

Caracterización morfológica y evaluación de hongos poscosecha del ostiolo del higo variedad “Guarinta”

Buttarelli, M.S.¹; Stegmayer, M.I.¹; Trod, B.¹;

Castro, D.² & Bouzo, C.A.^{1,3}

RESUMEN

El higo es un fruto climatérico con gran perecibilidad y corta vida poscosecha. Presenta un ostiolo que sirve como medio de polinización y sitio de entrada de patógenos fúngicos. En este trabajo se evaluaron tres diferentes estrategias de protección y su efecto en el desarrollo del ostiolo además de la presencia de hongos. Se utilizaron 15 plantas de higos blancos de la variedad “Guarinta” obteniéndose imágenes de los ostiolos mediante microscopio electrónico de barrido para evaluar su estructura y diámetro. Se determinó la presencia de géneros fúngicos en simultáneo. El diámetro medio (mm) de poro en el control `C` fue de 7,64, en protección con malla `M` fue de 5,36 y protección con papel aluminio `PA`, de 0,98; acusando diferencias significativas entre los tratamientos PA y C. Los higos envueltos con PA, presentaron una mayor incidencia de hongos patógenos. Esto constituye una primera aproximación en la evaluación de tipos de protección.

Palabras clave: higo, guarinta, ostiolo, hongos, poscosecha.

1.- ICiAgro Litoral, UNL, CONICET, FCA. Kreder 2805. (3080HOF) Esperanza, provincia de Santa Fe, Argentina. Tel-Fax: 03496-426400. Email: melinabuttarelli@yahoo.com.ar

2.-Cátedra de Cultivos Intensivos. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. (3080HOF) Esperanza, provincia de Santa Fe, Argentina. Tel-Fax: 03496-426400, int. 370.

3.- Cátedra de Fisiología Vegetal, FCA - UNL. Tel-Fax: 03496-426400 int. 371.

Manuscrito recibido el 16 de diciembre de 2020 y aceptado para su publicación el 25 de mayo de 2021.

Buttarelli, M.S.; Stegmayer, M.I.; Trod, B.; Castro, D. & Bouzo, C.A. Caracterización morfológica y evaluación de hongos poscosecha del ostiolo del higo variedad “Guarinta”.

FAVE - Ciencias Agrarias 21 (1): 21-30 - CC BY-NC-SA 4.0

ABSTRACT

Morphological characterization and evaluation of postharvest fungi of the ostiole of the fig variety “Guarinta”.

The fig is a climacteric fruit with great perishability and short postharvest life. It has an ostiole that serves as a pollination medium and an entry site for fungal pathogens. In this work, three different protection strategies and their effect on the development of the ostiole were evaluated in addition to the presence of fungi. Fifteen white fig plants of the “Guarinta” variety were used. Images were obtained by scanning electron microscope. The ostioli were evaluated in their structure and diameter. The presence of microorganisms was performed simultaneously. The mean diameter (mm) of pore in the control ‘C’ was 7.64, in protection with mesh ‘M’ it was 5.36 and protection with aluminum foil ‘PA’, 0.98; showing significant differences between the PA and C treatments. Figs wrapped with PA showed a higher incidence of pathogenic fungi. This constitutes a first approximation in the evaluation of types of protection.

Key words: fig, guarinta, ostiolo, fungi, postharvest.

INTRODUCCION

La familia de las Moráceas es originaria de la zona mediterránea de Asia sudoccidental, comprendiendo más de 60 géneros. Dentro del género *Ficus* se encuentran alrededor de 700 especies (Kislev *et al.*, 2006) y sólo unas pocas tienen frutos que pueden considerarse comestibles, siendo uno de ellos la higuera (*Ficus carica* L.). La importancia del cultivo de esta especie subyace en los frutos de mayor calidad, agradable sabor y propiedades medicinales encontrándose entre los más antiguamente conocidos por los humanos (Khadivi *et al.*, 2018). La higuera está muy extendida en la región mediterránea debido a la capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas (Ighbareyeh *et al.*, 2018).

