

## Relación entre el estado nutrimental y la densidad de *Tetranychus urticae* Koch en rosa de corte (*Rosa hybrida*)

Relationship between nutrient status and density of *Tetranychus urticae* Koch in rose cut (*Rosa hybrida*)

Agustín Robles-Bermúdez<sup>1\*</sup>✉, J. Concepción Rodríguez-Maciel<sup>2</sup>, Porfirio Juárez-López<sup>3</sup>, Octavio Jhonathan Cambero Campos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura. Km. 9 Carr. Fed. Tepic-Compostela, Xalisco, Nayarit, México.

<sup>2</sup> Programa de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México, México.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma del Estado de Morelos- Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural. Av. Universidad Núm. 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. C. P. 62209.

### ABSTRACT

The two-spotted mite, *Tetranychus urticae* Koch, is the key pest in rose cut. Preliminary observations show that plants with high density of two-spotted mite exhibit nutritional imbalance, but there is not quantitative information about it. The objective was to determine the relation between two-spotted mite's density and nutritional status of cut rose crop 'Polo'. In four samplings, 60 spotted mite-free and 60 plants with over 60 mites per leaf (high infestation) were selected. In both cases, foliar analyses were carried out to determine the micro and macro elements as well as the Nutritional Unbalanced Index (IDN). The plants infested with two-spotted mite showed a nutritional disequilibrium due to reduced foliar concentration of nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, manganese and copper. The percentage reduction in the concentration of these elements fluctuated between 0.3 to 29 % compared against control.

**Keywords:** Mites, mineral nutrition, integrated pest management.

### RESUMEN

La araña roja, *Tetranychus urticae* Koch, es la principal plaga del cultivo de rosas para corte (*Rosa hybrida*). Observaciones preliminares indican que plantas con alta densidad de araña roja presentan deficiencias nutrimentales, pero no existe información cuantitativa al respecto. El objetivo fue determinar la relación que existe entre la densidad de araña roja y el estado nutrimental de rosa 'Polo'. En cuatro muestreos, se seleccionaron 60 plantas libres de araña roja y 60 plantas con más de 60 ácaros por hoja (infestación alta). En ambos casos se determinó, mediante análisis químico foliar, la cantidad de macro y micronutrientes, así como el índice de desbalance nutricional (IDN). Las plantas con presencia de araña roja muestran desequilibrio nutrimental debido a la reducción en la concentración foliar de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, manganeso y cobre. El porcentaje de reducción de la concentración de dichos elementos osciló entre 0.3 y 29 % respecto al testigo.

**Palabras clave:** Ácaros, nutrición mineral, manejo integrado de plagas.

### INTRODUCCIÓN

La floricultura es una de las actividades más rentables del sector agrícola. El rosal (*Rosa hybrida*) es de las especies ornamentales más comerciales y preferidos por los consumidores en fechas especiales como: 14 de febrero (San Valentín), 10 de mayo (día de las Madres), graduaciones y 12 de diciembre. En México, se cultivan 1,750 ha de rosal, que representan el 7.7 % de la superficie nacional (SIAP, 2021). Sin embargo, la actividad se ve afectada por una serie de problemas durante el desarrollo de la planta y en precosecha que afectan la calidad de los ornamentales. El primero refiere a la presencia de plagas y enfermedades que afectan la producción y la calidad comercial de los tallos florales y, por consecuencia, se aplican un mosaico de ingredientes activos para el control de los parásitos (Zacarías, 2018; García-Velazco *et al.*, 2021). El segundo se refiere a los desbalances nutrimentales causados principalmente por la forma imprecisa en la aplicación e interpretación de los análisis de suelos para cultivos intensivos (Longjman *et al.*, 2022; Chacón-Hernández *et al.*, 2018). La desnutrición de cultivos y la presencia de plagas frecuentemente están presentes en los sistemas de producción intensiva, cuyo efecto se manifiesta por los desequilibrios y los metabolitos secundarios que las plantas producen al no disponer de los nutrientes necesarios para cumplir sus funciones bioquímicas. En esta condición, se refleja en baja calidad de los ornamentales (Carrillo-Salazar *et al.*, 2019). La nutrición y el manejo de plagas, como la araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) está relacionada como el principal problema que registra el cultivo del rosal a nivel nacional y mundial (Assouguem *et al.*, 2022; Golizadeh *et al.*, 2017; Lara-Cortés *et al.*, 2013; Otero, 2002). Un mal manejo de ingredientes activos en un programa de manejo integrado de araña roja induce el desarrollo de resistencia de ácaros a acaricidas (Stumpf y Nauen, 2002; Adesanya *et al.*, 2021). En el sistema convencional de producción de flores, con base en fertilizantes sintéticos y el uso de pesticidas altamente tóxicos y contaminantes, trae como consecuencia una mayor susceptibilidad de los cultivos al ataque de plagas y enfermedades (Erhan y Nedim, 2006). Los suelos en óptimas condiciones físicas, químicas y biológicas y con alto contenido de mate-

