

DIAGNÓSTICO DEL SUELO, EL AGUA DE RIEGO Y EL ESTADO NUTRICIONAL DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) CULTIVADA EN LA ZONA DE ALTAGRACIA, EDO. LARA.

Ingrid Mollejas^{*}, Gilberto Durán^{*}, José Herrera^{*}, Reinaldo Pire^{**}, Felipe Marcano^{***} y Jesús Pérez O^{***}

RESUMEN

Se estudiaron diversas características físicas y químicas del suelo y el agua de riego, y su relación con el desarrollo y estado nutricional del cultivo de cebolla, híbrido 429 (Asgrow), en la zona de Altigracia, estado Lara, Venezuela. Se encontró una porosidad de suelo adecuada para el desarrollo de las raíces a nivel de los camellones y una fuerte compactación en el fondo de los surcos. Los límites de consistencia mostraron que el suelo puede tolerar labores de labranza dentro de un rango moderado de humedad. La salinidad del suelo y del agua son altas, lo cual podría, a mediano plazo, afectar al cultivo a menos que se empleen prácticas adecuadas de manejo. Los niveles de fósforo y potasio en el tejido vegetal estuvieron por debajo del rango de suficiencia. A pesar de lo anterior, en el suelo se encontraron valores relativamente altos de potasio, discordancia ésta que fue atribuida, al menos en parte, al alto contenido de calcio, el cual pudo ejercer un efecto antagónico en la absorción de dicho elemento.

Palabras claves: Cebolla, suelos, calidad del agua, nutrición mineral

SUMMARY

Effects of soil properties and water quality on the performance and mineral nutrition of onion plants in Altigracia, Lara state, Venezuela.

Chemical and physical characteristics of soil and water in an onion field and their relation to plant performance and mineral nutrition were tested. It was found a soil porosity appropriate for root growth in the ridge and high soil compactation at the bottom of the furrows. Consistency limits showed that the soil can tolerate tillage practices within a moderately high moisture range. Electrical conductivity of water and soil extract were high, which could affect the crop unless appropriate management practices are adopted. Tissue levels of phosphorous and potassium were found to be deficient even though there were appropriate levels of the latter in the soil. This was attributed, at least partially, to the high calcium content that could exert some antagonic effect.

Key words: Onion, soils, water quality, mineral nutrition.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es un cultivo que en Venezuela, como a nivel mundial, constituye la hortaliza de mayor importancia y producción después del tomate. Así, para 1987 se sembraron en el país 4750 hectáreas para un rendimiento

promedio de 125162,5 toneladas, correspondiendo a los estados Lara y Falcón el 95% de la producción nacional (FONALAP, 1989)

Entre los factores más importantes que afectan los rendimientos de las hortalizas se pueden mencionar: la composición genética de la semilla utilizada, el medio ambiente en que se produce el cultivo, el uso de los reguladores de crecimiento y el

* Estudiantes graduados. Posgrado de Horticultura

** Profesor. Postgrado de Horticultura

*** Profesor. Departamento de Suelos, Decanato de Agronomía, UCLA. Apartado 400, Barquisimeto, Venezuela.

manejo agronómico (Jamaguchi, 1983; Lorenz y Maynard, 1988). Dentro de este último, un buen plan de fertilización es fundamental para lograr buenos rendimientos de la cebolla debido a lo superficial de sus raíces activas y a la alta densidad de población en que se siembra.

La cebolla es un cultivo que puede crecer en una gran diversidad de suelos, siendo ligeramente tolerante a la acidez y susceptible a la salinidad (Benacchio, 1982). La disminución del rendimiento ante condiciones de salinidad del suelo ha sido señalada por diversos autores (Doorenbos y Fasson, 1988; Maas y Hoffman, 1977).