El higo es una infrutescencia conocida en botánica con el nombre de sicón (del latín “syconus” y del griego “sykon”, higo)

por lo que constituye un falso fruto, resultante de una inflorescencia que se desarrolla dentro de un receptáculo carnoso. Está formado por un receptáculo encerrando cientos de drupas pediceladas individuales que se desarrollan a partir de las flores femeninas individuales recubriendo la pared interna del mismo. Posee en su base, formada por brácteas, una pequeña abertura llamado ostiolo (Font Quer, 2007).

Los frutos de la higuera son ricos en nutrientes y tienen un pH alrededor de neutro (Hamanaka *et al.*, 2011) cuya calidad después de la cosecha se deteriora fácilmente, disminuyendo su vida útil comercial a temperatura ambiente (Ertan *et al.*, 2019; Ma *et al.*, 2019). Por ello es imprescindible su almacenamiento en frío, y aun así, su vida de poscosecha no es extensa (Lama *et al.*, 2019). Dentro de las causas se encuentra la epidermis fina de los frutos que los hace sensible a sufrir daños por golpes en su ma-

nipulación, incluso con el roce de las hojas de las ramas (Kong *et al.*, 2013). Además el ostiolo sirve como el medio para que patógenos fúngicos lleguen a la cavidad interna, y se produzca el deterioro acelerado del fruto. En algunos casos, insectos polinizadores y trips pueden ser vectores para que las esporas de estos hongos lleguen a los tejidos internos del sicono (Cantín *et al.*, 2011). La importancia del estudio del ostiolo en la diseminación de enfermedades en el fruto se relaciona con la magnitud (diámetro) ya que el agrietamiento y división que se produce en el ostiolo es una característica varietal (Crisosto *et al.*, 2010) y el hecho de que en esa abertura es común la aparición de rajaduras, que incrementan la infección fúngica (Kong *et al.*, 2013).

Debido a estas características se producen infecciones por hongos y levaduras a campo y se demuestra completamente en la maduración de los frutos cosechados (Rosianski *et al.*, 2016; Desa *et al.*, 2019) El crecimiento de hongos y la posterior producción de metabolitos secundarios por los mismos implica un importante riesgo para la salud y pérdidas económicas por sus efectos en la productividad en el comercio nacional e internacional (Villalobos *et al.*, 2019). Sin embargo, la mayoría de las investigaciones relacionadas con la capacidad de almacenamiento de la fruta del higo se han centrado en el higo seco en lugar de la fruta fresca (Hamanaka *et al.*, 2011; Rosianski *et al.*, 2016; Villalobos *et al.*, 2017; Villalobos *et al.*, 2019). En este sentido el objetivo de este trabajo fue evaluar en fruta fresca recién cosechada, a través de tres diferentes estrategias de protección de los higos al aire libre y su efecto sobre la presencia de hongos y el desarrollo del ostiolo.

MATERIALES Y METODOS

Material vegetal

Se utilizaron higos paternocarpicos de la variedad “Guarinta” desarrollados en plantas de 4 años de edad cultivadas en el Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales (CECIF) perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (31° 24' 03.94" S, 60° 54' 06.83" O)

Tratamientos

De un total de 15 plantas, se eligieron 5 al azar por cada tratamiento y 6 higos por cada planta en un DCA. Se realizaron tres tratamientos consistentes en la cobertura de los siconos con tela ‘voile’ 100% poliéster (M), con papel aluminizado (PA) y un control (C) sin envoltura.

Se seleccionaron 3 frutos de las 6 obtenidos previamente por cada planta por cada tratamiento, conservándose la región del ostiolo en FAA (solución de Formol:Etanol:Ácido acético glacial 30:70:10). Las muestras fueron acondicionadas y posteriormente metalizadas con aleación de oro-paladio se obtuvieron imágenes del área mediante un microscopio electrónico de barrido (MEB) JEOL®-JSM 35 CF (Tokio, Japón), operando a 10 kV, en el Laboratorio de Microscopía Electrónica del Centro Regional de Investigaciones Básicas y Aplicadas de Bahía Blanca CONICET-CCT-BB (ex-CRIBABB).

Para la determinación del diámetro de los ostiolos se utilizó el programa de procesamiento de imagen digital Image J. (Image Processing and Analysis in Java) desarrollado en el National Institutes of Health (EEUU).

