



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**Tesis para optar al grado académico de**  
**Magister en Cultivos Intensivos**

**Título de la Tesis: “Estudio de factores pre y poscosecha para mejorar la calidad comercial de higo (*Ficus carica L.*)”**

Tesista: Ing.Agr. Melina Buttarelli.

Director: Dr Carlos Bouzo

Co director: Mag. María Élide Pirovani

ESPARANZA-SANTA FE

## INDICE

RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUCCION .....	5
1.1 La Higuera.....	5
1.2 Fisiología y tipos de frutos .....	5
1.3 Producción e importancia económica.....	8
1.4 Caracterización del Higo como fruto comestible .....	10
1.4.1 Parámetros de calidad nutricional .....	10
1.4.2 Índices de calidad de madurez y cosecha.....	11
1.5 Ostiolo del higo .....	13
1.6 Generalidades de la poscosecha del higo .....	14
1.7 Efecto de las atmósferas modificadas especiales (altas en oxígeno) en frutas y hortalizas y su impacto sobre la calidad.....	16
1. 8 Objetivos .....	18
1.8.1 Objetivo general .....	18
1.8.2 Objetivos específicos.....	19
2. MATERIALES Y METODOS .....	20
2.1 Material vegetal.....	20
2.2 Tratamientos.....	20
2.2.1 Determinación del tamaño del ostiolo.....	21
2.2.2 Determinación presencia de microorganismos.....	22
2.2.3 Determinación de la madurez de los higos.....	23
2.3 Preparación de las atmósferas superoxigénicas de envasado para la conservación de los higos. ....	23
2.3.1 Preparación de los higos para el ensayo de atmósferas modificadas .....	25
2.3.2 Determinación de la composición de las atmósferas por cromatografía gaseosa.....	27
2.3.3 Determinación de pH .....	27
2.3.4 Sólidos solubles.....	27
2.3.5 Determinación de Microorganismos mesófilos aerobios totales.....	27
3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	28

3.1 Análisis de los ostiolos .....	28
3.2 Efecto del almacenamiento de higos en atmósferas modificadas altas en oxígeno.....	34
Efecto de las atmósferas de almacenamiento superoxigénicas sobre la intensidad respiratoria de higos .....	37
Efecto de las atmósferas de almacenamiento superoxigénicas sobre la pérdida de peso de higos ...	39
Efecto de las atmósferas de almacenamiento superoxigénicas sobre la calidad poscosecha de higos .....	40
Efecto de las atmósferas de almacenamiento superoxigénicas sobre la carga microbiana en la superficie de los higos .....	43
4. CONCLUSIONES .....	46
5. BIBLIOGRAFÍA.....	47

## RESUMEN

El higo es una infrutescencia, conocida con el nombre de sicono, formado por una cáscara hueca que encierra cientos de drupas pediceladas individuales que se desarrollan a partir de las flores femeninas individuales que recubren la pared del receptáculo, con una pequeña abertura llamado el ostiolo formado por brácteas.

En Argentina, tradicionalmente la producción de higo se realiza de manera artesanal, no como plantaciones puras, sino mediante el uso variedades locales y dispersas en diferentes puntos del país.

El higo es apreciado por su sabor y por su alto contenido en nutrientes, así como también de antioxidantes.

Es de epidermis fina, sensible a sufrir daños por golpes en su manipuleo, incluso con el roce de las hojas de las ramas; y susceptible a sufrir rajaduras o agrietamiento en su ostiolo, lo que puede propiciar un sitio de ingreso para hongos, insectos no polinizadores y para la pérdida de agua. Incluso cuando no se presenta el deterioro debido a microorganismos, la sobremaduración determina una rápida degradación del fruto en poscosecha. Esto expresa un reblandecimiento excesivo, maceración del tejido y exudación de líquido almibarado del ostiolo.

El objetivo de este trabajo fue analizar los cambios en la estructura del ostiolo del higo como efecto de la utilización de diferentes tipos de envoltura y estudiar el efecto de atmósferas de envasado enriquecidas en oxígeno (supra-atmosféricas) sobre la respiración y otros atributos de frutos de higo.

Para la preparación de los higos para el análisis del ostiolo los tratamientos se realizaron sobre un total de 15 plantas variedad "GUARINTA" de 4 años de edad cultivadas en el Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales (CECIF), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias elegidas de la plantación, consistieron en la cobertura de los siconos con papel aluminizado (PA), con tela 'voile' (M) y control (C).

Se determinó tamaño del área del ostiolo y presencia de microorganismos en el mismo.

De la misma plantación se tomaron muestras para el estudio de atmósferas de envasado se colocaron 5 por cada frasco hermético o respirómetro. Las muestras de higos fueron barridas por quince minutos diariamente con una concentración de gases de 90% de O<sub>2</sub> y 10% de N<sub>2</sub>, y luego una segunda experiencia 75% de O<sub>2</sub> y 25% de N<sub>2</sub>. Se midió velocidad de respiración, parámetros de calidad fisicoquímica, pérdida de peso y análisis microbiológico.

Los tipos de envoltura sobre el ostiolo del higo como PA y M presentaron un comportamiento diferente reduciendo el tamaño del mismo ostiolo, y en algunos ejemplos cerrándolo completamente. Las brácteas internas que lo conforman mostraron una estructura diferencial en los tratamientos de cobertura, presentando esto último un aspecto novedoso de investigación que aporta valiosa información para el manejo pre y poscosecha de la fruta, para mejorar las estrategias actuales como minimizar el daño en la piel y en el ostiolo.

Los resultados obtenidos para los tratamientos de almacenamiento con atmósferas modificadas altas en oxígeno demostraron que, para los parámetros evaluados y la apariencia general de los mismos, la vida útil poscosecha del producto se prolongó sin afectar la calidad fisicoquímica y sensorial de los higos. Atmósferas ricas en O<sub>2</sub> podrían ser un complemento útil para mantener higos frescos por más tiempo.

*Palabras claves: higo, poscosecha, ostiolo, atmósferas modificadas.*

## ABSTRACT

The fig is an infructescence, known by the name of sicono, formed by a hollow shell that encloses hundreds of individual pedicellate drupe that develop from the individual feminine flowers that cover the wall of the receptacle, with a small opening called ostium formed by bracts.

In Argentina, traditionally the production of fig is done in an artisan way, not as pure plantations, but through the use of local varieties and dispersed in different parts of the country.

The fig is appreciated for its flavor and for its high content of nutrients, as well as antioxidants.

It is of fine epidermis, susceptible to suffer damages by blows in its manipulation, even with the rubbing of the leaves of the branches; and susceptible to cracking or cracking in its ostium, which may lead to an entry site for fungi, non-pollinating insects and water loss. Even when the deterioration does not occur due to microorganisms, the overmating determines a rapid degradation of the fruit in poscosecha. This expresses excessive softening, maceration of the tissue and exudation of syrupy liquid from the ostium.

The objective of this work was to analyze the changes in the structure of fig ostium as an effect of the use of different types of wrapping and to study the effect of oxygen enriched (supra-atmospheric) packaging atmospheres on respiration and other attributes of fruits of fig.

For the preparation of the figs for the analysis of the ostium the treatments were carried out on a total of 15 "GUARINTA" varieties plants of 4 years of age cultivated in the Experimental Field of Intensive and Forest Crops (CECIF, for its acronym in Spanish), belonging to the Facultad de Ciencias Agrarias chosen from the plantation, consisted of the coverage of the sycamons with aluminized paper (PA), with cloth 'Vile' (M) and control (C).

Size of the ostium area and presence of microorganisms were determined.

From the same plantation samples were taken for the study of packaging atmospheres were placed 5 for each hermetic vial or respirometer. The samples of figs were swept for fifteen minutes daily with a concentration of gases of 90% of O<sub>2</sub> and 10% of N<sub>2</sub>, and then a second experiment 75% of O<sub>2</sub> and 25% of N<sub>2</sub>. Breathing velocity, parameters of physicochemical quality, weight loss and microbiological analysis were measured.

The types of wrapping on the ostium of the fig as PA and M presented a different behavior reducing the size of the same ostium, and in some examples closing it completely. The internal bracts that comprise it showed a differential structure in the treatments of coverage, this a novel aspect of research that provides valuable information for the pre and post harvest management of the fruit, to improve the current strategies as minimizing the damage in the skin and in the ostium.

The results obtained for storage treatments with modified atmospheres high in oxygen showed that for the parameters evaluated and the general appearance the post - harvest shelf life of the product was prolonged without affecting the physicochemical and sensorial quality of the figs. O<sub>2</sub>-rich atmospheres could be a useful adjunct to keeping figs fresh longer.

*Keywords: fig, postharvest, ostium, modified atmospheres.*

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 La Higuera

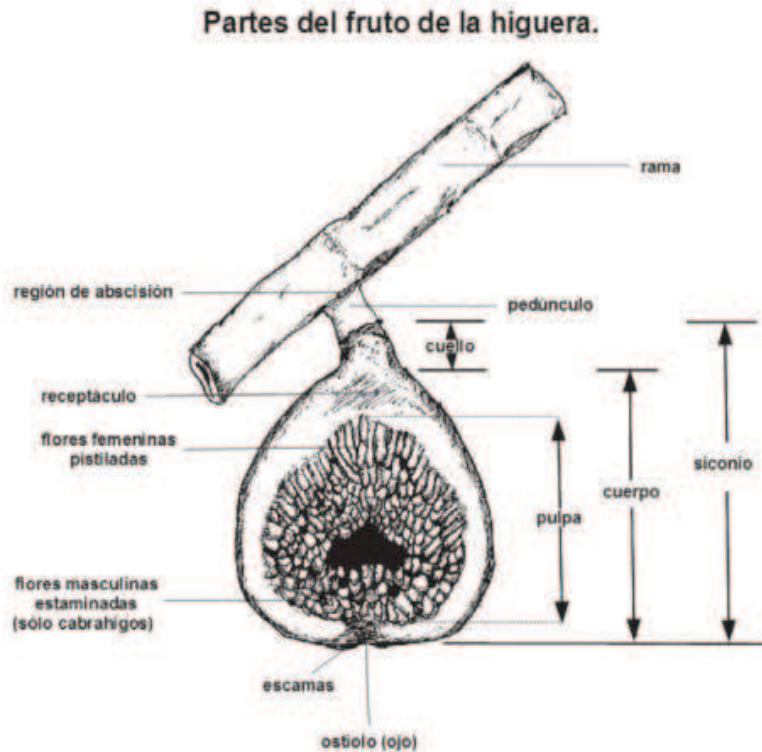
La higuera (*Ficus carica* L.) pertenece a la familia de las Moráceas, la cual comprende más de 60 géneros es originaria de la zona mediterránea de Asia sudoccidental y dentro del género *Ficus* se encuentran alrededor de 700 especies (Kislev *et al.*,2006) y sólo unas pocas tienen frutos que pueden considerarse comestibles, siendo la higuera la de frutos de mayor calidad (Condit., 1969). Esta planta es originaria de zonas que van desde Turquía asiática hasta el norte de la India, y sus variedades locales se cultivan en la mayoría de los países mediterráneos (Gariglio *et al.*,2014).

