

MONITOREO DEL ESTADO NUTRIMENTAL DEL CULTIVO DE JITOMATE EN INVERNADERO

**Andrea García Monroy^{1*}; Juan Manuel Barrios Díaz¹; Benjamín Barrios Díaz¹;
Esteban Joaquín Medina¹; Fabiel Vázquez Cruz¹**

¹Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
Av. Universidad S/N. San Juan Acateno. Teziutlán, Puebla, México. CP. 73965.

andreaa.moonroy@gmail.com– 2311402654 (*Autor de correspondencia)

Resumen

En el cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero es necesario monitorear el estado nutrimental de la planta para suministrar de manera correcta los fertilizantes en cuanto a la dosis, forma, aplicación y momento, para incrementar su eficiencia de uso por las plantas, el rendimiento y la calidad de los frutos, además para mitigar el impacto ambiental que provoca su uso excesivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el monitoreo continuo del estado nutricional de la planta de tres híbridos de jitomate tipo saladette. Los parámetros analizados con ionómetros fueron pH, conductividad eléctrica (CE), K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , NO_3^- y $P-PO_4^-$, en el agua de riego, extracto de pasta saturada (EPS), extracto celular de peciolo (ECP) y la solución nutritiva. Los resultados mostraron que el agua de riego fue adecuada para el cultivo; la CE en el ECP y EPS durante todo el ciclo fue baja y el pH mantuvo esta condición en ECP, pero en EPS fue alto; los niveles de K^+ , Na^+ y $P-PO_4^-$ fueron adecuados y altos en ECP y EPS en todo el ciclo; los NO_3^- en las primeras etapas del cultivo estuvieron en nivel bajo en ECP y EPS, pero posteriormente con el plan de fertilización seguido hubo niveles adecuados; en lo que respecta al nivel del Ca^{2+} en ECP, este se mantuvo más de la mitad del ciclo en nivel alto y posteriormente fue bajo, mientras que en EPS al inicio y final del ciclo el nivel fue bajo y en la parte intermedia fue alto. El monitoreo nutrimental continuo del cultivo de jitomate tipo saladette en invernadero permite asegurar rendimiento y calidad de los frutos cosechados y facilita la toma de decisiones en cuanto a dosis y frecuencia de fertilización.

Palabras claves: nutrición, monitoreo, agricultura protegida.

Introducción

El jitomate o tomate rojo (*Solanum lycopersicum L.*) es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel mundial y México históricamente cuenta con un sector muy grande de horticultores cuyo propósito es comercializar jitomates en el mercado internacional y es considerado líder mundial exportador con una producción de 1,193,391 t (SIAP, 2022).

Por otra parte, la necesidad de incrementar la producción agrícola, en un contexto de escasa superficie cultivable por productor, falta de agua, heladas y serias limitaciones por topografía accidentada, erosión hídrica y eólica, y salinidad de suelo, conlleva a considerar como opción tecnológica el uso de sistemas de producción intensivos como el cultivo protegido.

En México algunos cultivos de alto valor comercial (jitomate) se desarrollan mayoritariamente bajo condiciones de invernadero, debido a que su producción protegida genera mayor rendimiento y calidad de los productos cosechados, mayor valor nutricional y mejor desarrollo de las especies hortícolas cultivadas (Sánchez *et al.*, 2010). Sin embargo, los cultivos protegidos en suelo constituyen un ambiente complejo, pues cuando una determinada dosis de nutrientes se suministra a la plantación es difícil estimar la proporción que de ella pasa a la fase de intercambio catiónico (Cano y Rojo, 2004). Debido a lo anterior, el monitoreo continuo del estado nutrimental de la planta nos permite diseñar estrategias para tomar mejores decisiones en cuanto a dosis y frecuencia de fertilización (plan de fertirrigación) y que se ajusten a las condiciones edafoclimáticas, para lo cual se debe disponer de suficiente información que permita dar seguimiento e identificar alteraciones del estado nutrimental a partir de su monitoreo y de aquellos factores del sistema agua-suelo-planta que lo afectan (Voogt, 2006).

