la difusión de CO₂, asimilación de CO₂, conductancia estomática, resistencia estomática, tasa de transpiración, concentración de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn y Zn, del tejido foliar. En el estudio de penetración de la urea foliar más el colorante calcofluor, se encontró que penetró a través de los estomas y en menor grado por la cutícula en plantas de 75 días como de 113 días después del trasplante.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Allium cepa* L., urea foliar, producción y calidad de bulbo, rutas de penetración foliar.

FOLIAR FERTILIZACION IN ONION

ABSTRACT

Foliar fertilization in onion has had inconsistent results, which prevent adequate management nutrition for this crop. Therefore, the present study had the objective of quantifying the effect of foliar fertilization in bulb yield and quality, through the evaluation of the activity of physiological processes, fertilizer penetration routes, and canopy nutrient concentration. To accomplish this objective, a field experiment was established in 2001, were five foliar fertilizers and a control were applied in a completely randomized experimental design with six replications. There was no increase in bulb yield and quality. There were also no significant differences in the expression of physiological variables such as CO₂ diffusion, CO₂ assimilation, stomatal conductance, stomatal resistance, transpiration rate, N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn and Zn foliar tissue concentration. When studying the penetration of foliar urea plus calcofluor colorant, urea entered through the stomata and, to a lower degree, through the cuticle of plants at 75 and 113 days after transplant.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Allium cepa* L., foliar urea, bulb production and quality, foliar penetration routes.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) ocupó el cuarto lugar en relación con las especies hortícolas producidas en México en el año 2001, con una superficie cultivada de 45,283 ha y un rendimiento promedio de 22.7 t·ha⁻¹ (SAGARPA, 2003), considerado bajo con relación al de otros países (45 t·ha⁻¹). En este cultivo se realizan prácticas de fertilización, en las que aún no se ha determinado adecuadamente su contribución en el rendimiento y calidad del bulbo, pero si aumentan sus costos de cultivo. Por ejemplo, en muchas ocasiones, se hacen aplicaciones repetidas de fertilizantes foliares sin conocerse su efectividad. De hecho, su justificación para emplearla o no, es controvertida. Al

respecto, Kolota *et al.* (2001) lograron un 10.8 % de incremento en el rendimiento del producto comercial de cebolla, en tanto que Hawary *et al.* (1991) reportaron un incremento de 4.5 t·ha⁻¹. En contraste, Martínez (1984) y Serrano *et al.* (1995), no encontraron efectos significativos en el rendimiento de bulbo, al efectuar aspersiones foliares de fertilizantes. Las razones pueden ser desde las técnicas de aplicación hasta aquellas relacionadas con las características morfológicas y fisiológicas involucradas en la penetración y utilización de estas sustancias.

No obstante, la fertilización foliar es una forma de nutrición a través de las hojas, que no es un sustituto de la fertilización edáfica, sino más bien es un complemento

orientado a corregir deficiencias de micronutrientes. En algunos casos, donde la cutícula de las hojas es gruesa, como en la cebolla, se presentan bajas tasas de penetración de iones, por lo que se requieren varias aplicaciones para introducir una cantidad adecuada de ellos y también pueden causar quemaduras cuando se usan concentraciones mayores a 4 % (Alexander, 1986; Acosta, 1991). Según Swietlik y Faust (1984) la absorción se lleva a cabo en tres etapas. En la primera, la sustancia que se aplica en la superficie de las hojas penetra la cutícula y la pared celular por difusión libre, vía apoplasto y en la tercera es absorbida en la membrana plasmática para llegar al citoplasma. Después de la penetración los nutrientes tienen tres posibles rutas. Primero los iones son translocados a los espacios libres del tejido vascular para su almacenamiento en el floema o transporte a los sitios de demanda. La segunda involucra el transporte activo a través del simplasto, vía plasmodesmos. La tercera implica la posibilidad de quedar almacenado dentro de la célula para su posterior uso (Rodríguez, 1997).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización foliar en el rendimiento, calidad de bulbo, variables fisiológicas y concentración nutrimental. Paralelamente identificar los mecanismos de absorción iónica en las hojas, bajo la hipótesis de que la fertilización foliar no incrementa la calidad ni el rendimiento de bulbo y que la principal vía de penetración foliar es por los estomas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento 1. Aplicación de fertilizantes foliares

El experimento se realizó en el 2001, en el campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México, ubicado a 19° 20', latitud norte y 98° 20', longitud oeste, con una altitud de 2,240 msnm. El clima según Köppen (García, 1973) corresponde a un templado subhúmedo, las lluvias invernales representan menos del 5 % con respecto a las de verano, con una precipitación media anual de 580 mm, y temperatura tipo Ganges y con una oscilación de temperatura entre 5 y 7 °C. El material vegetal que se empleó fue el híbrido Early Supreme, que es una cebolla de día corto, y dura aproximadamente 183 días de trasplante a madurez comercial del bulbo. El cual es de tipo grano hacia globo achatado, de textura muy firme, de tamaño grande y de color blanco.