\*Autor para correspondencia: Agustín Robles Bermúdez

Correo electrónico: agustin.robles@uan.edu.mx

Recibido: 26 de octubre de 2023

Aceptado: 23 de febrero de 2024

Publicado: 08 de abril de 2024

ria orgánica son suelos biológicamente activos y de buena fertilidad, en cambio suelos con desbalances nutrimentales muestran baja diversidad de insectos, y alta abundancia de insectos plaga, debido al uso excesivo de plaguicidas y nutrientes sintéticos (Nicholls y Altieri, 2006; Porcuna, 2007). De acuerdo con Damián-Nava *et al.* (2006), existen metodologías para la interpretación de los análisis foliares de cultivos. El primero, se conoce como Método Convencional (MC) (Mills y Jones, 1996); el segundo, es la Desviación del Óptimo Porcentual (DOP) (Montañés *et al.*, 1993) y el tercero se conoce como Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) (Beaufils, 1973). El DOP cuantifica la cantidad en que un nutrimento se desvía en relación a su norma específica. En este método el valor nutrimental óptimo para cada elemento es igual a cero, de modo que los valores positivos indican excesos y los negativos deficiencias. Este método permite calcular el índice de desbalance nutrimental (IDN) que se refiere a la suma de los valores absolutos de los índices DOP y que representa el balance nutrimental total de la planta, el cual puede relacionarse con el rendimiento (Damián-Nava *et al.*, 2006).

Es probable que la alimentación de la araña roja se refleje en deficiencias nutrimentales del cultivo de la rosa de corte. Por tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la relación entre el estado nutrimental y la densidad de *T. urticae* Koch en rosa de corte.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en la comunidad de Santa Ana, municipio de Tenancingo, Estado de México, México, localizada en latitud 18°58'1"N y longitud 99°37'4"O, y altitud de 2085 m.s.n.m.

### Cultivo

Se utilizó un cultivo de rosa de corte cultivar Polo de res años de edad, en el estado fenológico de producción (botón floral), en condiciones de invernadero. Con un manejo agronómico propio para la concentración de producción en noviembre o en febrero. La nutrición implementada fue realizada con la fórmula 12-6-12 misma que se aplicaron 30 g/m.

### Muestreos

Se realizaron cuatro muestreos en marzo y abril, que fueron posteriores a la fecha de pico de producción (febrero). Los muestreos se dividieron en 10 submuestreos con frecuencia semanal. En cada submuestreo, se seleccionaron al azar cinco plantas de rosal y se recolectaron 65 hojas verdaderas. Dichas hojas se obtuvieron del área comprendida entre los 25 y 35 cm abajo del botón floral. Para cada muestreo, cinco submuestreos se realizaron sobre plantas libres de araña roja y cinco sobre plantas con al menos 60 individuos por hoja de *T. urticae*, lo que se considera como infestación alta según el criterio de Kant *et al.* (2004).

Las hojas recolectadas de plantas infestadas y no infestadas se colocaron, por separado, en bolsas de papel estraza y debidamente rotuladas para el análisis químico vegetal. Este mismo procedimiento se repitió en todos los muestreos.

### Procesamiento de las muestras

De cada submuestreo se seleccionaron 100 g de hojas, las que se lavaron con agua destilada y secaron en una estufa con circulación de aire forzado a 70 °C por 72 h. Posteriormente, en las hojas deshidratadas, se determinó la concentración de nitrógeno (N) por el método de Kjeldahl descrito por Bremner y Mulvaney (1982) y las concentraciones de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), boro (B) y manganeso (Mn) por inducción de plasma acoplado después del proceso de digestión con mezcla de ácidos perclórico, nítrico y sulfúrico (Alcántar y Sandoval, 1999).