La higuera se desarrolla como un arbusto cuya altura oscila entre 3 a 8 metros (Flores Domínguez, 1990). Presenta una copa muy amplia en relación con su altura, pues sus ramas son muy largas y casi horizontales (Cohen *et al.*, 2011). Las hojas son grandes, ásperas al tacto, caducas y palmadas, con lóbulos más o menos pronunciados de acuerdo a la variedad, alcanzando una dimensión entre 10 y 20 cm de longitud y de ancho (Gariglio *et al.*,2014).

### 1.2 Fisiología y tipos de frutos

El higo es una infrutescencia, conocida con el nombre de sicono (del lat. “syconus” y del gr. “sykon”, higo) por lo que constituye un *falso fruto* compuesto, resultante de una inflorescencia que se desarrolla dentro de un receptáculo carnoso. Está formado por una cáscara hueca (receptáculo) que encierra cientos de drupas pediceladas individuales que se desarrollan a partir de las flores femeninas individuales que recubren la pared del receptáculo (Esquema 1), con una pequeña abertura llamado ostiolo, formado por brácteas.

Las diminutas flores e incluso el sicono inicial son tan pequeños que parecería que los higos pueden dar frutos sin tener que formar flores. La fruta madura del higo comestible tiene una piel algo dura, una corteza interior de color blanquecino, y una pulpa dulce, gelatinosa compuesta de las drupas maduras individuales. Las semillas dentro de las drupas van desde prácticamente inexistente a sutilmente crujiente (Ferguson & Crisosto,2007).



Esquema 1. Representación esquemática de las partes del fruto de la higuera. (López-Corrales y col. 2011)

Se describen cuatro tipos de higos en base a las características de cultivo / polinización.

El primer tipo de higuera se denomina "común". La principal característica que poseen es que no requieren de la polinización para la obtención de la producción comercial, sin embargo, se prefiere hablar de frutos persistentes más que de frutos partenocárpicos, ya que no se trata de un fruto verdadero. Las "higueras comunes" producen una o dos cosechas cada año, según la variedad. La primera cosecha corresponde a las brevas formadas sobre ramas del año anterior, y la segunda cosecha corresponde a los higos que se forman sobre los brotes anuales. La mayoría de las variedades comerciales difundidas en Argentina se encuentran en este primer grupo (Gariglio *et al.*, 2014).

Luego se encuentran las higueras tipo "Smirna", que necesitan de la polinización para el establecimiento del fruto. Poseen sólo flores femeninas y son polinizadas por las variedades

polinizadoras que se denominan “Cabrahigos” que son el cuarto tipo de higuera. Los frutos verdaderos se desarrollan, y su principal destino es el deshidratado. Tradicionalmente se cultivaron en Oriente Medio y Norte de África, y actualmente también en California (EE.UU.).

El Tercer tipo de higuera se denominan “San Pedro”; estas higueras tienen la particularidad de que las brevas son persistentes (“higuera común”), mientras que para la producción de higos necesitan de la “caprificación” (polinización) para la cual utilizan el cuarto tipo de higueras (“Cabrahigos”), las cuales proporciona la fuente de polen que es transportado por una avispa (*Blastophagapsenes* L.). Los higos “San Pedro” no presentan valor para consumo humano (Gariglio *et al.*, 2014).

El higo es un fruto climatérico con un alto grado de perecibilidad, y corta vida de poscosecha (Biale & Young, 1981). Esto demuestra la tendencia del fruto a una rápida degradación fisiológica, y una moderada producción de etileno (Kader, 2003). Otra particularidad es que la concentración de azúcares es estable durante la poscosecha, la cual obliga a realizar la cosecha en un momento prácticamente coincidente con la madurez organoléptica (Flaishman *et al.*, 2008).

El desarrollo de la fruta puede ser explicado por una curva de crecimiento sigmoidea doble que comprende tres fases, según lo definido por (Marei & Crane, 1971). La Fase I se caracteriza por un rápido crecimiento del tamaño como resultado de la división celular; durante la fase II, la fruta se mantiene en casi el mismo tamaño y en la fase III se evidencia el rápido crecimiento de la fruta resultado de la expansión de células; esta es también la fase de maduración, que incluye cambio de color y el ablandamiento del mismo (Dhia, 2010). A su vez, el desarrollo de la fruta en el árbol se puede dividir en varias etapas asociadas con cambios en el tamaño, color y producción de etileno. El higo se clasifica como un fruto climatérico de acuerdo al cambio de la evolución de etileno a través de las fases de crecimiento, la misma es relativamente alta al inicio, declina más tarde, y se eleva de nuevo (Zoharet *et al.*, 2012).

Una característica típica de los higos es su diferencial de maduración a lo largo de la rama, en un momento dado se pueden encontrar, en la misma rama, fruta en las tres fases de desarrollo: los



frutos en la parte más antigua de la rama (más cercana al tronco) están maduros, mientras que los frutos distales (cerca del ápice) se encuentran todavía en la fase I. Esto obliga al agricultor a realizar la cosecha de manera selectiva, por lo general cada 2 días durante todo el período de cultivo, para evitar la pérdida de la fruta debido a sobremaduración.

El momento de madurez de cosecha óptimo es específico para cada variedad, y normalmente se asigna al comienzo de la fase III, determinada por cambios en el color, firmeza y sabor agradable de la fruta (Aksoy,2005 y Rodov, 2005). Para la variedad Guarinta la fecha de cosecha es unos 15 días más tarde que la variedad Brown Turkey y también presenta una poscosecha más delicada. Es originaria de una mutación de la variedad 'Málaga'. Fruto grande (80–90 g), con forma de pera. Muy buen sabor. Madura desde el ostíolo hacia el ápice. Color verde amarillento con pulpa rojiza. El higo cosechado antes de la madurez óptima nunca alcanza un sabor deseable y la fruta cosechada demasiado tarde tiene una vida poscosecha extremadamente corta debido al ablandamiento excesivo, la maceración del tejido y exudación de líquido almibarado del ostiolo.

### **1.3 Producción e importancia económica**

A nivel mundial, la superficie de cultivo de higuera alcanza las 358.494 ha, con una producción estimada de 1.117.452 Mg (FAOSTAT, 2013). Dicha superficie y producción mundial se han mantenido más o menos estable con un máximo de 460.900 ha y más de 1.200.000 Mg en el año 2006. Los principales países productores se localizan en el área mediterránea, liderados por Turquía y Egipto, cuyas producciones en los últimos 20 años han mostrado grandes oscilaciones, debido probablemente a la relación directa de esta especie cultivada en secano, con condiciones climáticas adversas, fundamentalmente fuertes heladas invernales, sequía y/o altas temperaturas estivales. En la actualidad, Turquía es el primer país productor, con un volumen de producción en el año 2013 de 298.914 Mg, seguido por Egipto con 153.089 Mg. El tercer, cuarto y quinto puesto lo ocupan Argelia, Marruecos e Irán, con producciones de 117.000, 101.989 y 78.392 Mg,

respectivamente. Por debajo se encuentran Siria, Estados Unidos, Túnez y España con 41.000, 36.290, 28.700 y 26.800 Mg respectivamente (FAOSTAT, 2013).

En Argentina, tradicionalmente la producción de higo se realizó de manera artesanal, no como plantaciones puras, sino mediante el uso variedades locales y dispersas en diferentes puntos del país. Hacia finales de la década de 1990 se produjo una importante reconversión productiva, con incorporación de nuevas variedades y tecnología, que permitieron incrementar la superficie en aproximadamente 300 ha (Prataviera, 2003). La producción promedio es de 860 Mg anuales con un rendimiento aproximado de 3 Mg por ha (FAOSTAT, 2013). Las principales zonas productoras se encuentran en el noroeste del país y parte de la región de Cuyo, alcanzando un total nacional de aproximadamente 600 ha. Las principales provincias productoras, considerando la superficie implantada, son: La Rioja (22 %), San Juan (19 %), Jujuy (15 %), Catamarca (11 %), Salta (8 %), Santiago del Estero (7 %), Corrientes (6 %), Tucumán (3 %), Mendoza (3 %), Buenos Aires (3 %), Entre Ríos (2 %) y Santa Fe (1 %) (Prataviera, 2003). El mercado interno en la Argentina no está cubierto con la demanda de higos frescos, como así tampoco con higos secos o pasas, o abrigantados, importándose aproximadamente 500 toneladas anuales.

En la zona central de la provincia de Santa Fe, el cultivo de la higuera es relativamente reciente. A partir de los últimos 10 años se comenzaron a realizar pequeñas plantaciones (0,1-2,0 ha) que van desde Coronda al sur, hasta San Cristóbal al norte (Gariglio, 2016). El cultivo se está convirtiendo en una alternativa complementaria a la producción hortícola y/o como nueva opción productiva para emprendedores. La producción alcanzada actualmente está abasteciendo la demanda de la ciudad de Santa Fe, Esperanza, y localidades cercanas, así como a pequeñas industrias dulceras (Gariglio, 2016).

El mercado mundial se caracteriza por una mayor demanda de fruta fresca, mientras la de higo deshidratado se mantiene estable, siendo éste su principal destino comercial (Cohen, 2011). Esto tal vez se deba a que el comercio mundial de fruta fresca fue tradicionalmente muy reducido debido a la corta vida poscosecha de este fruto; esto evidencia el gran desafío que representan para la

tecnología poscosecha (Flores Mora & Jiménez Bonilla, 2007). Actualmente, con la aparición de nuevas variedades de mejor comportamiento, combinado con mejores prácticas de cultivo y de poscosecha, se abren nuevas perspectivas para el mercado de la fruta fresca (Aksoy *et al.*, 2005). Sin embargo, y aun considerando esta posibilidad, actualmente la mayor parte de la producción se destina al deshidratado.

## **1.4 Caracterización del Higo como fruto comestible**

### **1.4.1 Parámetros de calidad nutricional**

El higo es apreciado por su sabor y por su alto contenido en nutrientes, así como también de antioxidantes. Es una fuente importante de minerales, fundamentalmente de calcio, potasio y hierro. Su contenido de grasas y sodio es prácticamente nulo (Tabla 1). Aporta fibras totales y solubles como también vitaminas A y C (Gariglio *et al.*, 2014).

Tabla 1. Valor nutricional del higo por cada 100 g de fruta. Energía 67 kcal 280 kJ (USDA).