Tratamientos

Los fertilizantes foliares asperjados fueron: Bayfolan Forte® al 2 %, Gro-Green® al 2 %, Nitrofosca® al 2 %, urea con bajo biuret (urea foliar) al 2 %, fertilizante foliar experimental (FFE) a 7.5 µl·litro⁻¹ más urea foliar al 1 % y un testigo. A los tratamientos se les agregó el surfactante comercial Agral-plus® a una concentración de 1.5 ml·litro⁻¹ de agua. Las aplicaciones se realizaron una vez por semana, iniciando 8

días después del trasplante y terminando 15 días antes de la cosecha, con un total de 12 aplicaciones.

Diseño experimental. Se empleó el diseño experimental de bloques al azar con seis repeticiones. La unidad experimental consistió de tres surcos de 0.5 m de anchura por 3.0 m de largo. La unidad de muestreo fueron las plantas con competencia completa del surco central.

Variables evaluadas

Variables fisiológicas. Se midió la tasa de transpiración, concentración intracelular de CO₂, resistencia estomática, conductancia estomática, y la asimilación de CO₂ en campo, con un equipo portátil LI-6200 (LI-COR. Inc. Lincoln, Nebraska, USA). Esta medición se efectuó en tres plantas del surco central de hojas recién maduras ubicadas en la cuarta a partir del ápice y a los 92 días después del trasplante.

Concentración nutrimental. Se colectaron 12 hojas (una por planta del surco central de cada tratamiento) ubicadas en la cuarta posición a partir de la primera hoja externa, las cuales estaban fisiológicamente maduras y completamente sanas. Se transportaron en bolsas de polietileno negro, al laboratorio de Nutrición de Frutales de la Universidad Autónoma Chapingo. Se lavaron con agua destilada y se eliminó el exceso con papel absorbente; se colocaron en una estufa a 60 °C durante 48 horas y se molieron en molino de acero inoxidable provisto de una malla del número 60.

La concentración de nitrógeno se determinó por el método micro-kjeldahl (Bremner, 1965). El fósforo se determinó por el método complejo amarillo de vanamolibdato (Jackson, 1964), el contenido de potasio se cuantificó por flamometría (Jackson, 1964). Los nutrientes Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn y B, se cuantificaron por espectrofotometría de absorción atómica (Bradfield y Spencer, 1965).

Rendimiento y calidad de bulbo. El rendimiento y calidad externa se determinaron pesando los bulbos (kg) de la parcela útil, midiendo el diámetro transversal y longitudinal (cm) de los bulbos y el pseudotallo (cm).

Análisis de datos. Las variables fueron sometidas a un análisis de varianza ($P \leq 0.05$) y comparaciones de medias (Tukey, $P \leq 0.05$) con el programa estadístico computacional SAS (SAS, 1996).

Manejo del cultivo. El cultivo se manejó como se acostumbra en la región, se mantuvo libre de malezas, se efectuaron cuatro escardas con yunta, siete riegos, se controló el minador de las hojas con MetasixtoC®, y se fertilizó con la dosis 120-80-60.