El monitoreo del estado nutrimental de los cultivos es una herramienta de manejo que ayuda no solo a mantener en mejores condiciones los sistemas protegidos, también a cuidar el suelo y el ambiente, además contribuye a bajar los costos de producción ya que es posible reducir la cantidad de fertilizantes suministrados por cultivo. Por todo lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el monitoreo del estado nutrimental del cultivo de jitomate tipo saladette en condiciones de invernadero.

Materiales y Métodos

Ubicación del sitio experimental

El experimento fue establecido en un invernadero comercial de Teza agricultura sustentable S.A. de C.V. que se ubica en la comunidad de Cuapancingo, Tetela de Ocampo, Puebla, México. El invernadero tiene una superficie de 10,000 m² y sus coordenadas geográficas son: 19° 49' 24.30" latitud norte y 97° 51' 8.57" longitud oeste.

El suelo del invernadero tiene como características de fertilidad: textura franco arcillosa, CE 0.23 dS/m, 1.57 % de materia orgánica, NO₃⁻ 12.29 mg/kg, P disponible 46.7 mg/kg,

B 0.61 mg/kg, K⁺ 0.92 cmol+/kg, Na⁺ 0.26 cmol+/kg, Ca²⁺ 10.5 cmol+/kg, Mg²⁺ 1.60 cmol+/kg y CIC 14 cmol+/kg.

Material vegetal

Se establecieron tres híbridos de jitomate tipo saladette: AH6205[®] de AHERN, Dickens[®] de Enza Zaden y Misión[®] de Syngenta. Las semillas fueron sembradas en almácigos de poliestireno de 200 cavidades y fue utilizado sustrato a base de peat moss y perlita; después de la germinación las plántulas fueron regadas inicialmente con agua y posteriormente con solución nutritiva.

Variables nutrimentales

Los parámetros analizados en el agua de riego, extracto de pasta saturada, extracto celular de peciolo y solución nutritiva fueron: pH, conductividad eléctrica, K⁺, Na⁺, Ca²⁺ y NO₃⁻ con ionómetros de la marca Horiba[®] Laqua twin y P con un medidor portátil marca Hanna[®]. Para realizar el monitoreo nutrimental, el ciclo del cultivo fue dividido en cinco etapas de desarrollo: 45, 75, 90, 120 y >120 ddt, con la finalidad de poder ajustar los programas de fertilización aplicados durante el experimento.

Agua de riego: se muestreo y analizó al inicio, a 45 y 90 días después del trasplante (ddt).

Extracto de pasta saturada del suelo: se realizó cada ocho días después del trasplante y para obtenerlo fue muestreado el suelo de las camas de cultivo con una barrena, en sitios localizados aproximadamente a 10 cm de la cintilla de riego, esto con el fin de monitorear la dinámica de los nutrimentos evaluados y disponibles para las plantas. De cada cama de cultivo evaluada fue obtenida una muestra compuesta de aproximadamente un kilogramo, la cual fue mezclada perfectamente para homogeneizarla; posteriormente, la muestra fue depositada en un recipiente y humedecida hasta capacidad de campo, una vez alcanzada esta condición se instaló un lisímetro de succión (“chupatubo”) y después de 40 minutos fue obtenida la muestra líquida del extracto de la pasta saturada; finalmente se procedió a su análisis con los ionómetros.

Extracto celular de peciolo: se realizó cada ocho días, iniciando 45 ddt y utilizando los peciolos de hojas ubicadas justo arriba del racimo de frutos recién cuajados. Para obtener la muestra fueron colectadas 12 hojas de plantas de los diferentes híbridos evaluados y a las cuales se quitaron los folíolos y los peciolos fueron llevados al laboratorio para macerarlos y con ayuda de una prensa de plástico se obtuvo un extracto líquido, el cual fue analizado con los ionómetros.

Solución nutritiva: se analizó cada 15 días y la muestra fue obtenida durante el tiempo en que se realizaba la fertirrigación, directamente de válvulas colocadas en algunas cintillas de la sección de riego donde fueron ubicadas las camas de cultivo evaluadas, las muestras de solución nutritiva colectadas fueron llevadas al laboratorio para analizadas con cada uno de los ionómetros.