Carbohidratos	19,18 g
Azúcares	16,26 g
Fibra alimentaria	2,9 g
Grasas	0,30 g
Proteínas	0,75 g
Tiamina (vit. B1)	0,060 mg (5%)
Riboflavina (vit. B2)	0,050 mg (3%)
Niacina (vit. B3)	0,400 mg (3%)
Ácido pantoténico (vit. B5)	0,300 mg (6%)
Piridoxina (Vitamina B6)	0,113 mg (9%)
Ácido fólico (vit. B9)	0 µg (0%)
Ácido Ascórbico (Vitamina C)	2 mg (3%)
Calcio	35 mg (4%)
Cobre	0,070 mg (0%)
Hierro	0,37 mg (3%)
Magnesio	17 mg (5%)
Manganeso	0,128 mg (6%)
Fósforo	14 mg (2%)
Potasio	232 mg (5%)
Selenio	0,2 µg (0%)
Sodio	1 mg (0%)
Zinc	0,15 mg (2%)

#### 1.4.2 Índices de calidad de madurez y cosecha

El color de la piel y la firmeza de la pulpa en higos frescos están relacionados a su calidad y a su vida poscosecha. El sabor es influenciado por la etapa de madurez; higos sobremaduros pueden resultar indeseables debido a la producción de sub-productos de la fermentación. Entre los índices de calidad se incluye la ausencia de defectos (como el picado de pájaros, quemaduras de sol, costras,

rupturas en la piel, y tallos deshidratados), insectos, y pudriciones. El color de la piel y la firmeza de la pulpa son índices de madurez y cosecha confiables: los higos de piel oscura como 'Black Mission' deben estar entre color morado claro y oscuro, en vez de negro, y deben sentirse blandos ante una leve presión. Higos de piel clara 'Calimyrna' deben estar entre color blanco amarillento y amarillo claro y deben estar firmes (Crisosto *et al.*, 1998). Los higos de la variedad "Guarinta" deben ser frutos grandes de piel amarillo verdoso y color de pulpa Rojo intenso y deben ser firmes (Prataviera *et al.*, 2013)

## 1.5 Ostiolo del higo

El higo, es una infrutescencia de epidermis fina, sensible a sufrir daños por golpes en su manipuleo, incluso con el roce de las hojas de las ramas y susceptible a sufrir rajaduras o agrietamiento en su ostiolo (Kong *et al.*, 2013). Algunos estudios utilizan el término “craqueo” para describir grietas o rajaduras superficiales en la piel de fruto o aquellas que se generan en el ostiolo y muestran la pulpa y el término “división” a la forma extrema de craqueo en la que el daño penetra la pulpa (Crisosto *et al.*, 2010). Varios investigadores han sugerido que el agrietamiento y división del ostiolo del higo se deben a cambios en el contenido de agua de la planta, aunque este supuesto no cuenta aún con datos confiables que lo avalen (Kong *et al.*, 2013). Por lo general cuando el agrietamiento y división se producen en el ostiolo, se genera un sitio de ingreso para hongos, insectos no polinizadores y

de 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 ostiolo sirve como el medio para que algunos patógenos fúngicos lleguen a la cavidad interna, produciéndose el deterioro acelerado del fruto. En algunos casos, insectos polinizadores de higo y trips pueden ser el medio para que las esporas de estos hongos lleguen a los tejidos internos del sicono (Cantín *et al.*, 2011). Debido a estas causas, en países como Estados Unidos, el tamaño de la abertura del ostiolo representa una característica a tener en cuenta por para evitar la propagación de las enfermedades en todo el cultivo (Kong *et al.*, 2013).

Se ha demostrado que, aplicaciones nebulizadas de dióxido de cloro (Karabulut *et al.*, 2009) y desde dióxido de azufre gaseoso (Cantín *et al.*, 2011) pueden ser herramientas potenciales para el

control de enfermedades poscosecha y así aumentar la vida útil de los higos frescos y su llegada a los mercados.

Las estrategias actuales para extender la vida poscosecha en higo incluyen un manejo cuidadoso de la fruta para minimizar el daño en la piel y en el ostiolo (Kong *et al.*,2013).

## **1.6 Generalidades de la poscosecha del higo**

Mantener los higos frescos representan un gran desafío para la tecnología poscosecha, ya que la fruta es altamente perecedera, incluso cuando se la cosecha en el correcto estado de maduración (Zoharet *et al.*, 2012); más aún cuando el destino es el mercado en fresco de frutos, ya que si son cosechados sobremaduros sufren un rápido deterioro (Gariglio *et al.*,2014).

Otro aspecto que afecta el período de poscosecha, es que el hecho que conforme el fruto se acerca a la madurez organoléptica, aumenta el grado de jugosidad, representando un medio ideal para el crecimiento de microorganismos que deterioran el producto (Mrak *et al.*, 1942). Esta situación se agrava en zonas húmedas como la del centro litoral de Santa Fe donde las precipitaciones de verano son abundantes, y más aún, si la fruta se encuentra dañada por craqueo. Aun considerando el importante efecto que este tipo de daño produce en la vida poscosecha del higo, a nivel local no se registran trabajos realizados para su estudio.

La principal causa de deterioro de los higos es la alta incidencia de pudriciones fungosas en poscosecha, las que se favorecen principalmente por la facilidad de daño de la epidermis y el alto contenido de azúcares de los frutos (Montealegre *et al.*, 2000). Dentro de los principales patógenos de poscosecha en higo se encuentra *Rhizopus sp.* La incidencia de este hongo ha sido asociada con ambientes húmedos y cálidos en las plantaciones, prevaleciendo sobre todo durante la temporada de precipitaciones de verano o cuando la plantación se realiza bajo cubierta plástica (Nitta *et al.*, 1997). En el caso de ocurrencia de lluvias, las pérdidas pueden llegar a alcanzar hasta un 30-50% de la fruta cosechada (Karabulut *et al.*, 2009).

A nuestro entender no se registran estudios que analicen los efectos de envolturas sobre frutas en plantas por lo tanto este trabajo represento una primera aproximación en relación a este tipo de tratamiento precosecha.

La calidad de la fruta de la higuera se puede mantener en cierta medida por enfriamiento rápido y almacenamiento bajo una atmósfera controlada o modificada. Las recomendaciones del Departamento de Ciencias Vegetales de la Universidad de California Davis, en cuanto a temperatura y humedad relativa óptimas de almacenamiento son de  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $0^{\circ}\text{C}$  y 90-95% HR y se recomienda un enfriado inmediato mediante aire forzado a  $0^{\circ}\text{C}$ . (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Valores medidos de Tasas de Respiratorias para higo en función de diferentes temperaturas

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Tasa Respiratoria ( $\text{CO}_2 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )
0	2-4
5	5-8
10	9-12
20	20-30

La temperatura afecta la producción de etileno. La tasa de producción de etileno en función de la temperatura se presenta en la Tabla 3. Los higos son levemente sensibles al efecto del etileno en la aceleración del ablandamiento y en el agravamiento de las pudriciones, especialmente si se mantienen a temperaturas iguales o mayores a  $5^{\circ}\text{C}$ . Combinaciones de 5-10% de  $\text{O}_2$  y 15-20% de  $\text{CO}_2$  en atmósferas controladas son efectivas para controlar las pudriciones, mantener la firmeza y reducir las tasas de respiración y de producción de etileno. La vida de poscosecha a una temperatura y humedad relativa óptimas depende del cultivar y de la etapa de madurez en el momento de la cosecha, variando entre 1 y 2 semanas a temperatura y humedad ambiente y entre 3 a 4 semanas en Atmósfera Controlada para higos 'Black Mission' y 'Calimyrna' producidos en California.



Tabla 3. Valores medidos de Tasa de producción de etileno para higo en función de diferentes temperaturas.

Temperatura	0°C	5°C	10°C	20°C
$\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	0,4-0,8	0,8-1,5	1,5-3,0	4,0-6,0

### **1.7 Efecto de las atmósferas modificadas especiales (altas en oxígeno) en frutas y hortalizas y su impacto sobre la calidad**

Se entiende por atmósferas modificadas (AM) a aquellas que tienen una composición distinta a la del aire normal (78,8 % nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), 20,96 % oxígeno ( $\text{O}_2$ ), 0.03 % dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )) y están en contacto con los alimentos, ya sea en el envase final o en una cámara de almacenamiento.

Una atmósfera modificada se trata de un método de envasado que implica la eliminación del aire del interior del empaque y su reemplazo por un gas o mezcla de gases, la cual dependerá directamente del tipo de producto. La característica diferencial de las atmósferas modificadas es que la composición inicial que se establece en el interior del envase no se mantiene constante, sino que varía de manera continua durante el período de almacenamiento y la vida útil del producto y esta variación se debe a distintos factores internos inherentes al alimento, tal como su respiración (Kader, 2002). Se pueden recurrir a dos estrategias diferentes para modificar la atmósfera del envase. Dependiendo de ello se diferencian los envases con atmósfera modificada activa y los de atmósfera pasiva o de equilibrio. La primera se logra combinando una mezcla adecuada de gases y materiales plásticos de barrera, para inyectar la atmósfera modificada se reemplaza mecánicamente el aire normal por la mezcla de gases. La segunda (atmósfera modificada pasiva) se obtiene por el equilibrio entre la respiración del producto envasado (vegetales frescos) y la permeabilidad de los materiales de envasado (Mahajan, 2006).

La tecnología de envasado en atmósfera modificada surge como respuesta a una demanda insatisfecha del mercado, o sea, a las nuevas preferencias y hábitos de consumo de los consumidores. Al respecto, el envasado en atmósfera modificada logra mantener la calidad deseada de los alimentos

durante mayor período de tiempo, disminuyendo el uso de conservantes o aditivos. (Brody, 1998). Al lograr extender la vida útil de productos frescos (como carnes y vegetales), lo que se consigue es disminuir la frecuencia en la distribución, disminuyendo el número de entregas o repartos por período de tiempo, y con esto la reducción significativa en gastos de logística y transporte. A su vez permite ampliar la zona geográfica de alcance del producto, ya que se puede llegar a lugares más alejados con el producto fresco y con una vida útil tal que permite su comercialización. (Mahajan *et al.*; 2006)

En el caso de las AM convencionales, la concentración del O<sub>2</sub> se mantiene a niveles muy bajos (1-5%) con el fin de reducir la tasa de respiración de los frutos y extender su vida poscosecha. Sin embargo, en algunos casos, concentraciones <8% de O<sub>2</sub> se han asociado con la activación de procesos anaeróbicos y la generación de productos de fermentación (etanol, acetaldehído y lactato), dando como resultado malos olores y sabores, muerte del tejido y crecimiento de microorganismos patógenos anaeróbicos. Por lo tanto, hay que conocer el límite de tolerancia de cada producto, para evitar la respiración anaeróbica y la consecuente producción de algunos metabolitos indeseables que afectan las características sensoriales del producto y causan el rechazo del consumidor (Kader, 2002).