### Análisis estadístico

Mediante las metodologías aprobadas por el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) se obtuvieron los índices nutricionales para cada elemento (Walworth y Sumner (1987). El análisis estadístico de los resultados se realizó con base a los siguientes aspectos: a) comparación de la concentración por fecha de muestreo para cada nutrimento por separado y comparación del IDN para cada elemento, b) comparación general de la concentración de nutrimentos e IDN, entre plantas no infestadas y plantas infestadas de araña roja. Se consideró cada fecha de muestreo como un bloque. Se realizaron análisis de variación de manera general a las muestras por concentración de nutrimentos e IDN. Posteriormente se realizó comparación de medias por la prueba de *t* con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ , mediante el sistema de análisis estadístico SAS (SAS, 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El complejo de la nutrición de cultivos y su relación con la presencia o ausencia de plagas cobra importancia por la producción de compuestos que tienen el potencial de incrementar la reproducción o inhibir el desarrollo de los herbívoros (Norboo *et al.*, 2018; Kallure *et al.*, 2022). Con excepción del muestreo III, la concentración de N fue estadísticamente inferior en plantas con alta densidad de *T. urticae* ( $p \leq 0.05$ ) (Tabla 1). En frijol, la fecundidad y el ciclo de vida se redujeron con aplicaciones de nitrógeno en subdosis de las recomendadas, significa más ciclos de la plaga lo cual promueve un mayor número de individuos potenciales plagas del cultivo (Damghani *et al.*, 2021).

La tabla 3 muestra que el nitrógeno también presentó un mayor IDN en muestras con presencia del ácaro (-20.0) que en plantas libres de esta plaga (-8.3). Estos resultados difieren con los obtenidos por Marschner (2012) quien asevera que la mayor concentración de aminoácidos favorece la presencia de insectos chupadores como áfidos y ácaros fitófagos.

Al comparar plantas libres de araña roja contra plantas con alta densidad de esta plaga, no hubo diferencias significativas en la concentración de K y P en ninguna fecha de muestreo (p

**Tabla 1.** Comparación de concentraciones de nutrimentos en hojas de rosal de corte 'Polo', por fecha de muestreo y categorizadas como libres de *Tetranychus urticae* o infestadas con  $\geq 60$  individuos por hoja (prueba de t,  $\alpha = 0.05$ ).

**Table 1.** Comparison of nutrient concentrations in 'Polo' cut rose leaves, by sampling date and categorized as free of *Tetranychus urticae* or infested with  $\geq 60$  individuals per leaf (t test,  $\alpha = 0.05$ ).

Nutrimento mg kg <sup>-1</sup>	Muestreo							
	I		II		III		IV	
	Infestación Nula <sup>1</sup>	Infestación alta <sup>1</sup>						
Nitrógeno	30320 ± 687 a	24220 ± 388 b (p=0.003)	29800±1035 a	24260±635 b (p=0.025)	34280±518 a	29100±1724 a (p=0.067)	35160±194 a	29280±530 b (p=0.000)
Fósforo	2499 ± 136 a	1690 ± 244 a (p=0.068)	2595±338 a	1891±313 a (p=0.259)	3037±202 a	2387±237 a (p=0.111)	3701±154 a	2919±168 a (p=0.056)
Potasio	13902 ± 1350 a	9268 ± 1146 a (p=0.085)	13302±1735 a	9149±1103 a (p=0.174)	13873±976 a	11730±1328 a (p=0.346)	16322±31 9a	13671±1319 a (p=0.124)
Calcio	11109 ± 1120 a	8048 ± 796 a (p=0.105)	10970±985 a	6753±677 b (p=0.019)	12634±1041 a	9498±918 a (p=0.144)	13216±1081 a	10015±479 a (p=0.064)
Magnesio	3421 ± 353 a	3551 ± 446 a (p=0.817)	3461±366 a	2503±166 a (p=0.079)	4095±431a	3628±327 a (p=0.532)	4414±233 a	4170±155 a (p=0.36)
Hierro	163 ± 25.9 a	169.6 ± 40.4 a (p=0.891)	227±44.3 a	127±10.8 a (p=0.102)	166±6.9 a	222±18.5 b (p=0.028)	295±61 a	266±42 a (p=0.751)
Manganeso	454 ± 70 a	309 ± 34 a (p=0.178)	514±82 a	221±15.0 b (p=0.016)	343±49 a	435±55 a (p=0.333)	1214±54 a	1008±86 a (p=0.170)
Zinc	90 ± 9.1 a	70.5 ± 9 a (p=0.298)	94.6±11a	60.6±4 a (p=0.055)	54.5±6 a	73.48±5.0 a (p=0.137)	182±9.4 a	165±15 a (p=0.513)
Cobre	26.3 ± 2.5 a	19.6 ± 2.3 a (p=0.176)	28.8±3.9 a	15.5±1.0 b (p=0,044)	162.6±15 a	97.4±4.7 b (p=0.007)	116.1±7.8 a	115±9.3 a (p=0.944)
Boro	64.9 ± 3.9 a	65.4 ± 8.3 a (p=0.969)	64.2±3.9 a	55±6.6 a (p=0.334)	65.7±15 a	76.5±8 a (p=0.316)	81.4±2.5 a	78.1±5.4 a (p=0.535)