Las condiciones físicas y químicas del suelo constituyen un eje fundamental en el establecimiento de alternativas de uso y manejo que permitan elevar su productividad. De ahí que se realizó un estudio en una plantación comercial de cebolla que persiguió los siguientes objetivos:

- a) Determinar las características físicas y químicas de los suelos y el agua del área bajo estudio.
- b) Determinar los niveles de nutrimentos de la planta de cebolla y su relación con los niveles de fertilidad del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Descripción del área bajo estudio.

La explotación agrícola seleccionada para el estudio correspondió a la finca agrícola Puente Viejo, ubicada en Altagracia, parroquia Montes de Oca, municipio Torres, del estado Lara, a una altitud promedio de 479 msnm. Esta zona tiene buena potencialidad para la producción de cebolla en el estado. La pluviometría de la zona se caracteriza por presentar dos picos en el año, uno aproximadamente en mayo con una precipitación promedio de 70,7 mm y otro aproximadamente en noviembre con una precipitación promedio de 146,9 mm. Asimismo, la temperatura media anual es de 28,0°C con una oscilación diaria de 12,5°C aproximadamente, de acuerdo a los registros de la estación Carora del M.A.R.N.R.

Para el estudio de las características del suelo, agua y plantas, se seleccionó un área cultivada de cebolla, híbrido 429 (Asgrow), a una distancia de 35 cm entre surcos y 5 cm entre plantas, con riego superficial, modalidad serpentina. El estudio se realizó en el mes de septiembre de 1993.

2. Metodología de campo.

Se procedió a tomar una serie de muestras de suelo hasta la profundidad de 50 cm, tanto en el

centro del camellón como en el fondo del surco, a intervalos de 10 cm.

Para el análisis del agua de riego se colectaron muestras provenientes del pozo usado para el riego de la finca.

Para el análisis de tejido vegetal se colectaron muestras de hojas de 50 plantas seleccionadas al azar y de cada una de ellas se tomó la hoja madura ubicada en una posición central (Jones, 1985). Estos muestreos se realizaron en dos etapas del crecimiento de la planta: en plántulas recién transplantadas y en plantas de aproximadamente un mes de edad, con 2 repeticiones en cada muestreo.

3. Metodología de laboratorio.

La caracterización física del suelo consistió en determinar la porosidad de aireación (macroporos) y la densidad aparente.

De igual forma se determinaron los límites e índices de plasticidad (Pla, 1983). Se realizó un análisis mecánico para determinar la textura del suelo mediante el método de Bouyoucos modificado (López y López, 1985).

Las características químicas del suelo, agua y tejido vegetal fueron evaluadas por las siguientes metodologías:

pH: en suspensión suelo-agua 1:2.

Conductividad eléctrica: en el extracto de saturación.

Nitratos: por el método del ácido fenoldisulfónico.

Fósforo en suelos: por el método de Olsen.

Fósforo en tejidos: por el método del vanadato de amonio.

Potasio: por fotometría de llama.

Calcio y Magnesio: por absorción atómica.

Sodio: por fotometría de llama.

Cloruros: por el método de Mohr.

Sulfatos: por turbidimetría.

Carbonatos y bicarbonatos: por titulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observa que en el surco, el promedio de la densidad aparente fue 1,76 g/cm³ y los valores de macroporos aproximadamente de 10,2% a profundidades de 0-20 cm (donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces de cebolla), pudiéndose inferir que probablemente existen problemas de compactación por prácticas de manejo en forma inadecuada, especialmente de labranza. La compactación influye sobre el espacio poroso lo que pudiera traer como consecuencia un efecto sobre el almacenamiento y movimiento de agua y aire,

desarrollo de raíces y resistencia del suelo a esfuerzos mecánicos (Norero, 1975), lo que a su vez puede influir sobre el rendimiento del cultivo. Para el caso de los camellones, la densidad aparente promedio fue de $1,53 \text{ g/cm}^3$ y los valores de macroporos alrededor de 26,6 % (Cuadro 1). En forma general, estas cifras se encuentran dentro del rango deseable para suelos de textura media (Pla, 1983). Esta densidad aparente, en comparación con la obtenida en los surcos, puede obedecer a una reciente mecanización y/o perturbación por transplante o aporque; por el contrario, en el surco, todas esas actividades más otras como fertilización y riego, posiblemente contribuyeron a la compactación antes mencionada y de ahí los valores tan elevados de densidad aparente.