Determinación presencia de microorganismos

Se realizó un estudio asintomático de las 3 unidades experimentales restantes extraídas en el estado inmediatamente anterior a la madurez organoléptica. Se determinó la presencia/ausencia de hongos (Embaby *et al.*, 2012).

Se cortaron los ostiolos en 5 partes iguales y se colocaron equidistantes en placas de Petri conteniendo APG (agar papa glucosa) al 2%, previa desinfección seriada en alcohol e hipoclorito de sodio, cuya incubación se realizó a 24°C (Montealegre *et al.*, 2000).

Para la identificación de los hongos se utilizó lupa estereoscópica binocular Nikon SMZ-445 (China) y Microscopio Olympus CH30 (China), utilizándose las claves taxonómicas de Fernández Valiela (1979).

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados mediante software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2010) realizando el análisis de varianza (ANOVA) y las medias comparadas por el test de la Diferencia Mínima Significativa (LSD) con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSION

El diámetro del ostiolo fue afectado por los tratamientos, resultando mayor en los tratamientos C y M, en comparación con lo obtenido en PA, acusando diferencias significativas entre los tratamientos PA y C. El diámetro medio de poro en C fue de 7,64 mm, en M fue de 5,36 mm y en PA, de 0,98 mm (Fig.1). Estos resultados evidenciaron que la envoltura con PA provocaron que el ostiolo se mantenga más cerrado en comparación con los restantes tratamientos. Ferguson & Crisosto (2007) informaron diámetros de ostiolo de higo que oscilaron entre un mínimo de 2,35 mm y un máximo 5,15 mm para la variedad “Brown Turkey”. El diámetro del ostiolo en variedades locales en Marruecos variaron entre 1,9 mm y 18,0 mm (El Oualkadi *et al.*, 2019). Para variedades como “Black Mission” y “Sierra”, se midieron diámetros medios de los ostiolos entre 4 mm y 5 mm, mientras que en la variedad “Kadota” fue de 6 mm (Kong *et al.*, 2013). En cambio, no existen antecedentes previos publicados sobre el diámetro del ostiolo para la variedad “Guarinta”, en las condiciones evaluadas. Los resultados muestran un tamaño similar al de las variedades previamente mencionadas.

Verkerke (1989) describe la formación del sicono con el crecimiento inicial de las brácteas, las cuales se curvan para formar un receptáculo y cuando las mismas se unen, forman el ostiolo. La disposición y cantidad de brácteas que conforman el ostiolo fue observada mediante cortes longitudinales (Fig 2). En todas las observaciones realizadas, las brácteas se organizaron de manera imbricada, enfrentándose entre sí y se doblándose hacia el interior del receptáculo. La cantidad de brácteas en cada tratamiento fue diferente. Así, en el trata-

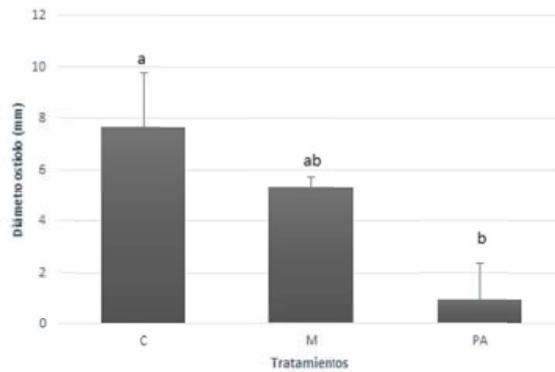


Figura 1. Diámetro (mm) promedio de ostiolo según tratamiento de envoltura. Letras diferentes presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).
 Figure 1. Average ostiolo diameter (mm) according to envelope treatment. Different letters present significant differences ($p \leq 0,05$).