Resultados y Discusión

Agua de riego

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de los tres análisis realizados y para poder hacer una interpretación adecuada de los resultados obtenidos es necesario tomar en cuenta los rangos definidos como normales para agua de riego agrícola y en esta investigación se consideraron los empleados por García (2012). Como se puede observar en el promedio de los resultados, el agua empleada en el riego del cultivo tuvo elevado pH y alta concentración de K^+ , Ca^{2+} y NO_3^- .

Cuadro 1. Resultados del análisis del agua de riego en las diferentes fechas de muestreo.

Fecha	Etapa de desarrollo	Parámetro						
		pH	CE mS/cm	K^+ mg/L	Na^+ mg/L	Ca^{2+} mg/L	NO_3^- mg/L	P mg/L
08/04/2022	Inicio	9.3	0.300	0	10	25	31	2
23/05/2022	45 ddt	8.3	0.416	11	5	83	48	1
07/07/2022	90 ddt	8.6	0.396	18	7	49	39	2
Promedio		8.7	0.400	10	7	52	39	2
Valor normal		6.5-8.5	0-3	0-2	0-40	0-20	0-10	0-2
Condición		Alto	Normal	Alto	Normal	Alto	Alto	Normal

ddt: días después del trasplante.

La concentración promedio de K^+ fue de 10 mg/L, según Ingram (2014), esto no suele ser preocupante para el crecimiento de las plantas, los niveles superiores a 10 mg/L pueden indicar una contaminación del agua por parte de los fertilizantes o de otras fuentes artificiales. Las concentraciones de K^+ en el agua son útiles simplemente para complementar los requisitos generales de fertilización de los cultivos que reciben el agua de riego, por lo tanto, no fue un factor limitante en nuestro experimento.

También hubo una alta concentración de Ca^{2+} en el agua (52 mg/L), de acuerdo con Ingram (2014), las concentraciones de Ca^{2+} en el agua suelen ser un reflejo del tipo de roca de donde proviene. Las aguas subterráneas y los arroyos de las zonas calcáreas tendrán niveles elevados de calcio, mientras que los suministros de agua de las zonas de arenisca o arena/grava tendrán normalmente concentraciones de calcio bajas.

Además, el agua presentó altos niveles de NO_3^- (39 mg/L), según Ayers y Westcot (1985), un exceso de nitratos en el agua de riego puede causar daños a los cultivos debido a que induce el crecimiento vegetativo en exceso, demorando la madurez y demeritando la calidad. Estos resultados fueron tomados en cuenta al programar la fertilización nitrogenada, reduciendo las cantidades de N y procurando balancear los otros nutrientes. También, en estas condiciones se debe pensar en el uso de variedades o especies menos susceptibles al efecto mencionado o procurar no exceder la cantidad de agua requerida. Adicionalmente, el agua con elevada concentración de NO_3^- puede indicar posibles problemas de oclusión de tuberías en los sistemas de riego y aspersores, o del mantenimiento requerido a los canales de riego y drenaje por exceso de crecimiento de vegetación en ellos. Debido a lo anterior, el riego del cultivo durante el experimento se

programó en tres fases: llenado de cintillas, inyección de fertilizantes y lavado de la cintilla para evitar su obstrucción.

Con respecto al elevado pH (8.7), James y Will (1999) indican que el pH mayor a 7.0 puede reducir la disponibilidad de varios metales y micronutrientes, causando síntomas de deficiencia, además el pH elevado suele ir acompañado de una alcalinidad elevada. También es señalado que los problemas de pH alto pueden corregirse mediante una inyección de ácido o en algunos casos utilizando un fertilizante ácido.

Tomando en cuenta los resultados del agua de riego utilizada en el experimento puede considerarse que fue aceptable, si se considera que fueron ajustados los planes de fertirrigación y tuvo que aplicarse ácido fosfórico y nítrico para bajar el pH.

Nutrición del cultivo

A continuación, se presentan los resultados del extracto de pasta saturada de suelo, extracto celular de peciolo, análisis de la solución nutritiva y su interpretación. En el Cuadro 2 se muestran los valores resultantes de los análisis de extracto de pasta saturada y extracto celular de peciolo.

Cuadro 2. Análisis del extracto celular de peciolo (ECP) en el cultivo de jitomate en invernadero.