Cuadro 1. Valores promedios de arena, arcilla, macroporos y densidad aparente a diferentes profundidades del suelo cultivado en el área bajo estudio.

Sitio de muestreo	Profund. (cm)	Textura		fa (%)	Da (g/cm^3)
		a	A		
Camellón	0-10	51	15	22,71	1,53
	10-20	49	17	30,53	
Surco	0-10	41	21	10,14	1,76
	10-20	37	25	10,27	

a: arena fa: macroporos
A: arcilla Da: densidad aparente

La textura del suelo mostró tanto para el camellón como para los surcos un ligero incremento en el contenido de arcilla con la profundidad (Cuadro 1).

De acuerdo a los límites de consistencia, el índice de plasticidad del suelo fue de 6,95% para el camellón y 7,46% para los surcos (Cuadro 2). Esto indica que el suelo estaría ubicada dentro de los de moderada plasticidad por presentar valores dentro del rango del 5-10% (Pla, 1983). Por lo tanto, desde el punto de vista práctico, no existirían problemas serios para la labranza.

Cuadro 2. Límites de consistencia e índice de plasticidad del suelo en el área bajo estudio.

Sitio de muestreo	Profund. (cm)	Límite de consistencia		
		LPS	LPI	IP
Camellón	0-10	15,81	8,86	6,95
Surco	0-10	18,91	11,45	7,46

LPS: límite plástico superior
LPI: límite plástico inferior
IP: índice de plasticidad

El análisis químico del suelo se presenta en el Cuadro 3. Se observa que, en general, los valores de materia orgánica, P, K, Ca y Mg disminuyen con la profundidad.

Debido a las altas exigencias nutricionales de los cultivos olerícolas, los valores de fósforo en todo el perfil del suelo son bajos, y los de potasio varían desde valores altos a medios en los primeros 20 cm hasta bajos a muy bajos a profundidades mayores (López y López, 1985).

En cuanto al alto contenido de calcio y magnesio en todo el perfil, se puede inferir que está relacionado con la naturaleza calcárea de estos suelos (Jiménez y Fernández, 1982). La relación Ca/Mg, en promedio, se aproxima al valor de 5, considerado como ideal para el mejor aprovechamiento de estos elementos (López y López, 1985).

El pH, osciló entre valores de 7,0 a 7,5 (neutro a ligeramente calcáreo), el cual es un rango apropiado para el desarrollo del cultivo de la cebolla (Casseres, 1984).

Por otra parte, la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo en el surco, disminuyó hasta los 30 cm de profundidad, para luego aumentar hasta los 50 cm. En el camellón, ésta disminuyó con la profundidad, mostrando valores desde 10,6 hasta 4,8 dS/m. Usualmente, en el camellón la conductividad eléctrica es superior a la del surco como consecuencia del ascenso capilar de las sales disueltas en el agua de riego (James et al., 1982). Los valores fueron bastante altos y podrían afectar el rendimiento del cultivo debido a que la cebolla es considerada como sensible a la salinidad, y de acuerdo a Doorenbos y Fasson (1988) y Maas y Hoffmann (1977) su rendimiento se ve afectado en un 50% ante una conductividad eléctrica de 4,3 dS/m en el extracto de saturación del suelo.