La aplicación en el envasado de atmósferas altas en O<sub>2</sub> ha sido descrito como un sistema efectivo para inhibir el pardeamiento enzimático, prevenir la fermentación anaeróbica y reducir el crecimiento microbiano aeróbico y anaeróbico (Artés *et al.*, 2009). En productos hortícolas enteros expuestos a niveles de O<sub>2</sub> superatmosféricos puede haber estimulación, no tener ningún efecto o reducir las tasas de respiración. Estas respuestas dependen del producto, la etapa de madurez, el tiempo y la temperatura de almacenamiento y las concentraciones de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y etileno (Zheng *et al.*, 2007). Estos autores han demostrado, además, que altas concentraciones O<sub>2</sub> de entre 60% y 100% en fresas, en general, generan menos deterioro durante el almacenamiento en frío a 5 °C y los siguientes 2 días en el aire a 20°C. Por otro lado, Cisneros-Zevallos (2003) ha postulado que la composición gaseosa alterada podría tener un efecto sobre el metabolismo secundario de frutas y hortalizas, aumentando la síntesis de los compuestos bioactivos. Asimismo, se ha sugerido que pueden inhibir directamente la actividad de la enzima polifenol oxidasa (PPO) y su sustrato o que, alternativamente

puede inhibirla indirectamente por retroalimentación a través de la alta cantidad de quinonas incoloras formadas. No obstante, hay muy pocos informes publicados sobre los efectos de concentraciones de O<sub>2</sub> elevadas en el pardeamiento enzimático en manzanas. Las atmósferas superoxigenadas también podrían afectar los compuestos volátiles y aroma. En un estudio preliminar sobre pomelo en atmósferas sobreoxigenadas se observó que la exposición a 80 kPa O<sub>2</sub>, con o sin 15 kPa CO<sub>2</sub> provocó una disminución de las concentraciones de acetato de etilo (generador de ´sabores no deseados´) en fruta mantenida a 5 o 15°C durante 2 semanas frente a los expuestos a una atmósfera de 15 kPa de CO<sub>2</sub>. Estos autores concluyen que los niveles altos de O<sub>2</sub> reducen los efectos negativos del uso de altas concentraciones de CO<sub>2</sub> (Zheng *et al.*, 2007). Existe una mayor información el efecto de las atmósferas ricas en O<sub>2</sub> sobre el crecimiento de bacterias y hongos, tanto en productos enteros (Zohar *et al.*, 2012) como en productos mínimamente procesados (Oms-Oliu *et al.*, 2008). Por todo lo expuesto sobre producción y poscosecha del higo, resulta claro que la obtención de un producto con una calidad organoléptica adecuada y con sus propiedades funcionales intactas, resulta un desafío. Estudios sobre la morfología del fruto y el efecto que sobre ella pueda tener el uso de envolturas en planta, más su conservación poscosecha bajo atmósferas modificadas pueden resultar relevantes para el potencial desarrollo de procedimientos que permitan prolongar la vida poscosecha de esta fruta. Y con ello se podría buscar cubrir demanda insatisfecha a nivel local y los tiempos del mercado, de manera que se logre posicionar un producto diferenciado en el mismo.

## **1. 8 Objetivos**

### **1.8.1 Objetivo general**

- Determinar factores de precosecha y poscosecha que permitan mejorar la calidad comercial del higo (*Ficus carica* L.)

### **1.8.2 Objetivos específicos**

- Analizar los cambios en la estructura del ostiolo del higo como efecto de la utilización de diferentes tipos de envoltura
- Evaluar el efecto de atmósferas de envasado enriquecidas en oxígeno (supra-atmosféricas) sobre la respiración y otros atributos de frutos de higo.

## **2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1 Material vegetal**

Se utilizaron higos blancos de la variedad “Guarinta” provenientes de 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, situado en el km 7,5 de la Ruta Provincial N° 6, cuyas coordenadas son 31° 24´ 03.94” S, 60° 54´ 06.83” O.

### **2.2 Tratamientos**

Los ensayos se realizaron sobre un total de 15 plantas. (Fig. 1 a y b). Los tratamientos fueron realizados tomando al azar 5 plantas por cada tratamiento (Fig. 1 a y b) y los mismos consistieron en la cobertura de los siconos con tela ´voile´ (M) (Fig 1 c), con papel aluminizado (PA) (Fig. 1 d) y controles (C) sin envoltura (Fig. 2 c y d). Las muestras se recolectaron entre los meses de enero y febrero (2015) con una frecuencia semanal. De cada muestra, constituida por un sicono, se conservó solo la región del ostiolo conservándolo en FAA (solución de Formol:Etanol:Ácido acético glacial 30:70:10) (Fig.2a). De las muestras obtenidas se seleccionaron tres por cada tratamiento para evaluar las características del ostiolo al momento de la madurez organoléptica.

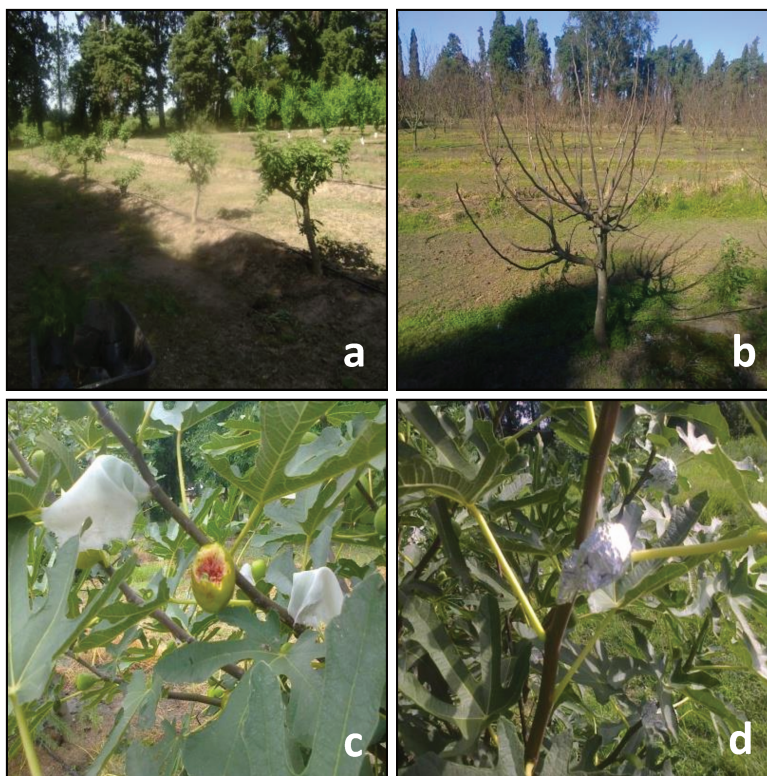


Figura 1. a y b) Marco de plantación, c) higos envueltos con tela 'voile' (M), d) higos envueltos en papel aluminizado (PA).

### 2.2.1 Determinación del tamaño del ostiolo

Se obtuvieron imágenes del área del ostiolo 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).

Las muestras fueron preparadas previamente mediante una metalización con aleación de oro-paladio. 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).

### 2.2.2 Determinación presencia de microorganismos

Se realizó un estudio asintomático de tres frutos por repetición extraídos en el estado inmediatamente anterior a la madurez organoléptica. Estos estudios consistieron en determinar la presencia/ausencia de hongos, considerando que pueden tener un período de latencia donde los síntomas de podredumbre no son percibidos, aunque ya exista una infección previa. El valor este análisis de muestras que aún no presentan síntomas, puede detectar los patógenos que están presentes y cuantificar una potencial infección (Fig. 2 b).

Las muestras se obtuvieron de cortes apicales a la altura del ostiolo en frutos que no presenten síntomas (Fig. 2 a). Se colocaron 5 trozos iguales y equidistantes en placas de Petri conteniendo APG (agar papa glucosa) al 2%, previa desinfección seriada en alcohol e hipoclorito de sodio, a razón de cinco repeticiones por tratamiento. La incubación se realizó 24°C (Fig. 2 b).

Para la identificación de los hongos se utilizó lupa estereoscópica binocular Nikon SMZ-445 (China) y Microscopio Olympus CH30 (China) y las claves taxonómicas de Fernandez Valiela (1978, 1979).

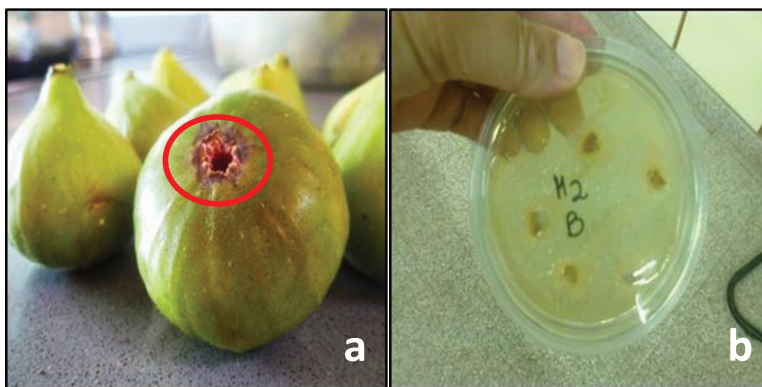


Figura 2. a) Zona apical del higo, de donde se extrajeron las muestras de ostiolo b) muestras de ostiolo sembrado en placa de petri con APG al 2% para su posterior incubación.

### 2.2.3 Determinación de la madurez de los higos

Se utilizó una escala cualitativa (Fig. 3) armada con fotos propias de los distintos grados de madurez de los higos para la evaluación de color, tamaño, forma y se comparó la misma con los higos obtenidos de cada tratamiento de atmósferas altas en O<sub>2</sub>.