<sup>1</sup>Dentro de cada fecha de muestreo y para cada nutrimento, la letra minúscula indica la significancia estadística y entre paréntesis se indica el valor de p.

$\geq 0.05$ ) (Tabla 1). El ciclo de vida más largo y menor fecundidad se registraron con aplicación del 60 % de la dosis normal de potasio, por consecuencia la población se reduce, específicamente en el estado biológico de ninfa. Este resultado se refiere a una etapa de alto consumo de savia lo que significa tener presente la plaga en estado biológico de alto consumo

de alimento por más tiempo (Damghani *et al.*, 2021). Para los muestreos III y IV se registraron deficiencias para N, K, y Ca y excesos para P, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B (Tabla 2). De acuerdo con Huguet (1980), el que K, Mg y Ca se encuentren en sus rangos óptimos influye de manera determinante en la resistencia de la planta a desórdenes fisiológicos y patológicos.

**Tabla 2.** Comparación de Índice de Desbalance Nutricional (IDN) en hojas de rosal de corte 'Polo', por fecha de muestreo y categorizadas como libres de araña roja o infestadas con  $\geq 60$  individuos por hoja (prueba de t,  $\alpha = 0.05$ ).

**Table 2.** Comparison of the Nutritional Imbalance Index (NDI) in 'Polo' cut rose leaves, by sampling date and categorized as free of red spider mite or infested with  $\geq 60$  individuals per leaf (t test,  $\alpha = 0.05$ ).

Nutrimento IDN	Muestreo							
	I		II		III		IV	
	Infestación nula	Infestación alta						
Nitrógeno	-11.6 ± 1.3	-25.9 ± 1.12	-12.3±2.7	-25.9±1.9	-4.98±0.76	-14.65±3.15	-3.68±0.27	-13.62±1.11
Fósforo	-0.4 ± 2.9	-29.8 ± 12.1	-1.5±9.5	-1.5±9.5	10.2±3.9	-4.37±6.4	22.9±2.93	7.89±3.3
Potasio	-39.4 ± 8.1	-88.5 ± 18.7	-51.0±21	-40.2±19.3	-38.2±6.2	-60.1±17.4	-23.6±1.4	-41.16±8.9
Calcio	-7.21 ± 4.2	-23.0± 6.4	-7.8±4.6	-33.5±6.7	1.9±3.5	14.6±6.2	-0.12±3.34	-10.33±2.0
Magnesio	0.39 ± 4.2	-2.87 ± 6.2	0.11±5.18	-11.57±3.6	8.0±4.3	2.51±4.1	11.2±2.35	8.8±1.57
Hierro	15.1 ± 8.3	16.4 ± 13.3	35.5±14.2	3.5±3.5	15.9±2.21	33.85±5.9	57.2±19.5	47.7±13.6
Manganeso	156.2 ± 29.7	94.5 ± 14.7	181.8±35	57.0±6.4	109.1±21	148.3±23.4	479.6±23	392.1±36.6
Zinc	28.31 ± 5.2	17.3 ± 5.3	31.0±6.22	11.76±2.24	8.25±3.5	19.02±2.87	80.86±5.4	70.94±8.5
Cobre	21.3 ± 3.5	11.3 ± 3.4	25.0±5.8	5.2±1.0	224.1±22.6	127.4±6.9	155.0±11.6	153.3±13.9
Boro	8.8 ± 2.3	8.85 ± 5.0	7.64±5.4	2.33±4.4	9.2±2.0	15.6±4.7	18.45±1.5	16.54±3.16

**Tabla 3.** Comparación general de concentraciones e índices nutricionales de nutrimentos en hojas de rosal de corte 'Polo' libres de araña roja o infestadas con  $\geq 60$  individuos por hoja. Tenancingo, Estado de México.**Table 3.** General comparison of nutrients concentrations and nutritional indices in 'Polo' cut rose leaves free of red spider mites or infested with  $\geq 60$  individuals per leaf. Tenancingo, State of Mexico.