Fecha	Análisis	Parámetros						
		pH	CE dS/m	K ⁺ mEq/L	Ca ²⁺ mEq/L	Na ⁺ mEq/L	NO ₃ ⁻ mEq/L	P-PO ₄ ⁻ mEq/L
23/05/2022 45 ddt	ECP	5.3	7.29	87.17	21.00	4.34	41.93	18.70
	Interpretación	B	B	C	A	C	B	A
22/06/2022 75 ddt	ECP	5.3	6.87	184.61	24.00	5.73	29.03	18.70
	Interpretación	B	B	A	A	C	B	A
07/07/2022 90 ddt	ECP	5.4	6.54	176.92	21.00	7.17	37.09	20.00
	Interpretación	B	B	A	A	A	B	A
06/08/2022 120 ddt	ECP	5.6	5.20	125.64	8.5	9.13	53.22	29.67
	Interpretación	B	B	C	B	A	C	A
16/08/2022 >120 ddt	ECP	5.7	5.08	120.51	6.5	10	59.67	32.90
	Interpretación	B	B	C	B	A	C	A

ddt: días después del trasplante; A: alto; B: bajo; C: correcto o adecuado.

El movimiento, la concentración y distribución de cationes dentro de la célula puede afectar el pH, ya que la mayoría de las proteínas que regulan la homeostasis de estos se activa a través de H-ATPs que liberan iones hidrógeno en el citosol y en el apoplasto, disminuyendo el pH (White, 2003). En este estudio, de manera general el pH del ECP fue ligeramente más bajo que el rango considerado como adecuado (5.9 a 6.3) y esto probablemente se reflejó en una mayor concentración de K⁺ y Na⁺.

La CE del ECP tuvo una tendencia a disminuir conforme avanzó el ciclo del cultivo, sin embargo, los valores registrados fueron muy inferiores a los que generalmente se señalan como adecuados (14 a 17 dS/m). Estos resultados sugirieron el aumento de la dosis de fertilización, pero probablemente también pudo deberse a condiciones de temperatura demasiado elevadas que interrumpieron la transpiración de la planta y por lo tanto el flujo de los nutrimentos desde la solución del suelo, o pudieron deberse a un

bloqueo de los iones en el suelo causados por desbalances nutrimentales o por la fijación o precipitación a causa del pH y clase de suelo.

El potasio juega un papel importante en la respuesta de las plantas al estrés por salinidad (Maathius, 2006). En este experimento la concentración de K^+ y Na^+ en ECP siempre se mantuvieron en el rango correcto o alto.

El calcio en la planta es un nutriente inmóvil que una vez descargado del xilema en los tejidos y órganos donde la transpiración es mayor, difícilmente es removilizado y redistribuido por el floema (Tang, 2017). La proporción de total de Ca^{2+} también varía ya que puede encontrarse quelatado en la savia del xilema por ácidos orgánicos tales como el malato o citrato (White, 2003). Además, el calcio es un ion divalente y conforme los iones aumentan en valencia su absorción disminuye (Marschner, 2011), al respecto, Huez-López *et al.* (2011) mencionan que elevadas concentraciones de Na^+ en el suelo pueden tener un efecto adverso en la absorción de Ca^{2+} . En este experimento, aunque no existieron síntomas de deficiencia de Ca^{2+} , en las últimas etapas del cultivo se registraron concentraciones bajas de Ca^{2+} y altas de Na^+ .

En el caso de los NO_3^- del ECP se observó baja concentración en las primeras etapas del cultivo, al respecto Huett y White (1991) señalan que la determinación de NO_3^- en ECP y tallo en diferentes etapas fenológicas del cultivo es un índice relacionado con la respuesta de la planta a las condiciones nutrimentales donde se desarrolla, además permite estimar la producción y establecer las prácticas para balancear nutrimentalmente el cultivo mediante el ajuste de la cantidad y/o tipo de fertilizante que debe aplicarse (Nielsen, 1971); también, el suministro adecuado de NO_3^- se asocia con niveles óptimos de clorofila, crecimiento vegetativo vigoroso, alta actividad fotosintética y con la síntesis de carbohidratos, de lo cual depende el rendimiento (Castro *et al.*, 2004).

Por otra parte, los resultados del extracto de pasta saturada (EPS) se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis del extracto de pasta saturada (EPS) en el cultivo de jitomate en invernadero.