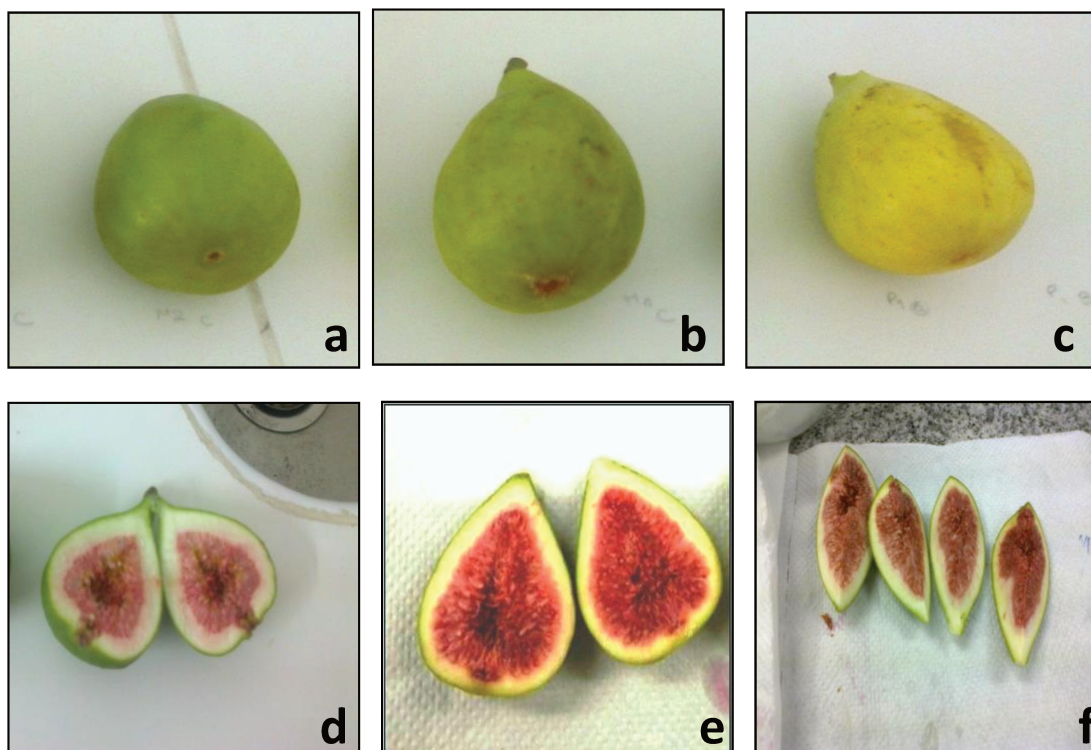


Figura 3. Escala cualitativa de maduración de los higos variedad Guarinta. a-d) higo verde inmaduro; b-e) higos con madurez comercial; c-f) higos madurez fisiológica. a, b y c corresponden a fruto entero. d, e y f corresponden a la parte interna de los frutos.

### 2.3 Preparación de las atmósferas superoxigénicas de envasado para la conservación de los higos.

Higos blancos, variedad “Guarinta”, fueron cosechados durante los meses de enero y febrero de 2014, luego de la cosecha fueron trasladados hasta el Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA) - Facultad de Ingeniería Química-UNL (Santa Fe Capital) donde se colocaron en cámara de refrigeración a 2°C hasta el momento del procesamiento.

Se seleccionaron higos con igual estado de madurez, color verde uniforme y sin daños en la cáscara producido por aves, insectos, rayado del fruto por contacto con la hoja de la planta (Fig. 4).



Se cosecharon higos al azar y se colocaron 5 por cada frasco hermético o respirómetro (con capacidad de 2,9 L y tapas metálicas provistas de un septo para facilitar la extracción de muestras de gas con jeringa (Hamilton, USA)). Los seis respirómetros se colocaron en cámara a 2°C y se conectaron en serie a través de mangueras para hacer el barrido con la mezcla gaseosa y lograr dentro de estos las condiciones atmosféricas deseadas para el ensayo.

Las muestras de higos fueron barridas durante quince minutos con una concentración de gases de 90% de O<sub>2</sub> y 10% de N<sub>2</sub>, repitiéndose diariamente para restablecer la atmósfera durante el tiempo de análisis.

Se extrajo un frasco de la serie del circuito cada dos días, retirando los 5 higos correspondientes. Luego de extraído el último frasco, se repitió el procedimiento, con muestras nuevas de higos modificando la atmósfera de la siguiente manera 75% de O<sub>2</sub> y 25% de N<sub>2</sub>.

Se usaron estas dos concentraciones superatmosféricas ya testeadas por el ITA (Naranjas y frutillas).

Las muestras de higos fueron pesadas y se fotografiaron.

Luego, parte de los higos se cortaron en cuartos y se procesaron para medir pH y sólidos solubles y el resto se les hizo análisis microbiológico.



Figura 4. Higos descartados a) Higos con daño en la piel, b) higos con daño producido por aves c) higos con igual estado de madurez, color verde uniforme.

### 2.3.1 Preparación de los higos para el ensayo de atmósferas modificadas

El acondicionamiento de los frutos para el ensayo se realizó según los siguientes pasos (Fig.5):

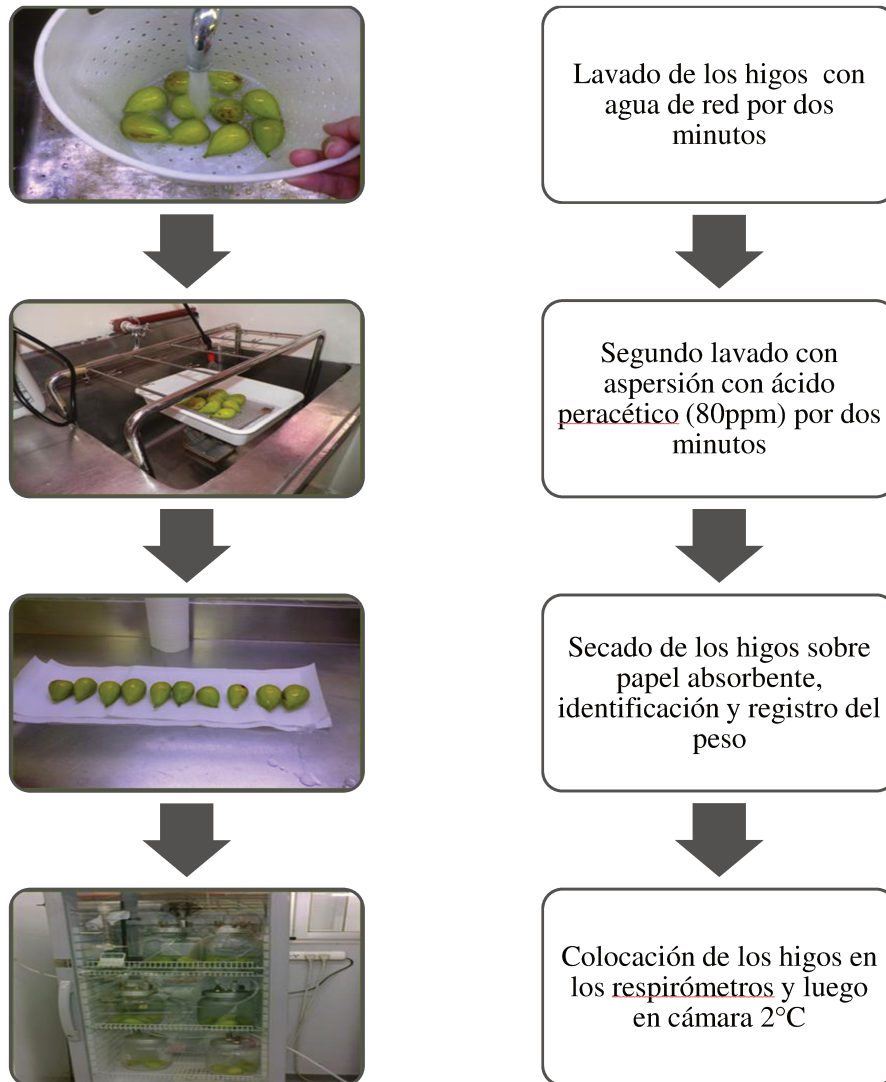


Figura 5. Esquema de preparación de los higos para el ensayo de atmósferas modificadas.

### **2.3.2 Determinación de la composición de las atmósferas por cromatografía gaseosa**

Para medir las concentraciones de cada mezcla gaseosa se utilizó un cromatógrafo de gases marca Buck Scientific Modelo 610 (Torrance, USA). Se utilizó como gas carrier hidrogeno, y se verifico que la presión a la entrada de la columna sea de 50 lb pulgada<sup>-2</sup>, que aseguraba un caudal de gas carrier de 65 mL min<sup>-1</sup>. La temperatura del inyector y del horno fueron 101 y 54°C, respectivamente y el tiempo de análisis fue de 3 min. Para la detección de los gases se utilizó un detector TCD (Thermal Conductivity detector) con un área menor de detección de 0,001 mV.

### **2.3.3 Determinación de pH**

El pH fue evaluado a partir de las muestras trituradas (pasta) por triplicado, con pHmetro (Twinphmeter Horiba B-213, Kyoto, Japan).

### **2.3.4 Sólidos solubles**

Los sólidos solubles se midieron a partir de las muestras trituradas (pasta) con un refractómetro manual (Atago modelo Pal-alpha, ciudad, país) por duplicado. Los resultados se expresaron en °Brix.

### **2.3.5 Determinación de Microorganismos mesófilos aerobios totales**

Para el análisis de microorganismos mesófilos (que son aquellos que viven en presencia de oxígeno a una temperatura comprendida entre 20°C y 45°C con una óptima entre 30°C y 40°C). Se tomaron 10 g de fruta y se agregaron 90 mL de agua de peptona (Peptona 1.0 g; Cloruro de Sodio 8.5 g; Agua 1L) y se homogeneizó en homogeneizador Stomacher ("Lab Cima" Digital. Industria Argentina) durante 2 min. Luego se hicieron las diluciones correspondientes hasta llegar a 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup> con agua de peptona y se sembró en profundidad en medio APG (agar papa glucosa) por duplicado. Las placas se incubaron a una temperatura de 30±0,5 °C por 48 h. Los resultados se expresaron como unidades formadoras de colonia (UFC) g<sup>-1</sup> muestra.

### **2.3.6 Análisis Estadístico**

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y las medias comparadas por el test de la Diferencia Mínima Significativa (LSD) con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

## **3. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **3.1 Análisis de los ostiolo**

Basado en una búsqueda bibliográfica, se puede afirmar que no existen reportes previos en relación al tamaño de ostiolo para la variedad “Guarinta”. Tal como se indicó en Materiales y Métodos para su determinación se realizó la observación por MEB. Con este ensayo se pudo establecer el diámetro del ostiolo para esta variedad y posteriormente determinar la apertura del ostiolo con el software mencionado (Fig. 7, 8, 9). El diámetro del ostiolo fue afectado por los tratamientos, resultando mayor en los tratamientos C y M, en comparación con lo medido en los frutos que envueltos con 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. 6); evidenciando que la envoltura con PA genera que el ostiolo se mantenga más cerrado. Ferguson & Crisosto (2007) reportaron diámetros de ostiolo de higo que variaron entre un mínimo de 2,35 mm y un máximo 5,15 mm para la variedad “Brown Turkey” y para variedades como “Black Mission” y “Sierra”, diámetros de ostiolo promedio entre 4 mm y 5 mm, mientras que en “Kadota” 6 mm (Kong *et al.*,2013). El ostiolo de Guarinta presenta tamaño similar al de las variedades antes mencionadas.