En el Cuadro 4 se observan los resultados del análisis químico del agua de riego. El pH es ligeramente alcalino y la conductividad eléctrica bastante alta. Esto último indica la necesidad de incluir una fracción de lavado con el uso de esta agua con la finalidad de evitar la salinización paulatina del suelo. Por otra parte, a pesar de que el agua presenta un contenido relativamente alto de cloruros (8,8 meq/l), los cuales podrían causar problemas en diversos cultivos hortícolas, no se observó ningún quemado en el follaje de las plantas durante el primer mes de desarrollo. Esto estaría en concordancia con lo señalado por Ayers y Westcot (1987) en el sentido de que los cultivos anuales son poco afectados por niveles altos de cloruros en el agua de riego. El valor del RAS y la baja cantidad

de sodio indican que difícilmente pueda existir problemas de dispersión de arcillas en el suelo o toxicidad al cultivo por efecto de este catión. El índice de saturación positivo señala que esta agua presenta tendencia a precipitar carbonatos en el suelo con el consiguiente incremento del riesgo de dispersión de arcillas. Sin embargo, como ya se señaló, esto no parece muy factible debido al bajo valor del RAS del agua.

En el Cuadro 5 se observa que los niveles de $\text{NO}_3^- \text{N}$ en las hojas de plantas muy jóvenes fueron en promedio de 793 ppm aproximadamente, representando sólo la mitad en comparación con los encontrados en las hojas de las plantas de mediana edad las cuales tenían un nivel promedio de 1654 ppm. Para el caso del fósforo se obtuvo un 0,31% y 0,23% para las hojas de las plantas de mediana edad y plantas jóvenes, respectivamente, encontrándose dentro del rango de insuficiencia (Benton et al., 1991). Esto pudiera explicarse porque la absorción del fósforo es muy lenta (Tisdale y Nelson, 1982) y de ahí la diferencia en el contenido

de fósforo de acuerdo a la edad de la planta. En cuanto al potasio se obtuvo un promedio de 3,04% y 2,46% para plantas de mediana y corta edad, respectivamente, pudiéndose inferir que la diferencia obedecería a movilidad del elemento hacia los tejidos jóvenes meristemáticos (Taiz y Zeiger, 1991). En general, los niveles de potasio de la plantación son bajos (Benton et al., 1991) a pesar de que en el suelo se encontraron niveles catalogados como medios a altos (Cuadro 3). Esto pudiera deberse a la alta concentración de calcio en el suelo que podría tener un efecto antagonista en la absorción de potasio. Respecto al calcio en las plantas jóvenes, el contenido promedio fue de 2,00% y en las plantas de mediana edad de 2,96% (Cuadro 4), los cuales pueden ser considerados como altos de acuerdo a los niveles óptimos establecidos por Benton et al. (1991). Esto se atribuye al alto contenido del elemento en el suelo y a su poca movilidad, lo que hace que se acumule en los tejidos más viejos.

Cuadro 3. Análisis químico del suelo bajo estudio.

	Camellón				
	Profundidad (cm)				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
pH	7,5	7,5	7,5	7,5	7,6
CEe (dS/m)	10,6	6,6	5,7	5,1	4,8
Materia orgánica (%)	1,4	1,6	1,7	1,3	1,1
Fósforo (ppm)	20	25	15	10	8
Potasio (ppm)	361	301	152	69	46
Calcio (ppm)	2680	2480	2520	2680	3080
Magnesio (ppm)	696	648	528	504	456

	Surco				
	Profundidad (cm)				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
pH	7,0	7,3	7,3	7,3	7,3
CEe (dS/m)	3,3	2,4	2,1	2,7	3,2
Materia orgánica (%)	1,7	1,7	1,3	1,7	2,1
Fósforo (ppm)	40	19	18	18	8
Potasio (ppm)	257	206	117	85	55
Calcio (ppm)	2640	2240	2160	2600	2800
Magnesio (ppm)	648	480	504	576	384

Fuente: Laboratorio de Suelos, Decanato de Agronomía, UCLA.

Cuadro 4. Análisis químico del agua de riego del área bajo estudio.