Nutrimento	Concentración mg kg <sup>-1</sup>		Índice de Desbalance Nutricional <sup>1</sup>		Reducción nutrimental (%)
	Alta	Libre	Alta	Libre	
Nitrógeno	26715.0±0.0723 b <sup>1</sup>	32390.0±0.0651 a	-20.0±1.64	-8.3±1.2	15.0
Fósforo	2222.0±157 b	2958.0±149 a	-12.0±5.3	7.8±3.4	25.0
Potasio	10955.0±709 b	14350.0±617 a	-70.0±8.9	-38.0±5.8	24.0
Calcio	8579.0±447 b	11982.2±534 a	-20.4±3.3	-4.3±1.23	29.0
Magnesio	3388.0±195 a	3848.8±189 a	-0.8±2.58	4.9±2.21	13.0
Hierro	196.1±18.7 a	212.9±22.1 a	25.37±6.03	30.9±7.07	12.0
Manganeso	493.3±74.7 b	631.2±83.9 a	173.0±31.8	231.7±35.7	22.0
Zinc	92.3±10.6 a	105.3±11.6 a	29.7±6.01	37.1±6.58	12.0
Cobre	61.9±10.6 b	83.5±14.0 a	74.2±15.7	106.3±20.8	26.0
Boro	68.8±3.9 a	69.0±2.8 a	10.8±2.4	11.0±1.76	0.3

<sup>1</sup>Dentro de la misma columna, los valores con la misma letra minúscula no son significativamente diferentes entre sí (prueba de t,  $\alpha = 0.05$ ).

En muestras con presencia de *T. urticae* se observó una deficiencia de -12.0 de fósforo, resultado que coincide con Wermelinger *et al.* (1991) quienes señalan que, en el cultivo de manzano (*Pyrus malus* L.), las plantas con deficiencias de este elemento presentan alta tasa reproductiva de *T. urticae*. Además, que coincide con los trabajos realizados en fresa, donde se reporta incremento de estados juveniles con deficiencia de fósforo (Ribeiro *et al.*, 2012).

En plantas con presencia de araña roja, el IDN para potasio fue mayor para plantas libres de la plaga. El potasio es un elemento importante en el proceso de fotosíntesis y su deficiencia se refleja en un aumento en la tasa respiratoria de la planta. Los cambios fisiológicos y metabólicos producto de deficiencias nutrimentales y, especialmente, de potasio favorecen la susceptibilidad a plagas y enfermedades (Amtmann *et al.*, 2008).

Respecto a los microelementos, por fechas de muestreo, hubo diferencias significativas para Ca ( $p = 0.019$ ) (muestreo II), Fe ( $p = 0.028$ ) (muestreo III), Mn ( $p = 0.016$ ) (muestreo II) y Cu (en los muestreos II y III) ( $p = 0.044$  y  $0.007$ , respectivamente) (Tabla 1); pero, no hubo diferencias estadísticas en ninguna fecha de muestreo para Mn, Zn y B ( $p \geq 0.05$ ) (Tabla 1).

El calcio es un componente importante de la lamela media de la pared celular en las plantas, que proporciona resistencia y solidez a dicha estructura. Las plantas con deficiencias de este elemento (- 20.4) mostraron mayor susceptibilidad al ataque de araña roja en relación a plantas con deficiencias menores (- 4.3), que no registraron presencia del ácaro. El poligalacturonato de calcio se requiere en el micelio de la lamela media de la pared celular para proporcionar estabilidad a la membrana, por lo que bajas concentraciones y deficiencias de este elemento propicia una mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades (Harada *et al.*, 1996).

En todos los casos, el boro presentó valores de IDN positivos, lo que indica que se encontró en exceso. Según Marschner (2012), este nutrimento es uno de los microelementos

involucrados en la resistencia de plantas al ataque de ácaros y sostiene que en plantas carentes o con una concentración menor a  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$  se afecta la formación del flavonoide cianidina, responsable de la resistencia al ataque de ácaros.

En todas las fechas de muestreo, la concentración de N, P, K, Ca, Mn y Cu fue estadísticamente inferior en plantas de rosal altamente infestadas con *T. urticae*, pero no hubo diferencias significativas para Mg, Fe, Zn, y B (Tabla 3). El IDN es mayor para los nutrimentos N, P, K en plantas con alta infestación de araña roja, con respecto a las plantas libres del ácaro. El IDN fue positivo para P y Mg en plantas libres de ácaros pero negativo cuando la planta estaba infestada. Para el resto de los nutrimentos, el desbalance fue igualmente positivo o negativo tanto para plantas libres de infestación como para plantas infestadas. Aunque, coincidentemente, los microelementos Fe, Mn, Zn, Cu y B son nutrimentos que la planta demanda en menor cantidad y el IDN fue menor en plantas con altas poblaciones de *T. urticae*.