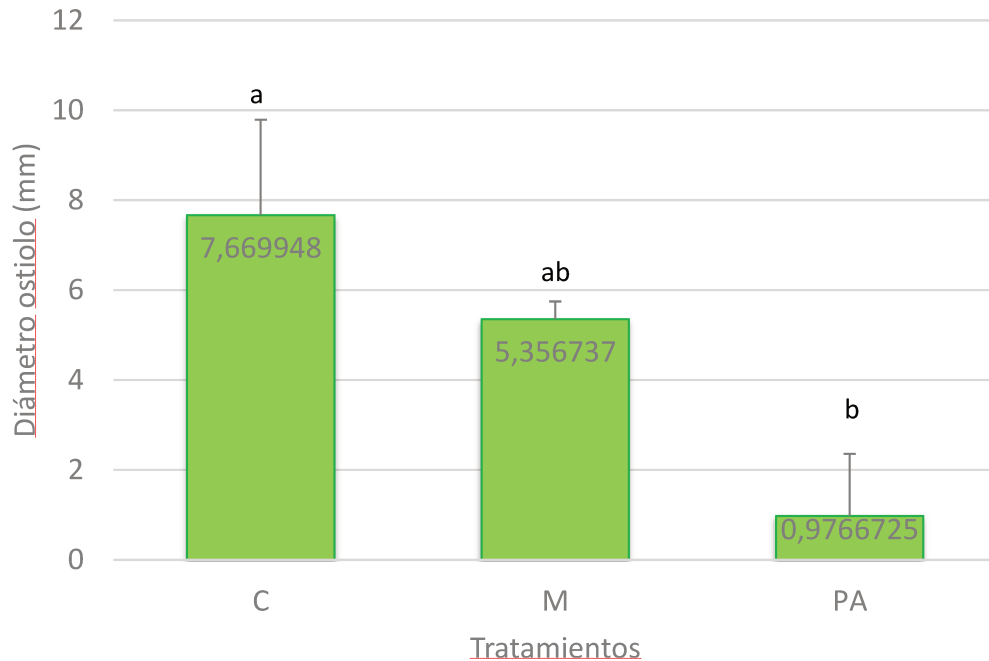


Figura 6. Diámetro promedio de ostiolo según tratamiento de envoltura. Los valores son medias de 3 repeticiones en cada tratamiento.

Adicionalmente se encontró en las imágenes de los ostiolos de los frutos provenientes del tratamiento control (Fig. 7 d, e, f), que la pilosidad que rodea las escamas fue densa y de mayor longitud que las observadas en frutos provenientes de los otros tratamientos (Fig. 8 y 9). Se pudo observar la disposición y cantidad de brácteas que conforman el ostiolo mediante cortes longitudinales. En todos los casos las mismas se organizan en manera imbricada, las brácteas se enfrentan entre sí y se doblan hacia el interior receptáculo de forma espontánea. La cantidad de brácteas varió de acuerdo al tratamiento: los higos C mostraron un mayor número de brácteas (Fig. 7 g, h, i) que los higos con tratamientos M y PA (Fig. 8 g, h, i y 9 g, h, i) 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. Esta característica morfológica del sicono evidencia que no solo es importante la dimensión externa del ostiolo sino también su estructura interna, ya que el mismo constituye el sitio de entrada del himenóptero *Blastophagapsenes* (avispa)

que es el principal agente polinizador de las higueras 'Smirna' (Ferguson & Crisosto, 2007). La importancia de este fenómeno radica en que estas variedades necesitan de la polinización para el establecimiento del fruto. El tamaño de la abertura del ostiolo en el estado de California (EEUU) ha sido una preocupación, debido al riesgo de ingreso de otros insectos y enfermedades que pueden propagarse a otras frutas en el campo (Kong *et al*, 2013)

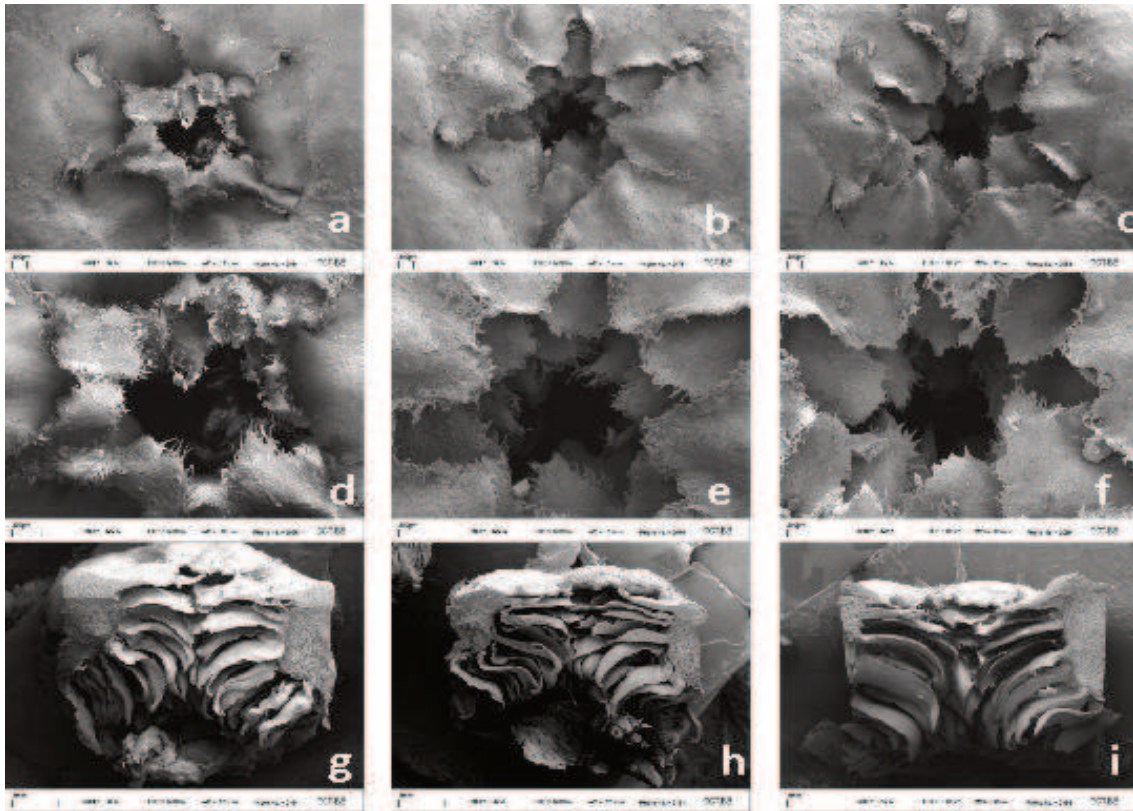


Figura 7. Vista superior de los ostiolos de siconos con aumento creciente (30x1; 60x1; 120x1). Tratamiento 'Control' (C) (a,b,c,d,e,f).

Corte longitudinal de los ostiolos en donde puede apreciarse la disposición de las brácteas. (g,h,i)

En el tratamiento M, las brácteas externas redujeron el tamaño de los poros (Figura 8a, b, c); mostrando en las imágenes Figura 8c, f, i cómo las brácteas cierran totalmente el poro. Este es un resultado favorable porque no solo impediría que hongos e insectos ingresen al higo sino también la pérdida de humedad (Ferguson & Crisosto, 2007). En este tratamiento la pilosidad de las brácteas no fue abundante como en el tratamiento C. En los cortes longitudinal de los ostiolos (Fig. 8g, h, i) se

observan las brácteas que conforman el interior del sicono desordenadas, y a simple vista, un menor número de estas también a comparación del C como se dijo anteriormente.

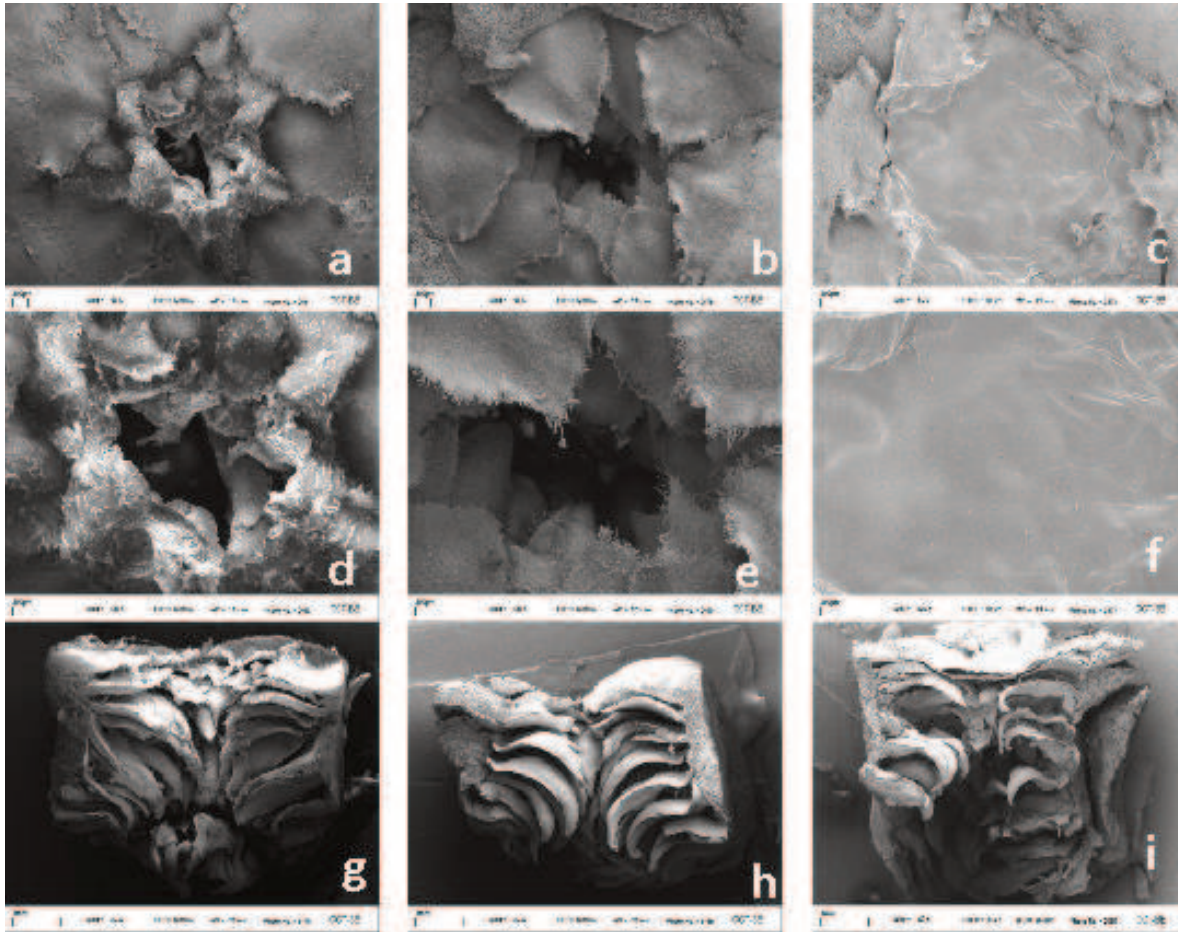


Figura 8. Vista superior de los ostiolos de siconos con diferentes aumentos (30x1; 60x1; 120x1). Tratamiento con tela 'voile' (M); (a,b,c,d,e,f).  
Corte longitudinal de los ostiolos en donde puede apreciarse la disposición de las brácteas. (g,h,i)

En el tratamiento PA la estructura externa de los ostiolos fue similar a la de C y M pero reduciendo considerablemente su diámetro (Fig.9), por lo que la fruta se encontraría menos expuesta a la descomposición por hongos, tanto en pre como en poscosecha (Karabulut *et al.*, 2009). La Figura 9 g, h, i muestra los cortes longitudinales del ostiolo PA con las brácteas dispuestas de manera desordenada, en algunos casos cerrando el poro; en comparación al control que las muestra ordenadas. En la Figura 9 c, f, i se observó que el ostiolo de higo tratado con PA está completamente cerrado por



las brácteas, de esta manera se evita la presencia de agua libre en el ostiolo e inducir la germinación de esporas del patógeno (Karabulut *et al.*, 2009).