Experimento 2

Rutas de penetración de fertilizantes aplicados vía foliar. Este experimento en una primera etapa consistió en determinar la concentración óptima del colorante Fluorescent Brightener 28, cuyo ingrediente activo es el calcofluor M2R, con una composición química de $C_{40}N_{42}O_{10}S_2Na_2$ (Número de catálogo F 6259 SIGMA, USA), para lo cual se prepararon soluciones de 100 ml al 0.01, 0.05, 0.1 y 0.5 %; en las cuales se disolvieron 2 % de urea, lo cual aseguró la penetración de ambas sustancias. La aplicación se hizo a plantas de cebolla de 75 y 113 días del transplante, con un rociador manual. Posteriormente, se colectaron hojas situadas en la cuarta posición con relación a la más externa, a los 0, 60, 120, 240, 360 y 600 minutos después de la aplicación así como de un testigo. Después se colocaron en bolsas de polietileno negro y se transportaron al laboratorio en una hielera. Una vez colectado el material, se procedió a preparar las muestras para la observación en un microscopio de luz y fluorescencia POLIVAR. Se hicieron cortes transversales de aproximadamente 0.5 cm de largo por 0.3 cm de ancho en hojas. La muestra se depositó en la base del micrótomos de congelación (American Optical Mod. Spencer 880), donde se hicieron cortes de 30 mm de espesor, que se colocaron en glicerol, en forma transversal. Posteriormente, se montaron en portaobjetos y cubreobjetos y se realizaron observaciones con el microscopio de fluorescencia con diferentes filtros. Esta prueba sirvió para seleccionar la mejor concentración de tinción (0.5 % de calcofluor), es decir, la que presentó la mayor nitidez en las observaciones del complejo fertilizante foliar-fluorocromo, bajo el filtro de luz ultravioleta número 2.

En la segunda etapa, las observaciones se hicieron en plantas de cebolla establecidas en un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. Se colectaron las hojas a diferentes tiempos (30, 60, 120, 240, 360 y 600 minutos después de la aplicación), así como un testigo sin fertilizar. La unidad experimental fue una planta. Los cortes anatómicos se realizaron como se describieron en la primera etapa, utilizando la concentración de 0.5 % del colorante fluorescente, y se obtuvieron las fotografías correspondientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1. Aplicación de fertilizantes foliares

Rendimiento y calidad de bulbo

La aplicación de fertilizantes foliares, no promovió diferencias estadísticas significativas en rendimiento ni calidad de bulbo (Cuadro 1). Martínez (1984) y Serrano *et al.* (1995) tampoco encontraron incrementos en rendimiento de cebolla al aplicar fertilizantes foliares. Las causas pueden ser que los fertilizantes aplicados al suelo (120 - 80 - 60) y los ya existentes (10.96, 30 y 705 mg·kg⁻¹ de nitrógeno inorgánico, fósforo Olsen y potasio intercambiable, respectivamente), posiblemente fueron suficientes para

satisfacer la demanda del cultivo. Según Yamada *et al.* (1964) y Rabinowitch y Brewster (1990), el aprovechamiento de los fertilizantes foliares puede dificultarse al atravesar una cutícula gruesa y cerosa, y células epidérmicas, células del parénquima de empalizada y parénquima esponjoso, para llegar al sistema vascular de la hoja de cebolla. El rendimiento es una resultante de componentes como el diámetro y altura de bulbo, diámetro de pseudotallo, en los que tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1).

CUADRO 1. Rendimiento y calidad de bulbo de cebolla en respuesta a la aplicación de fertilizantes foliares.

Fertilizante Foliar	Rendimiento (kg·1.5 m ⁻²)	Diámetro de bulbo (cm)	Altura de bulbo (cm)	Diámetro de pseudotallo (cm)
Bayfolan Forte® (2 %)	1,356.0 a ^z	5.11 a	6.62 a	0.98 a
GroGreen® (2 %)	1,701.7 a	5.42 a	6.77 a	1.02 a
Nitrofosca® (2 %)	1,747.5 a	5.54 a	6.87 a	1.05 a
Urea con bajo biuret (2 %)	1,830.0 a	5.90 a	7.22 a	0.98 a
7.5 ml·litro ⁻¹ de FFE	1,801.7 a	5.65 a	7.06 a	1.02 a
Testigo	1,463.3 a	5.30 a	6.95 a	0.95 a
DMSH	700.1	0.9678	0.9788	0.2747

^zValores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.
DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; FFE: Fertilizante foliar en experimental.

Diagnóstico nutrimental

La concentración nutrimental de N, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B, fue estadísticamente igual entre tratamientos ($P \leq 0.05$); la concentración de K se incrementó con la aplicación foliar de Bayfolan Forte® (1.78 %, con base en materia seca) (Cuadro 2). En general se observó que los valores de las concentraciones nutrimentales fueron bajos, excepto para Fe (Jones *et al.*, 1991). No obstante, estos fueron superiores a los encontrados por Padilla (1998), Greenwood *et al.* (1992) y Zink (1966), con 1.55-0.20-1.24; 1.46-00-00; 1.67-0.26-1.3 % de N-P-K, respectivamente. Cabe aclarar que Padilla (1998) evaluó en condiciones ambientales similares a las del presente estudio, excepto que aplicó 350 kg de N por hectárea, a través de materia orgánica. Lo anterior implica que las aspersiones de los diferentes fertilizantes foliares no modificaron las concentraciones de nutrimentos en las hojas ni el rendimiento y calidad de bulbo de cebolla.