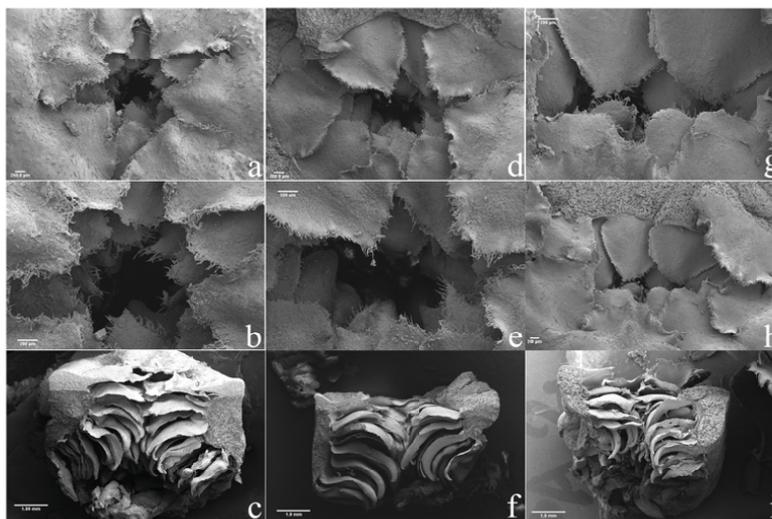


Figura 2. Vista superior de los ostiolos aumento 60x1 tratamiento C (a), tratamiento M (d) tratamiento PA (g). Vista superior de los ostiolos aumento 120x1 tratamiento C (b), tratamiento M (e) tratamiento PA (h). Corte longitudinal de los ostiolos 30x1 tratamiento C (c), tratamiento M (f) tratamiento PA (i).
 Figure 2. Superior view of the ostioles magnification 60x1 treatment C (a), treatment M (d) treatment PA (g). Superior view of the ostioles magnification 120x1 treatment C (b), treatment M (e) treatment PA (h). Longitudinal section of the ostioles magnification 30x1 treatment C (c), treatment M (f) treatment PA (i).

miento C se determinó un mayor número de brácteas en comparación a los tratamientos M y PA (Fig.2).

Esta característica morfológica del sicono, evidencia que no solo es importante la dimensión externa del ostiolo, sino también su estructura interna. En variedades “Smirna” constituye el sitio de entrada del himenóptero *Blastophagapsenes* (avispa) agente polinizador de este tipo de higueras (Ferguson & Crisosto, 2007), estableciéndose un mutualismo obligado entre ambas especies (Chen *et al.*, 2001). Además, la importancia de estudiar la morfología del ostiolo reside en el hecho que el mismo está relacionado con la susceptibilidad al desgarro de sus extremos durante el crecimiento y desarrollo del sicono (Moniruzzaman *et al.*, 2020). Investigaciones de este último autor en Malasia sobre la infestación de cochinitas y la división de los extremos de los ostiolos fue uno de los principales objetivos del desempeño en 17 cultivares de higo. El tamaño de la abertura del ostiolo en el estado de California (EEUU) es una característica que se considera al elegir la variedad a utilizar, debido al riesgo de ingreso de otros insectos y enfermedades que pueden propagarse a otras frutas en el campo (Kong *et al.*, 2013). Con relación a la morfología del ostiolo, las brácteas son elementos importantes en su determinación (Chen *et al.*, 2001). En este trabajo las disposiciones de las brácteas externas determinaron un tamaño de poro que resultó intermedio entre los tratamientos el tratamiento M y C (Fig. 2); mientras que en el tratamiento PA se observó la mayor disminución del diámetro del mismo. Esta reducción puede resultar determinante para disminuir el ingreso de esporas de hongos e insectos al higo, ejerciendo también un fuerte efecto de restricción de la transpiración del fruto (Ferguson

& Crisosto, 2007). En consecuencia, en esta situación los frutos se encontrarían menos expuestos a la descomposición por hongos, tanto en pre como en poscosecha (Karabulut *et al.*, 2009).

El ostiolo del higo sirve como principal vía de ingreso de los hongos patógenos al interior del sicono, como así también de insectos polinizadores, u otros que puedan llevar esporas de los hongos hacia el interior del fruto (Karabulut *et al.*, 2009).

El agrietamiento y división que se produce en el ostiolo es una característica varietal (Crisosto *et al.*, 2010) que incrementa el riesgo del ingreso de hongos, insectos no polinizadores, como así también del incremento en la pérdida de agua (Kong *et al.*, 2013). Incluso cuando no se presenta el deterioro debido a microorganismos, la sobremaduración determina una rápida degradación del fruto en poscosecha. Esto se manifiesta en un reblandecimiento excesivo, maceración del tejido y exudación de líquido almibarado del ostiolo, lo que eventualmente puede estimular el crecimiento de microorganismos epífitos (Lima *et al.*, 2005).