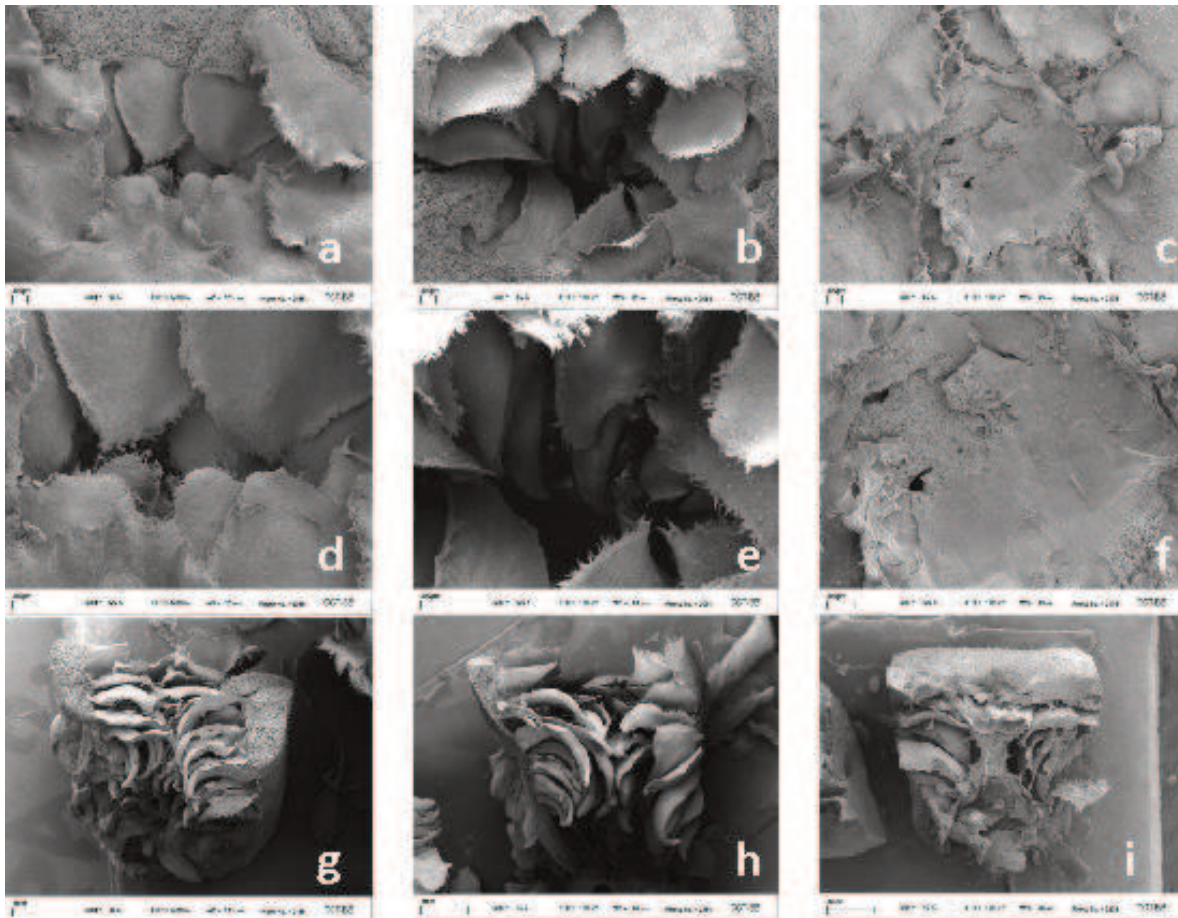


Figura 9. Vista superior de los ostiolos de siconos con diferentes aumentos (30x1; 60x1; 120x1). Tratamiento con papel aluminio (PA); (a,b,c,d,e,f).  
Corte longitudinal de los ostiolos en donde puede apreciarse la disposición de las brácteas. (g,h,i)

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, 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 cuanto al estudio microbiológico asintomático en higo, se observó que el tratamiento C tuvo el 20% de las placas con desarrollo de *Rhizopus* sp, el 40% de las placas desarrolló *Alternaria* sp y el 40% de placas restantes con ausencia de crecimiento de hongos. Los tratamientos M y PA favorecieron el desarrollo de *Rhizopus* sp en un 40% y 60% respectivamente. 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 5).

Tabla 5. Presencia de microorganismos en ostiolo de higos tratados con diferentes tipos de envoltura.

Tratamientos	Incidencia de hongos fitopatógenos (%)	Género de los hongos identificados
Control	60%	<i>Rhizopus</i> sp <i>Alternaria</i> sp
Malla	60%	<i>Rhizopus</i> sp <i>Alternaria</i> sp
Papel Aluminio	100%	<i>Rhizopus</i> sp <i>Alternaria</i> sp

Montealegre *et al.* (2000) 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. Además, este reporte mostró 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. El ostiolo del higo sirve como medio para que hongos patógenos lleguen a la cavidad de la fruta, en algunos casos insectos polinizadores, trips, pueden llevar esporas de los hongos hacia el interior del fruto (Karabulut *et al.*, 2009). Una manera eficaz de controlar la germinación de esporas del patógeno puede ser la fumigación o nebulización con productos químicos apropiados, para reducir la cantidad de inóculo sobre los higos (Karabulut *et al.*, 2009). Esto indica que los hongos hallados en nuestro análisis representarían potenciales infecciones.

### **3.2 Efecto del almacenamiento de higos en atmósferas modificadas altas en oxígeno**

Las figuras 10 y 11 muestran la calidad cualitativa de la fruta en cada una de sus etapas de almacenamiento para una atmósfera de 90% de O<sub>2</sub> y 75% de O<sub>2</sub> a 5°C. y se comparó con la escala propuesta para la variedad Guarinta. La calidad de los higos almacenados en atmósfera de 90% de O<sub>2</sub> se mostró estable a lo largo de la evaluación, manteniendo color, tamaño, forma, textura al tacto, dureza, olor y gusto (Fig.10). Un comportamiento similar se observó en los higos almacenados con atmósfera de 75% O<sub>2</sub>. Estos resultados obtenidos concuerdan con lo reportado Van der Steen et al. (2002), en cuyo trabajo el tratamiento con alta concentración de oxígeno (80KPa) sobre frambuesas mantuvo las propiedades sensoriales más frescas de la fruta durante más tiempo que los controles.

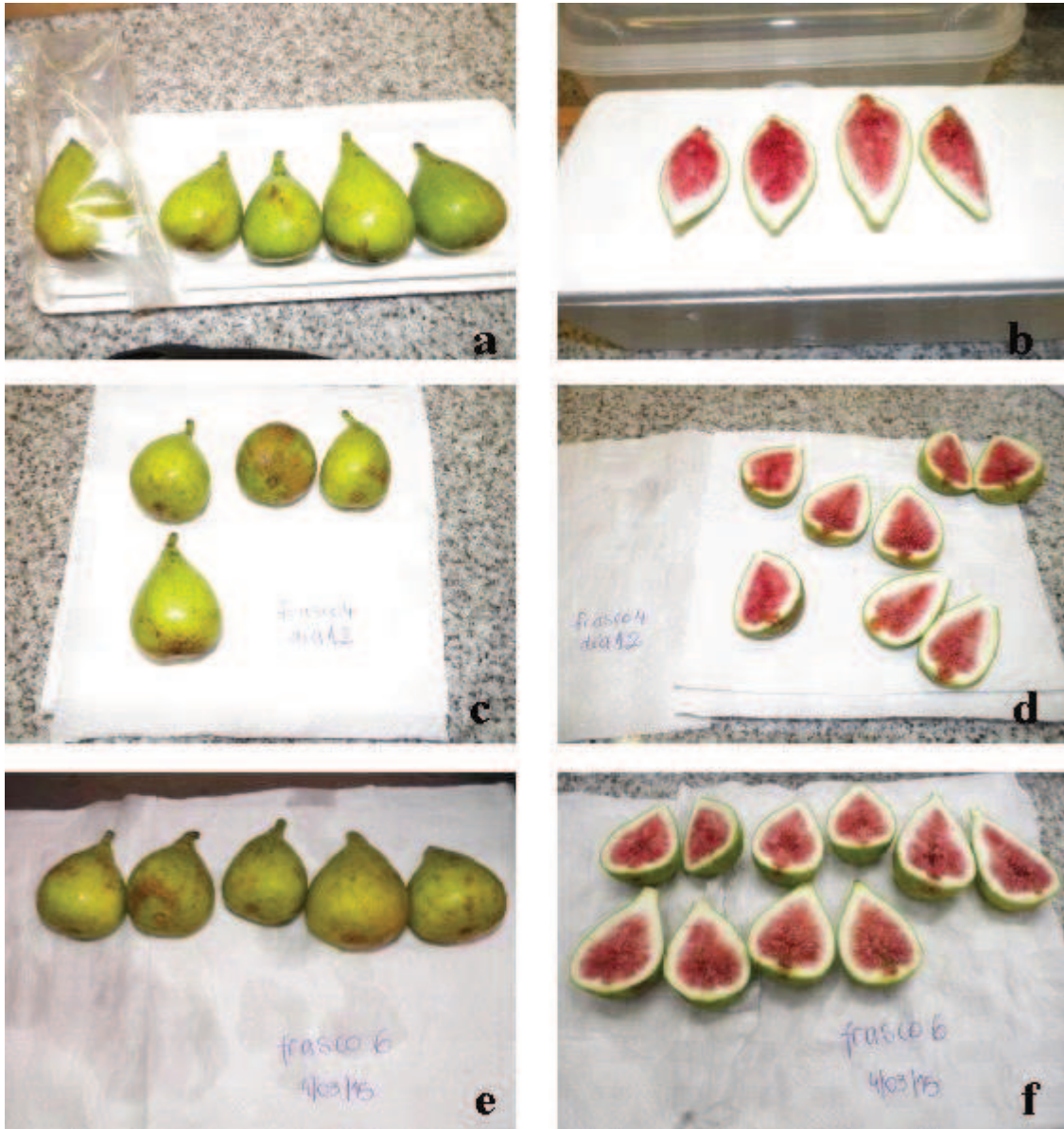


Figura 10. Imágenes de la calidad de higos variedad “Guarinta” durante el almacenamiento en atmósfera de 90% de O<sub>2</sub> a 2°C (a la izquierda, fruta tal cual fue almacenada y a la derecha, frutas cortadas longitudinalmente en el día indicado). a y b) higos día 1; c y d) higos a los 12 días de almacenamiento; e y f) higos a los 14 días de almacenamiento.