Fecha	Análisis	Parámetros						
		pH	CE dS/m	K^+ mEq/L	Ca^{2+} mEq/L	Na^+ mEq/L	NO_3^- mEq/L	$P-PO_4^-$ mEq/L
23/05/2022 45 ddt	EPS	7.9	0.84	1.87	7.00	0.74	4.67	0.16
	Interpretación	A	B	B	B	C	B	A
22/06/2022 75 ddt	EPS	7.5	1.18	3.58	21.00	1.56	3.87	0.26
	Interpretación	A	B	C	A	C	B	A
07/07/2022 90 ddt	EPS	7.5	1.21	3.97	22.50	2.43	4.48	0.29
	Interpretación	A	B	C	A	C	B	A
06/08/2022 120 ddt	EPS	7.2	1.19	7.94	11.25	1.34	7.25	0.51
	Interpretación	A	B	A	A	C	C	A
16/08/2022 >120 ddt	EPS	7.3	1.15	8.71	7.00	1.30	8.38	0.64
	Interpretación	A	B	A	B	C	C	A

ddt: días después del trasplante; A: alto; B: bajo; C: correcto o adecuado.

El análisis de EPS considera el efecto de dilución de sales que se produce en los suelos de textura fina debido a su mayor capacidad de retención de agua, por esta razón la CE del EPS (CE) puede usarse directamente para analizar el efecto de la salinidad en el rendimiento de los cultivos U.S.S.L. (1954). En el presente experimento resultó que la CE se mantuvo siempre baja, lo cual probablemente fue debido a condiciones ambientales dentro del invernadero poco adecuadas que afectó la absorción nutrimental.

Con base a lo señalado previamente, en el Cuadro 4 se muestran las dosis recomendadas en cada etapa de desarrollo según Castellanos (2004) y que sirvieron de referencia para ajustar los programas de fertilización en cada una de las etapas del cultivo.

Cuadro 4. Dosis recomendadas para tomate en suelo en invernadero para cinco etapas de desarrollo.

Nutrimento	45 ddt	75 ddt	90 ddt	120 ddt	>120 ddt
	kg/ha/día				
N	0 a 2	2 a 3.5	4 a 5	6 a 9	3
P ₂ O ₅	1 a 3	1.5 a 2	1 a 1.5	1 a 1.5	0.3
K ₂ O	2 a 3	3.5 a 5	5 a 7	8 a 12	3 a 4
Ca	1.5 a 3	2 a 3.5	2.5 a 4	4.5 a 5	2
Mg	0.6 a 1	1 a 2	2 a 2.5	2 a 2.5	1

Fuente: Castellanos (2004)

Teniendo en cuenta los parámetros evaluados y recomendaciones, fue ajustado el plan de fertilización, este se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Plan de fertilización para el cultivo de jitonate tipo saladette en invernadero.

Fertilizante	45 ddt	75 ddt	90 ddt	120 ddt	>120 ddt
	kg/ha*				
Nitrato de calcio	n.a.	16.800	16.800	20.000	20.000
Nitrato de potasio	6.400	8.400	8.400	10.800	10.800
Fosfato monopotásico	4.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Sulfato de potasio	2.200	4.800	4.800	8.000	8.000
Sulfato de magnesio	14.800	18.000	18.000	14.000	14.000
Mezcla física 31-03-03	4.200	5.400	5.400	3.000	3.000
Quelato de zinc	8.800	0.600	0.150	0.150	0.150
Borax	0.060	0.150	0.600	0.600	0.600
Mezcla de quelatos	n.a.	0.800	0.800	0.800	0.800
Diafix	n.a.	0.160	0.160	0.160	0.160
Supra Ca (L/ha)	n.a.	n.a.	2.000	2.000	2.000
Fosfito Mg (L/ha)	n.a.	n.a.	n.a.	0.500	0.500
Factor coloidal (L/ha)	n.a.	n.a.	n.a.	1.250	1.250
Supra K (L/ha)	n.a.	n.a.	n.a.	2.000	2.000
Supra engorde (L/ha)	n.a.	n.a.	2.000	n.a.	n.a.

* Excepto donde se especifique otra unidad en el producto.