La presencia de rocío o agua de lluvia en el ostiolo puede favorecer la germinación de esporas de hongos oportunistas que luego pueden provocar pérdidas significativas durante la vida útil de la fruta.

El estudio microbiológico asintomático (dado que pueden tener un período de latencia donde los síntomas de podredumbre no son percibidos, aunque ya exista una infección previa) realizado, reveló que las placas que contenían trozos de ostiolo del tratamiento C tuvieron un 20% de desarrollo de *Rhizopus* sp., el 40% de las placas desarrolló *Alternaria* sp y el resto de las placas no tuvieron desarrollos de hongos. Los tratamientos M y PA favorecieron el desarrollo de *Rhizopus* sp. en un 40% y

60% respectivamente de las placas contabilizadas con trozos equidistantes de ostiolo. El género *Alternaria* sp. se presentó en un 20% de las placas en M, y en un 40% de las placas en PA. Para el tratamiento M, el 40% de las placas no desarrolló hongos (tabla 1). Estudios realizados por Rosianski *et al.* (2016) demostraron un deterioro y senescencia más lentos en variedades con fruta polinizada que las variedades con frutos partenocárpicas. Esta última poseyó una mayor susceptibilidad al moho y al desgarramiento de la piel que la fruta polinizada (Rosianski *et al.*, 2016). Aquellos frutos dañados se observó un crecimiento considerable de moho dentro del ostiolo (Hamanaka *et al.*, 2011)

Los resultados del presente trabajo coinciden con lo expresado por Cantín *et al.*, (2011), quien reportó que los géneros *Alternaria* y *Rhizopus* son los más comunes al momento de la cosecha en higos, siendo el primero principalmente un problema de la fruta madura. Montealegre *et al.* (2000), también encontraron que las podredumbres causadas por *Alternaria* sp. y por *Rhizopus* sp. son las más comunes encontradas en higo. En el caso de *Rhizopus* sp. particularmente se encontraron podredumbres di-

rectamente en el ostiolo en condiciones de postcosecha (Bouzo *et al.*, 2012). Además, detectaron que *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium ioluteum*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium flocciferum* y *Cladosporium herbarum* causan pudriciones poscosecha en brevas e higos al ser heridos en la zona ecuatorial de los mismos y que *Alternaria* y *Cladosporium* no causaron pudrición en frutos que no estuvieran lastimados mientras que *Rhizopus* y *Penicillium* fueron los patógenos más agresivos en los frutos con heridas. Villalobos *et al.* (2016) mostraron que la retención de la calidad de la fruta de higo después del almacenamiento, en un empaque en atmósfera modificada, depende del cultivo. En ensayos realizados en la misma línea de investigación (Villalobos *et al.*, 2017) hallaron que los principales géneros encontrados fueron *Cladosporium* y *Penicillium* en todos los cultivares y tratamientos estudiados. Sin embargo, *Alternaria* sp. es uno de los géneros más comunes en higos de poscosecha en California, Arabia Saudita y Croacia; en Irán, Montenegro y la región del mediterráneo es predominante. En Argentina se encontró en muestras de alimentos coincidiendo con lo reportado por Abbas *et al.* (2020).

Tabla 1. Presencia de microorganismos en ostiolos de higos tratados con diferentes tipos de envoltura.

Table 1. Microorganism s presence in fig ostioles treated with different types of envelope.

Tratamientos	Incidencia de hongos fitopatógenos (%)	Género de los hongos identificados
C	60%	<i>Rhizopus</i> sp <i>Alternaria</i> sp
M	60%	<i>Rhizopus</i> sp <i>Alternaria</i> sp
PA	100%	<i>Rhizopus</i> sp <i>Alternaria</i> sp

Investigaciones paralelas surgieron a partir de estos resultados buscando mediante el uso de atmosferas modificadas poder controlar de una manera eficiente el problema de los hongos poscosecha (datos no publicados) abriendo la posibilidad a nuevas líneas de investigación.

CONCLUSIONES

Se demostró la existencia de un efecto de los tratamientos de envolturas de los higos sobre el diámetro del ostiolo. El tratamiento PA presentó estadísticamente un menor tamaño del ostiolo en comparación con el tratamiento control (C).