Variables fisiológicas

De las variables fisiológicas se puede indicar que no

CUADRO 2. Contenido nutrimental en el tejido foliar de cebolla, en respuesta a diferentes fertilizantes foliares.

Fertilizantes Foliares	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	B (mg·kg ⁻¹)	Cu (mg·kg ⁻¹)	Fe (mg·kg ⁻¹)	Mn (mg·kg ⁻¹)	Zn (mg·kg ⁻¹)
Bayfolan Forte® (2 %)	2.09 a ^z	0.26 a	1.78 a	0.95 a	0.34 a	40.3 a	13.3 a	122.8 a	18.4 a	13.6 a
GroGreen® (2 %)	2.30 a	0.23 a	1.45 b	0.98 a	0.32 a	31.1 a	12.6 a	111.5 a	20.9 a	14.7 a
Nitrofosca® (2 %)	2.12 a	0.26 a	1.48 b	1.10 a	0.35 a	44.6 a	10.5 a	102.1 a	23.0 a	16.1 a
Urea con bajo biuret (2 %)	2.31 a	0.26 a	1.37 b	1.35 a	0.40 a	56.2 a	14.7 a	113.0 a	26.5 a	20.9 a
7.5 ml·litro ⁻¹ de FFE	2.15 a	0.26 a	1.46 b	1.03 a	0.35 a	46.1 a	9.6 a	100.3 a	25.1 a	17.1 a
Testigo sin aplicación	2.22 a	0.30 a	1.43 b	0.93 ^a	0.36 a	35.3 a	9.5 a	108.3 a	23.9	22.1 a
DMSH	0.58	0.173	0.304	0.78	0.22	38.3	9.0	75.5	18.9	2257.4

^zValores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. FFE: Fertilizante foliar experimental. DMSH: Diferencia mínima significativa honesta.

existieron diferencias estadísticas, excepto en la conductancia estomática. La aplicación foliar de Bayfolan Forte® 3.28 (mg·litro⁻¹) promovió el valor promedio de conductancia más alto (Cuadro 3). Sin embargo, esto no se reflejó en una mayor tasa de asimilación de CO₂. Esto sugiere que es necesario hacer mediciones en un número menor de tratamientos, lo que permitiría incrementar el número de repeticiones y con ello obtener mayor consistencia de los valores registrados en un período de tiempo corto (60 minutos) dentro del cual las condiciones ambientales pueden ser más uniformes.

Experimento 2. Penetración de la urea en plantas a los 75 y 113 días de trasplantadas

Una hora después de la aplicación de la urea foliar con el colorante calcofluor se observó su penetración en el tejido cuticular (Figura 1a y 1g). En la segunda hora, este fertilizante se encontraba alrededor de los estomas y se dirigió a las células de parénquima en empalizada (Figura 1d y 1h). Cuatro horas después estos productos se encontraban en la epidermis, en el parénquima en empalizada y esponjoso, también se observó que, en ambos días de aplicación del fertilizante foliar, la principal vía de penetración fueron los estomas (Figura 1e y 1i). Diez horas después de la aplicación foliar, ya no se observó fluorescencia en las plantas de 75 días de trasplantadas (Figura 1f), en cambio, se observó fluorescencia en los haces vasculares de las plantas de

113 días (Figura 1j), lo que sugiere que el producto aplicado fue transportado a los sitios de demanda, evidenciando que existe penetración del fertilizante foliar por la cutícula y estomas, aunque esta última es la vía más importante. Al respecto, Yamada *et al.* (1964) indicaron que el nitrógeno en forma de urea es absorbido, translocado y metabolizado en las hojas de cebolla en un periodo de 30 horas. Lo cual corrobora los resultados del presente estudio, ya que diez horas después de la aplicación foliar, el fertilizante ya se encontraba en el tejido vascular.