Guzman *et al.* (2006), establecieron que uno de los problemas en el control y monitoreo de los nutrientes en la solución del suelo o sustrato es la rápida movilidad de algunos iones y el mismo autor clasificó al K^+ como un elemento de absorción rápida, conjuntamente con el NO_3^- ; por su parte, la remoción del NH_4^+ y $H_2PO_4^-$ de la solución del suelo puede ser en pocas horas. La baja concentración de estos iones en la solución del suelo varía significativamente ante cambios en factores ambientales como es la temperatura, este factor posiblemente fue determinante para tener una baja concentración de los nutrientes o también pudieron ser rápidamente absorbidos por la planta por lo que no se registraron niveles óptimos.

Conclusiones

El monitoreo continuo del estado nutrimental de la planta de jitomate en invernadero fue fundamental para ajustar las dosis de fertilizantes aplicados y mantener las concentraciones y valores de los parámetros evaluados dentro de los rangos de referencia considerados como adecuados en cada etapa de desarrollo del cultivo, es decir, mejoró el control nutrimental para optimizar su crecimiento.

Referencias Bibliográficas

- Ayers R.S. y D. W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. FAO. Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1, Roma p: 174
- Cano, D.; J. Rojo. 2004. Correlación de medidas obtenidas a partir de sondas de succión y extracto de saturación del suelo regado con aguas salinas. *Ingeniería del agua*, 11 (3): 329-338.
- Castro BR, Galvis SA, Sánchez JP, Peña LA, Sandoval VM, Alcántara GG (2004) Demanda de nitrógeno en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 10: 147-152.
- Guzmán K. A. D., Taylor M. R., Banfield J. F. 2006. Environmental risk of nanotechnology: national initiative funding, 2000-2004. *Environmental Sciences Technology* 40: 1401- 1407.
- Huett, D.O. y E. White. 1991. Determination of critical nitrogen concentrations of zucchini squash (*Cucurbita pepo* L.) cv. Blackjack grown in sand culture. *Australian J. Exp. Agric.* 31: 835-842.
- Huez-López M. A., A. Ulery, L., Z. Samani, G. Picchioni, and R. Flynn P. 2011. Response of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) to salt stress and organic and inorganic nitrogen sources: III. Ion uptake and translocation. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14(3): 765-776.
- Ingram D. 2014. Understanding Irrigation Water Test Results and Their Implications on Nursery and Greenhouse Crop Management, University of Kentucky Cooperative Extension Service, Publication HO-111.
- James F. y Will E., 1999, Irrigation Water Quality for Greenhouse Production, University of Tennessee Cooperative Extension, Publication PB 1:617

- Maathius F., J. M. 2006. The role of monovalent cation transporters in plant responses to salinity. *Journal of Experimental Botany*. 57: 1137-1147. doi:10.1093/jxb/erj001
- Marschner P. 2011. Mineral nutrition of Higher Plants. Third Edition ed. Germany: Academic Press. 672 p.
- Nielsen, J.M. 1971. Diagnosis and control of nutritional disorders in cereals based on inorganic tissue analysis. pp. 63-73. In: M. Samish R. Recent advances in plant nutrition. Vol. 1. Gordon and Breach Science Publishers. New York, USA.
- Sánchez del C. F., R.C. Moreno, M. Coatzín, T. Colinas, A. Peña. 2010. Evaluación agronómica y fisiotécnica de cuatro sistemas de producción en dos híbridos de jitomate. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(3):207-214.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2022. Tomate rojo (jitomate). Escenario mensual de productos agroalimentarios. Dirección de análisis estratégicos.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/784856/Jitomate_Noviembre.pdf
consultado 29/08/2023
- Tang R., J., and Luan S. 2017. Regulation of calcium and magnesium homeostasis in plants: from transporters to signaling network. *Current opinion in Plant Biology*. 39:97-105. doi 10.1016/j.pbi.2017.06.009.
- U.S.S.L. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkalt soil U.S. Salinity Laboratory USDA Agric. Handbook, N0 60, 160 p
- Voogt, W. 2006. Evaluation of the fertigation model, a decision support system for water and nutrient supply for soil grown greenhouse crops. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 718: 531-538.
- White P. J. and R. Broadley M. 2003. Calcium in plants. *Annals of botany*. 92(4): 487-511.