Cationes	(meq/l)	Aniones	(meq/l)
Calcio	5,50	Carbonatos	0,00
Magnesio	8,80	Bicarbonatos	5,30
Sodio	0,21	Sulfatos	0,08
Potasio	0,08	Cloruros	8,80
Suma de cationes	14,59	Suma de aniones	14,18
pH=	7,3		
Conductividad eléctrica=	1,4 dS/m		
RAS=	0,08		
Indice de Saturación=	+ 1,28		

Fuente: Laboratorio de Suelos, Decanato de Agronomía, UCLA.

Cuadro 5. Principales elementos minerales en el tejido foliar de cebolla* de dos diferentes edades

Edad de la planta	N-NO ₃	P	K	Ca
	ppm		%	
Recién transplantadas	793	0,23	3,04	2,00
1 mes postraplante	1654	0,31	2,46	2,96

* Promedio de 2 repeticiones de 50 hojas cada una

CONCLUSIONES

A nivel del camellón, en la plantación de cebolla, se encontró una alta macroporosidad, adecuada para el crecimiento de las raíces, mientras que en el fondo del surco se detectó una fuerte compactación y una densidad aparente muy alta.

Los límites de consistencia del suelo mostraron que el mismo tiene una capacidad para tolerar labores de labranza dentro de un rango moderado de humedad.

Los niveles de salinidad del suelo resultaron altos, lo cual aunado a la alta conductividad eléctrica del agua de riego, podrían a mediano plazo afectar el rendimiento del cultivo.

Los niveles de fósforo y potasio en las plantas estuvieron por debajo del rango de suficiencia a pesar de que en el suelo los niveles de potasio fueron encontrados de medios a altos, discordancia ésta que pudiera atribuirse al alto contenido de calcio, el cual puede estar ejerciendo un efecto antagonico en la absorción.

LITERATURA CITADA

- Ayers, R. y D. Westcot. 1987. Calidad del agua en la agricultura. FAO. Riego y Drenaje. Roma. Paper 29.
- Benacchio, S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico americano. FONAIAP. Maracay. Cap. 6.
- Benton, J., B. Wolf y H. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Micro-Macro Publishing. Georgia.
- Casseres, E. 1984. Producción de Hortalizas. IICA. San José de Costa Rica.
- Doorenbos, J. y A. Fassom. 1988. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO. Riego y Drenaje. Roma. Paper 24.
- FONAIAP. 1989. Paquete tecnológico para la producción de hortalizas en la Región Centro Occidental. Maracay.
- Jamaguchi, M. 1983. World Vegetables. Principles. Production and nutritive values. AVI. Westport, Connecticut.
- James, D., R. Hanks y J. Jurinak. 1982. Modern Irrigated Soils. Wiley. New York.
- Jiménez, A. y F. Fernández. 1982. Estudio semidetallado de suelos de la otra banda. Sector Quebrada de Oro-Quebrada Mogollón. Distrito Torres. Estado Lara. MARNR. Barquisimeto.
- Jones, J. 1985. Soil testing and plant analysis: guides to the fertilization of horticultural crops. Horticultural Reviews 7:1-68.
- López, J. y J. López. 1985. El Diagnóstico de Suelos y Plantas. Métodos de campo y laboratorio. Ediciones MundiPrensa. Madrid.

12. Lorenz, O. y D. Maynard. 1988. Knotts Handbook for Vegetable Growers. Third Edition. Wiley. New York.
13. Maas, E. y M. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance. *Journal of the Irrigation and Drainage Division* 103(2): 115-134.
14. Norero, A. 1975. Lecciones de física del suelo. III. Propiedades físicas primarias. Porosidad. Color. CHDIAT. Mérida. 74 p.
15. Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de los suelos en condiciones tropicales. *Revista de la Facultad de Agronomía, UCV. Alcance* N° 32. UCV. Maracay.
16. Taiz, L. y E. Zeiger. 1991. *Plant Physiology*. The Benjamin Cummings, California.
17. Tisdale, S. y W. Nelson. 1983. *Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes*. Montaner y Simon. Barcelona.