Por otra parte, la hoja de cebolla presenta estomas tanto en su parte abaxial (61 estomas·cm⁻²; Figura 2a, como en la adaxial (66 estomas·cm⁻²; Figura 2b). Al respecto Yamada *et al.* (1964) indicaron que la presencia de cavidades estomáticas tanto en la parte superior como en la parte inferior de las hojas, permiten un equilibrio de penetración de iones para las dos superficies.

CONCLUSIONES

La aplicación de fertilizantes foliares no incrementó el rendimiento ni la calidad de bulbo de cebolla, por lo que no se justifica su uso comercial. No obstante, existió absorción de la urea, principalmente a través de los estomas y en menor grado por la cutícula.

CUADRO 3. Variables fisiológicas medidas en plantas de cebolla en función de aplicaciones foliares.

Fertilizante Foliar	Difusión de CO ₂ (cm ³ ·s ⁻¹)	Asimilación de CO ₂ (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	Conductancia Estomática (mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	Resistencia Estomática (s·cm ⁻¹)	Transpiración (mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)
Bayfolan Forte® (2 %)	7.60 a ^z	28.73 a	3.28 a	0.096 a	46.52 a
GroGreen® (2 %)	8.02 a	24.77 a	1.79 b	0.184 a	37.48 a
Nitrofosca® (2 %)	8.56 a	28.54 a	2.57 ab	0.124 a	43.48 a
Urea con bajo biuret (2 %)	9.92 a	26.68 a	1.81 ab	0.186 a	35.31 a
7.5 ml·litro ⁻¹ de FFE	10.37 a	28.91 a	2.13 ab	0.160 a	36.87 a
Testigo sin aplicación	9.24 a	27.55 a	2.05 ab	0.160 a	37.68 a
DMSH	5.865	17.365	1.489	0.116	17.155

^zValores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. FFE: Fertilizante foliar experimental; DMSH: Diferencia mínima significativa honesta.

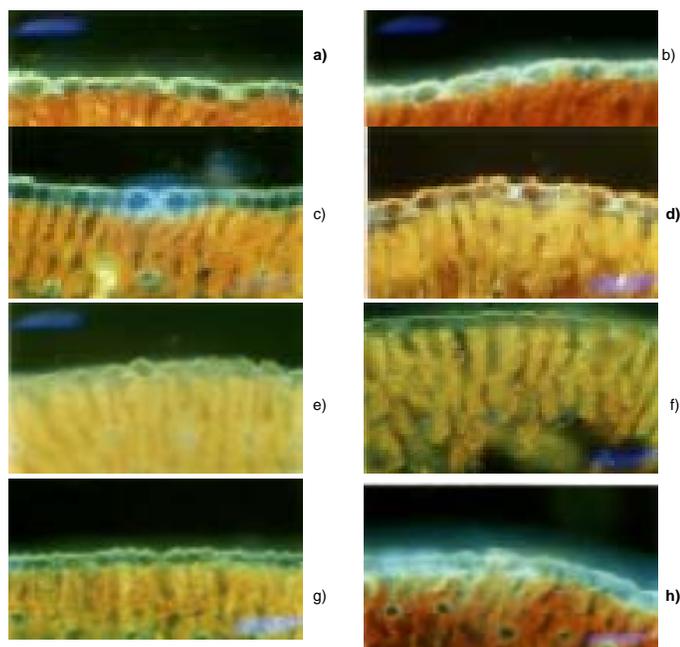


FIGURA 1. Secuencia microscópica de la penetración del fertilizante foliar urea con calcofluor. (a) corte transversal de la hoja 60 minutos después de la aplicación del fertilizante-calcofluor, para la fecha uno (40 x). (b) corte transversal de la hoja 120 minutos después de la aplicación del fertilizante-calcofluor, para la fecha uno (40 x). (c) corte transversal de la hoja 240 minutos después de la aplicación del fertilizante-calcofluor, para la fecha uno (40 x). (d) corte transversal de la hoja 600 minutos después de la aplicación del fertilizante-calcofluor, para la fecha uno (40 x). (e) corte transversal de la hoja 60 minutos después de la aplicación del fertilizante-calcofluor, para la fecha dos (40 x). (f) corte transversal de la hoja 120 minutos después de la aplicación del fertilizante-calcofluor, para la fecha dos (40 x). (g) corte transversal de la hoja 360 minutos después de la aplicación del fertilizante-calcofluor, para la fecha dos (40 x). (h) corte transversal de la hoja 600 minutos después de la aplicación del fertilizante-calcofluor, para la fecha dos (40 x).