## CONCLUSIONES

Las plantas de rosal 'Polo' con alta infestación de *T. urticae* presentaron concentraciones menores de N, P, K, Ca, Mn y Cu. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas para Mg, Fe, Zn, y B. El IDN fue positivo para P y Mg en plantas libres de ácaros pero fue negativo cuando la planta estaba infestada. Sin embargo, para el resto de los nutrimentos, el IDN fue inconsistente con relación al nivel de infestación de ácaros en las hojas de rosal.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Secretaría de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Nayarit por el apoyo en la convocatoria: "Fortalecimiento al Posgrado de Calidad con recursos provenientes del Impuesto Especial del 12 % destinado a la UAN, Patronato 2022".

**CONFLICTOS DE INTERESES**

Los autores declaramos que no existe conflicto de interes

**REFERENCIAS CITADAS**

- Adesanya, A.W., Lavine, M.D., Moural, T.W., Lavine, L.C., Zhu, F. y Walsh, D.B. 2021. Mechanisms and management of acaricide resistance for *Tetranychus urticae* in agroecosystems. *Journal of Pest Science*, 94(3), 639-663.
- Alcántar, G.G. y M. Sandoval-Villa M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación Especial Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Chapingo, México. 156 p.
- Alvarado-Camarillo, D., Valdez-Aguilar, L.A., Alba-Romenous, K., Martínez-Amador, S.Y., Hernández-Pérez, A. 2018. Accumulation and remobilization of Calcium, Magnesium and Phosphorus in Rose plants Acumulación y removilización de Calcio, Magnesio y Fósforo en plantas de Rosal. *Revista Bio Ciencias*, 5(1):322-327.
- Amtmann, A., Trouflard S., y Armengaud, P. 2008. The effect of potassium nutrition on pest and disease resistance in plants. *Physiologia Plantarum* 133:682-691.
- Bai, C., Reilly C.C. y Wood, B.W. 2006. Nickel deficiency disrupts metabolism of ureides, amino acids, and organic acids of young pecan foliage. *Plant Physiol.* 140:433-443.
- Bentz, J.A., Reeves, J., Barbosa, P. y Francis, B. 1995. Nitrogen fertilizer effect on selection, acceptance, and suitability of *Euphorbia pulcherrima* (Euphorbiaceae) as a host plant to *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology* 24:40-45.
- Beaufils, E.R. 1973. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Soil Science Bulletin* 1. University of Natal. Pietermaritzburg. South Africa.
- Bilal, H.H., Tahir, R., Adnan, M., Ali, S.M., Islam, H., Umer, M.S. y Iftikhar, M. 2020. ¿La aplicación foliar de macro y micronutrientes tiene algún impacto en la producción de rosas? Una revisión. *Annals of Reviews and Research*. 6 (1), 555677.
- Bremner, L.M. y Mulvaney C.S. 1982. Total nitrogen. p. 595-634. In: Miller R H, Keeney D R (eds) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbiological properties ASA, S.S.A. Madison, Wisconsin, USA, 1692p.
- Bush, J.W. y Larry, P.P. 1999. Mixture models of soybean growth and herbivore performance in response to nitrogen-sulfur-phosphorus nutrients interactions. *Ecological Entomology* 24: 132-145.
- Carrillo-Salazar, J.A., González-Camacho, J.M., San Juan-Martinez, E. y Gonzalez-Hernandez V.A. 2019. Quality assessment of potted petunia based on a probabilistic neural network classifier. *Agrociencia (Montecillo)*, 53(6), 895-910.
- Chacón-Hernández, J.C., Camacho-Aguilar, I., Cerna-Chavez, E., Ordaz-Silva, S., Ochoa-Fuentes, Y.M. y Landeros-Flores, J. 2018. Effects of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae) on the chlorophyll of rose plants (*Rosa* sp.). *Agrociencia*, 52(6), 895-909.