Sin embargo, al realizarse los estudios asintomáticos de patógenos, se determinó que los higos envueltos con PA, presentaron una mayor incidencia de hongos patógenos. Esto representaría *a posteriori*, una mayor probabilidad de infección.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a los aportes financieros obtenidos a través del 'Curso de Acción para la Investigación y Desarrollo (CAI+D)' convocatoria 2016 y del Programa de Becas de Posgrado para docentes de la Universidad Nacional del Litoral, como así también aportes económicos obtenidos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

BIBLIOGRAFIA

- Biale JB, Young R. 1981. Respiration and ripening in fruits retrospect and prospect. En: Friend J, Rhodes MJC editors. Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables. New York: Academic Press. Pp. 1-39
- Bouzo, C.A., Travadelo, M., Gariglio, N.F. 2012. The effect of different packaging materials on postharvest quality of fresh fig fruit. *Int. J. Agric. Biol.*, 14:821-825.
- Cantín C, Paloub L, Bremer V, Michailides T, Crisosto C. 2011. Evaluation of the use of sulfur dioxide to reduce postharvest losses on dark and green figs. *Postharvest Biol. Technol.* 59(2):150-158. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2010.09.016
- Chen YR, Wu WJ, Chou LS. 2001. Regulation of fig wasps and egress: the role of ostiole of *Ficus microcarpa* L. *Formos. Entomol.* 21:171-182. DOI: 10.6661/TESFE.2001014
- Crisosto CH, Bremer V, Ferguson L, Crisosto G. 2010. Evaluating quality attributes of four fresh fig (*Ficus carica* L.) cultivars harvested at two maturity stages. *HortScience.* 45:707-710. DOI: 10.21273/HORTSCI.45.4.707
- Desa, W. N. M., Mohammad, M., & Fudholi, A. (2019). Review of drying technology of fig. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 93-103.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- El Oualkadi, A., & Hajjaj, B. (2019) Characterization of some local varieties of fig tree (*Ficus carica* L.) in Oued Laou region of Morocco. DOI: 10.22161/ijeab.45.41

- Embaby EM, Hagagg LF, Abdel-Galil MM. 2012. Decay of some fresh and dry fruit quality contaminated by some mold fungi. *J. Appl. Sci. Res.* (June): 3083-3091.
- Ertan, B., Şenkayas, H., & Tuncay, Ö. (2019). Postharvest logistics performance of fresh fig varieties in Turkey. *Scientia Horticulturae*, 257, 108769.
- Ferguson L, Crisosto C. 2007. The Fig: Overview of an Ancient Fruit. *HortScience*. 42(5):1083-1087. DOI: 10.21273/HORTSCI.42.5.1083
- Fernández Valiela, MV. 1979. Introducción a la Fitopatología. Vol. 4. Hongos y Mycoplasmas. 3a ed. INTA. Buenos Aires. Argentina. 613 pp.
- Font Quer, P. 2007. Diccionario de botánica. Ed. Península. 1280 pp.
- Hamanaka, D., Norimura, N., Baba, N., Mano, K., Kakiuchi, M., Tanaka, F., & Uchino, T. (2011). Surface decontamination of fig fruit by combination of infrared radiation heating with ultraviolet irradiation. *Food Control*, 22(3-4), 375-380.
- Ighbareyeh JMH, Carmona EC, Ortiz AC, Suliemieh AA, Ighbareyeh MH, Daraweesh AM (2018) Analysis of physical factors of climate and bioclimate and their effects on almonds production to increase the economy in Hebron area of Palestine. *Arab J Geosci* 11(21):683
- Khadivi, A., Anjam, R., Anjam, K. (2018). Morphological and pomological characterization of edible fig (*Ficus Carica* L.) to select the superior trees. *Sci Hort* 238:66-74. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.04.031
- Karabulut O, İlhan K, Arslan U, Vardar C. 2009. Evaluation of the use of chlorine dioxide by fogging for decreasing postharvest decay of fig. *Postharvest Biol. Technol.* 52:313-315. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2009.01.006
- Kislev EM, Hartmann A, Bar-Yosef, O. 2006. Early domesticated Fig in the Jordan Valley. *Science*. 312:1372-1374. DOI: 10.1126/science.1125910
- Kong M, Lampinen B, Shackel K, Crisosto CH. 2013. Fruit skin side cracking and ostiole-end splitting shorten postharvest life in fresh figs (*Ficus carica* L.). *Postharvest Biol. Technol.* 85:154-161. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2013.06.004
- Lama K, Modi A, Peer R, Izhaki Y, Flaishman MA. 2019. On-tree ABA application synchronizes fruit ripening and maintains keeping quality of figs (*Ficus carica* L.). *Sci. Horticult.* 253:405-411. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.04.063
- Lima LC, Dias MSC, de Castro MV, Martins RN, Ribeiro-Junior PM, Silva EB. 2005. Post-harvest conservation of unripe figs (*Ficus carica* L.) cv. "Roxo de Valinhos" treated with sodium hypochlorite and stored under refrigeration in passivemodified atmosphere. *Ciênc. agrotec.* 29:810-816. DOI: 10.1590/S1413-70542005000400013
- Ma J, Li D, Yang D, Xu W, Fu Y, Liao R, Shi J, Wang J, Wang Y, He X. 2019. Effects of packaging designs with multiple pieces of function films on the quality of figs stored at ambient temperature. *Sci. Hort.* 251:32-38. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.03.004
- Marei N, Crane J. 1971. Growth and Respiratory Response of Fig (*Ficus carica* L. cv. Mission) Fruits to Ethylenel. *Plant Physiol.* 48:249-254. DOI: 10.1104/pp.48.3.249
- Moniruzzaman, M., Anuar, N., Yaakob, Z. *et al.* Evaluación del desempeño de diecisiete cultivares de higo común (*Ficus carica* L.) introducidos en un clima tropical. *Hortico. Reinar. Biotechnol.* 61, 795-806 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13580-020-00259-13>