LITERATURA CITADA

- ACOSTA Z., C. 1991. Mecanismos de Absorción Foliar de Nutrientes. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 68 p.
- ALEXANDER, A. 1986. Optimum timing of foliar nutrient sprays, pp. 44-60. *In: Foliar Fertilization*. ALEXANDER, A. (ed.). Martinus Nijhoff. Dordrecht, Netherlands.
- BRADFIELD, E. G.; SPENCER, D. 1965. Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops: determination of magnesium, zinc and copper by atomic absorption spectroscopy. *J. Sci. Food Agron.* 16: 33-38.
- BREMNER, J. M. 1965. Total nitrogen, pp. 1149-1178. *In: Methods of Soil Analysis*. BLACK, A. C. (ed.). Part 2. Agronomy 9: ASA. Winsconsin, USA.
- GARCÍA, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Tercera Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. 252 p.

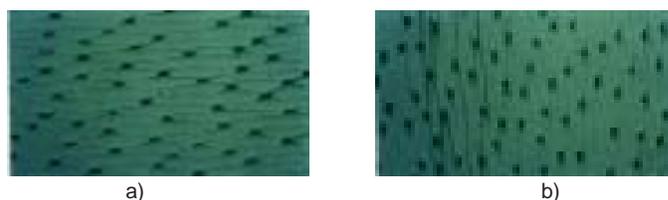


FIGURA 2. Presencia de cavidades estomáticas en la parte abaxial de la hoja de cebolla (a) (10 x). Presencia de estomas en la parte adaxial de la hoja de cebolla (b) (10 x).

- GREENWOOD, D. J.; NEETESON, J. J.; DRAYCOTT, G. A.; WIJNEN, G.; STONE, D. A. 1992. Measurement and simulation of the effects of N-fertilizer on growth, plant composition and distribution of soil mineral-n in nationwide onion experiments. *Fertilizer Research* 31: 305-318.
- HAWARY, N. A.; MIHI, M. M.; METWALLY, I. O.; MASRY, M. A.; KAMEL, A. S. 1991. Unfluence of intercropping patterns and foliar spray with micronutrients on growth and yield of faba bean and onion. *Annals of Agricultural Science Moshtohor* 29(2): 669-679.
- JACKSON, M. L. 1964. Análisis Químico de Suelos. Traducción al español de HUERTA, J. Omega, S.A. Barcelona, España. 225 p.
- JONES, J. B.; WOLF, B.; MILLS, H. A. 1991. *Plant Analysis Handbook. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*. Micro- Macro Publishing, Inc. Georgia, U S A. 213 p.
- KOLOTA, E.; OSINSKA, M. 2001. Efficiency of foliar nutrition of field vegetables grown at different nitrogen rates. *Acta Horticulturae* 563: 87-91.
- MARTINEZ C., J. 1984. Respuesta de la cebolla (*Allium cepa* L.) a diferentes niveles de fertilización foliar, nitrogenada y fosfatada al suelo bajo condiciones de invernadero. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Nuevo León, México.
- RABINOWITCH, H.; BREWSTER, J. L. (eds.) 1990. *Onions and Allred Crops, Vol. II Agronomy, Biotic Interactions, Pathology and Crop Protection*. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, USA.
- RODRÍGUEZ M., M. 1997. Fertilización foliar en el cultivo del tomate en condiciones de invernadero Montecillo, México. Tesis de Doctor en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- SAGARPA. 2003. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. D. F., México.
- SALISBURY, B. F.; ROSS, C. W. 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamérica. D. F., México. 759 p.
- SAS. 1996. SAS software release 6.12. SAS Institute Inc. Cary, N. C. USA. 830 p.
- SERRANO V., J. O.; CUIEL R., A.; AYALA H., J. 1995. Utilización de un biofertilizante en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en Chapingo, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 1(4): 95-99.
- SWIETLIK, D.; FAUST, M. 1984. Foliar nutrition of crops. *Horticultural Reviews* 7: 287-355.
- YAMADA, Y.; WITWERT, S. H.; BUKOVAC, M. J. 1964. Penetration of ions through isolated cuticles. *Plant Physiol.* 39: 28-32.
- ZINK, F. W. 1966. Studies on the growth rate and nutrient absorption of onion. *Hilgardia* 37: 203-218.