- Chen, Y, Opit G.P., Jonas V.M., Williams, K.A., Nechols J.R. y Margolies, D.C. 2007 Environmental factors affecting the life-tables of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) III. Host-plant nutrition. *J. Econ. Entomol.* 12:1821-1830.
- Damghani, M., Asadi, M. y Khanamani, M. 2021. Effect of different fertilizer regimes on life table parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on resistant bean cultivar. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(4), 853-863.
- Damián-Nava, A., González-Hernández V.A., Sánchez-García P. y Livera-Muñoz M.. 2006. Dinámica y diagnóstico nutrimental del guayabo en Iguala, Guerrero, México. *Terra Latinoamericana*. 24(1): 125-132.
- Díaz-Arias, K.V., Rodríguez-Maciél, J.C., Lagunes-Tejeda, Á., Aguilar-Medel, S., Tejeda-Reyes, M.A. y Silva-Aguayo, G. 2019. Resistance to abamectin in field population of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) associated with cut rose from state of Mexico, Mexico. *Florida Entomologist*, 102(2), 428-430.
- Erhan, G.M. y Nedim A. 2006. Growth promoting of some ornamental plants by root treatment with specific fluorescent *Pseudomonads*. *Journal of Biological Sciences*. 6: 610-625.
- Folegatti, M.V., Casarini, E. y Blanco, F.F. 2001. Profundidades del agua de riego de invernadero en relación con las calidades de los tallos y brotes de rosas. *Scientia Agrícola*, 58, 465-468.
- García-Velasco, R., Mora-Herrera, M.E., Mejía-Carranza, J., Aguilar-Medel, S. y González-Millan, M.E. 2021. Fosfitos de potasio en el manejo de *Peronospora sparsa* Berkeley y calidad floral del cultivo de rosa cv. Samourai®. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 7(1).
- Golizadeh, A., Jafari-Behi, V., Razmjou, J., Naseri, B. y Hassanpour, M. 2017. Population growth parameters of rose aphid, *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: Aphididae) on different rose cultivars. *Neotropical entomology*, 46(1), 100-106.
- Harada, H., Takahashi, H., Matsuzaki, T. y Hagimori, M. 1996. Calcium chloride as a major component contributing to aphid resistance of *Nicotiana benthamiana*. *J. Chem. Ecol.* 22: 1579-1589.
- Hoffland, E., Dicke, M., Van Tintelen, W., Dijkman, H. y Van Beusichem, M.L. 2000. Nitrogen availability and defense of tomato against two-spotted spider mite. *Journal of Chemical Ecology*. 26(12): 2697-2711.
- Huerta, A.J. y Murphy, T.M. 1989. Efectos del pH extracelular sobre la salida de K<sup>+</sup> inducida por UV de células de rosas cultivadas. *Fisiología vegetal*. 90 (2), 749-753.
- Huguet, C. 1980. Effects of the supply of calcium on the composition and the susceptibility of golden delicious apples to physiological and pathological disorders. *Acta Hort.* 92: 93-98.
- Kallure, G.S., Kumari, A., Shinde, B.A. y Giri, A.P. 2022. Characterized constituents of insect herbivore oral secretions and their influence on the regulation of plant defenses. *Phytochemistry*, 193, 113008.
- Kant, M., Ament R., Sabelis, M.W., Haring, M.A. y Schuurink, R.C.S. 2004. Differential timing of spider mite induced direct and indirect defense in tomato plants. *Plant Physiol.* 135: 483-495.
- Kwon, O.H., Choi, H.G., Kim, S.J., Lee, Y.R., Jung, H.H. y Park, K.Y. 2022. Changes in Yield, Quality, and Morphology of Three Grafted Cut Roses Grown in a Greenhouse Year-Round. *Horticulturae*, 8(7), 655.
- Landeros, J., Guevara, L.P., Badii, M.H., Flores, A.E. y Pámanes, A. 2004. Effect of different densities of the Two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on CO<sub>2</sub> assimilation, transpiration, and stomatal behavior in rose leaves. *Exp. Appl. Acarol.* 32: 187-194.
- Lara-Cortés, E., Osorio-Díaz, P., Jiménez-Aparicio, A. y Bautista-Baños, S. 2013. Contenido nutricional, propiedades