- Montealegre J, Oyarzún J, Herrera R, Berger H, Galletti L. 2000. Fungi producing postharvest decay on brevas and fig fruits. *Bol. San. Veg., Plagas.* 26(3):439-443.
- Owino WO, Manabe Y, Mathooko FM, Kubo Y, Inaba A. 2006. Regulatory mechanisms of ethylene biosynthesis in response to various stimuli during maturation and ripening in fig fruit (*Ficus carica* L.). *Plant Physio. Biochem.* 44(5-6):335-342. DOI: 10.1016/j.plaphy.2006.03.009
- Polat AA, Caliskan O. 2008. Fruit characteristics of table fig (*Ficus carica* L.) cultivars in subtropical climate conditions of the Mediterranean region. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 36(2):107-115. DOI: 10.1080/01140670809510226.
- Rosianski, Y., Freiman, Z. E., Cochavi, S. M., Yablovitz, Z., Kerem, Z., & Flaishman, M. A. 2016. Advanced analysis of developmental and ripening characteristics of pollinated common-type fig (*Ficus carica* L.). *Scientia Horticulturae*, 198, 98-106.
- Taain DA. 2010. A study of the physiology of growth and ripening of fig fruits. *Journal of Thi-Qar University Special number 5.*
- Vemmos SN, Petri E, Stournaras V. 2013. Seasonal changes in photosynthetic activity and carbohydrate content in leaves and fruit of three fig cultivars (*Ficus carica* L.). *Sci. Hortic.* 160:198-207. DOI: 10.1016/j.scienta.2013.05.036
- Verkerke W. 1989. Structure and function of the fig. *Experientia.* 45(7): 612-622.
- Villalobos, M.C, Serradilla, M. J., Martín, A., Hernández-León, A., Ruíz-Moyano, S., & de Guía Córdoba, M. 2017. Characterization of microbial population of breba and main crops (*Ficus carica*) during cold storage: Influence of passive modified atmospheres (MAP) and antimicrobial extract application. *Food microbiology*, 63, 35-46.
- Villalobos, M. C., Serradilla, M. J., Martín, A., Ruíz-Moyano, S., Casquete, R., Hernández, A., & Córdoba, M. G. 2019. Use of efficient drying methods to improve the safety and quality of dried fig. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(1), e13853.