- funcionales y conservación de flores comestibles: Revisión. Archivos latinoamericanos de nutrición, 63(3), 197-208.
- Longjam, R., Huirongbam, K., Kamboj, S., Jakhar, A. S. y Singh, S. 2022. Post harvesting and value addition in rose. The Pharma Innovation Journal 2022; SP-11(6): 1820-1823
- Martínez-Valenzuela, C. y Gómez-Arroyo, S. 2007. Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. Revista internacional de contaminación ambiental, 23(4), 185-200.
- Marschner, P. 2012. Mineral nutrition of higher plants. Third edition. Elsevier Academic Press. San Diego, CA, USA. 651 p. <https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants>
- Mills, H.A. y Benton, J.J. 1996. Plant analyses Handbook II. MicroMacro Publishing Inc, 279 p.
- Mithöfer, A. y Boland, W. 2008. Recognition of herbivory associated molecular patterns. Plant Physiol. 146:825-831.
- Mukhammadiev, B.K. y Khasilava, N.A. 2020. Rosa and integrated pest control measures. International Scientific and Technical Journal "Innovation Technical and Technology, 1(2): 33-36.
- Nicholls, C. y Altieri, M. 2006. Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 77: 30-35.
- Norboo, T., Ahmad, H., Shankar, U., Ganai, S.A., Kumar, M. y Stanzin Landol, B.K. 2018. Screening for resistance in rose against red spider mite, *Tetranychus urticae* (Linn.). J Entomol. Zool. Studies, 6(3), 897-899.
- Ortega-Arenas, L. D., Miranda-Aragón, D. y Sandoval-Villa, M. 2006. Densidad de huevos y ninfas de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (WEST.) en *Gerbera jamesonii* H. Bolus. con diferentes regímenes de fertilización nitrogenada. Agrociencia 40: 363-371.
- Otero, C.G. 2002. Ácaros plaga de cultivos ornamentales. p. 8-24. In: Bautista N, Alvarado J, Chavarrín J, Sánchez H. (eds) Manejo Fitosanitario de Ornamentales. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, Montecillo, Texcoco, México. 237 p.
- Porcuna, J.L. 2007. Producción integrada: Una estrategia de tránsito hacia sistemas más sostenibles. Ecosistemas 16:1-8.
- Ribeiro, M.G.P.D.M., Michereff Filho, M., Guedes, Í.M., Junqueira, A.M.R. y de Liz, R.S. 2012. Efeito da adubação química na infestação do ácaro rajado e na produção do morangueiro. Horticultura Brasileira, 30, 673-680.
- Sandoval, C. y Lolas, M. 2008. Estado nutricional de las plantas y su incidencia en la expresión de enfermedades. p.141-167. In Hirzel, J. (ed) Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. Publicaciones INIA. Chillán. Chile, 295p.
- Santamaria, M.E., Arnaiz, A., Rosa-Díaz, I., González-Melendi, P., Romero-Hernandez, G., Ojeda-Martínez, D.A. y Díaz, I. 2020. Plant defenses against *Tetranychus urticae*: mind the gaps. Plants. 9(4): 464
- Statistical Analysis System (SAS). 2009. SAS for Windows. Version 9.1. Cary, N. C. United States.
- Schwachtje, J. y Baldwin, T. 2008. Why does herbivore attack reconfigure primary metabolism? Plant Physiol. 146:845-851.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2021. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Recuperado el 15 de julio del 2022).
- Silva, A.G., Rodríguez, M. J.C. y Figueroa, C.I. 2008. Fertilización y Artropodofauna asociada a las especies vegetales. p.171-191. In: Hirzel, J. (ed) Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. Publicaciones INIA. Chillán. Chile, 295p.
- Souza, V., Ventura, M.U., Hoshino, A.T., Hata, F.T. y Constantino, L.V. 2021. Development and population growth of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on strawberry fertilized with different doses and sources of organic fertilizers. International Journal of Acarology, 47(6): 528-535
- Stumpf, N. y Nauen, R. 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pest. Biochem. and Physiol. 72: 111-121.
- Walworth, J.L. y Sumner, M.E. 1987. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). In: Stewart, B.A. (eds) Advances in Soil Science. Advances in Soil Science, vol 6. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4682-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4682-4_4)
- Wermelinger, B., Oertli, J.J. y Baumgärtner, J. 1991 Environmental factors affecting the life-tables of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) III. Host Plant Nutrition. Exp. Appl. Acarol. 12: 259-274.
- Zacarias-Guale, J.C. 2018. Evaluación de la productividad y calidad del cultivo de rosas (*Rosa* spp.) variedad Freedom bajo aplicaciones de biol, cantón cotacachi (Bachelor's thesis).
- Zhi, J., Margolies, D.C., Nechols, J.R. y Boyer, J.E. 2006. Host-plant-mediated interaction between populations of a true omnivore and its herbivorous prey. Entomologia Experimentalis et Applicata. 121: 59-66.