Figura 11. Imágenes de la calidad de higos variedad “Guarinta” en sus diferentes etapas de almacenamiento en atmósfera de 75% de O<sub>2</sub> a 2°C (a la izquierda, fruta entera y a la derecha, frutas cortadas longitudinalmente a y b) higos día 1; c y d) higos a los 11 días de almacenamiento; e y f) higos a los 13 días de almacenamiento.

## **Efecto de las atmósferas de almacenamiento superoxigénicas sobre la intensidad respiratoria de higos**

La velocidad de respiración de los higos almacenados en atmósfera de 90% de O<sub>2</sub> tiene una tendencia a disminuir a lo largo de los 14 días de evaluación. La intensidad respiratoria inicial a 90% de O<sub>2</sub> es alrededor de un 37% más alta en relación a la intensidad respiratoria inicial a 75% de O<sub>2</sub>. En ambas condiciones la tasa respiratoria tiende a disminuir, sin embargo, a 90% de O<sub>2</sub> la disminución es un poco más marcada que a 75% de O<sub>2</sub>, la cual muestra ciertos valores de estabilidad (Figuras 12 y 13). Jacxsens *et al.* (2001) encontraron un comportamiento similar para apio rallado, rodajas de hongos y endibias ralladas envasado en atmósfera alta en oxígeno respirando más al principio del tratamiento, luego la tasa respiratoria se redujo rápidamente y se mantuvo más o menos constante para dar lugar a otra caída a los 6 y 7 días. Marei y Crane (1971) reportaron valores de respiración poscosecha de entre 110 mL CO<sub>2</sub>.Kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> y 128,94 mLCO<sub>2</sub>.Kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> a 20 °C y 21% O<sub>2</sub>. Estos valores son inferiores a los hallados en el presente ensayo esto es así debido a que el O<sub>2</sub> es uno de los reactivos de la reacción de respiración y es lógico que aumente la velocidad de respiración ya que no es la misma situación del proceso natural de respiración de la fruta (21% O<sub>2</sub>). Kader *et al.* (2000) reportó, para frutas de limón, que niveles de O<sub>2</sub> superatmosféricos (34.1, 67.5, y 99.2 KPa) indujeron un aumento pronunciado en la tasa respiratoria. Atmósferas de 80 KPa de O<sub>2</sub> estimuló el aumento de la tasa de respiración de pomelos conservados a 14 °C y que la respiración de ciruelas 'Wickson' se estimuló en proporción al aumento de O<sub>2</sub> (70 KPa). En el caso de peras recién cortadas, almacenadas a concentraciones superatmosféricas de O<sub>2</sub>, la cantidad de O<sub>2</sub> disponible dentro de la bandeja de almacenamiento estimula el consumo del mismo y por consiguiente aumenta la velocidad de respiración, la cual luego disminuye con el tiempo y que no implica pérdida de calidad de la fruta (Oms-Oliuet *et al.*, 2007).

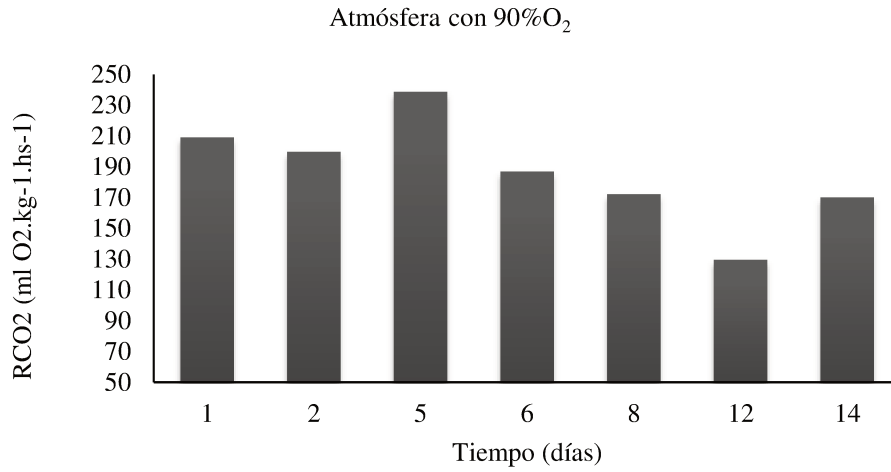


Figura 12. Intensidad respiratoria en función del tiempo de higos almacenados bajo condiciones superatmosféricas de O<sub>2</sub> (90%O<sub>2</sub>) a 2°C.

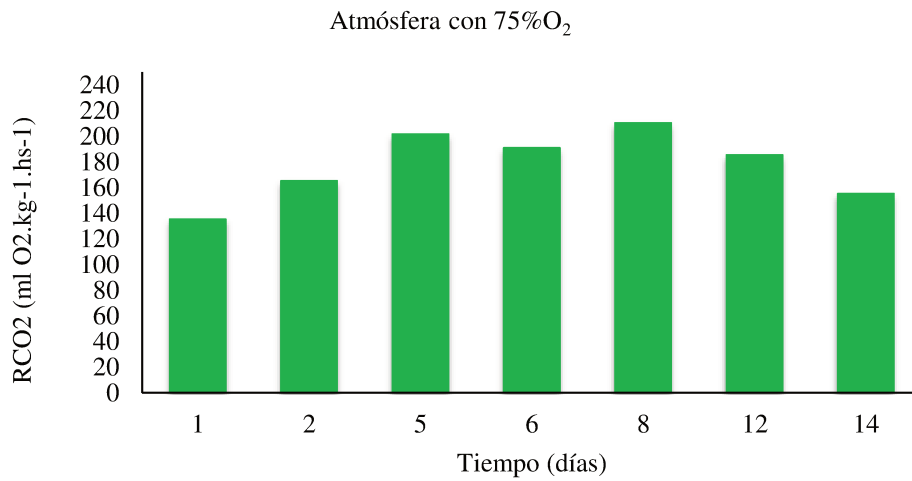


Figura 13. Intensidad respiratoria en función del tiempo de higos almacenados bajo condiciones superatmosféricas de O<sub>2</sub> (75%O<sub>2</sub>) a 2°C.

### Efecto de las atmósferas de almacenamiento superoxigénicas sobre la pérdida de peso de higos

La pérdida de peso de los higos en los dos tratamientos de almacenamiento evidenció que el promedio de la pérdida de peso en ambos tratamientos no superó el 3,0 %, en ningún caso (Fig.14).

En ambos tratamientos la mayor pérdida de peso se observó el día 12 y la menor % de pérdida el día 2. Hubo diferencias significativas entre tratamientos los días 8, 12 y 14.

FAO (1993) indica que cuando el producto pierde de un 5 a un 10 por ciento de su peso original, se percibe visualmente deshidratación y pronto resulta inutilizable comercialmente. Para prolongar la vida útil del producto, el nivel de pérdida de agua debe ser lo más bajo posible. En base a esto podemos afirmar que las pérdidas que se produjeron en estos ensayos son aceptables. Alturki (2013), reporto que la pérdida de peso en higos se debe principalmente a la pérdida de agua que resulta de la diferencia de presión de vapor entre las frutas y el aire circundante.

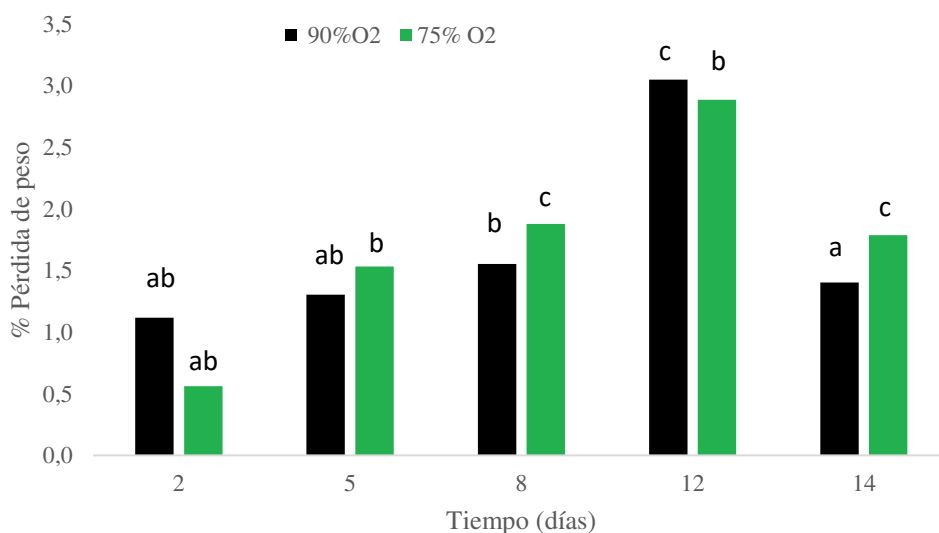


Figura14. Pérdida de peso (%) en función del tiempo de higos almacenados en dos condiciones superatmosféricas de O<sub>2</sub> (90%O<sub>2</sub> y 75%O<sub>2</sub>).



## Efecto de las atmósferas de almacenamiento superoxigénicas sobre la calidad poscosecha de higos

En la figura 15 se muestra la evolución del pH en el tiempo para las atmósferas tanto a 90%O<sub>2</sub> como a 75%O<sub>2</sub> de almacenamiento. En ambas condiciones, los valores de pH no presentaron grandes variaciones a lo largo de la evaluación, esto coincide con lo reportado por Zheng *et al.*, (2007), quienes no encontraron diferencias significativas en el pH entre todos los tratamientos (40, 60, 80, y 100 kPa O<sub>2</sub> a 5 °C) durante 14 días de almacenamiento de frutilla. Oms- Oliu *et al.* (2007) observaron un comportamiento similar en peras “Flor de Invierno” cortadas, almacenadas bajo superatmosféricas con una presión de O<sub>2</sub> de 70 KPa, donde los valores de pH se mantuvieron constantes durante los primeros 14 días de almacenamiento.

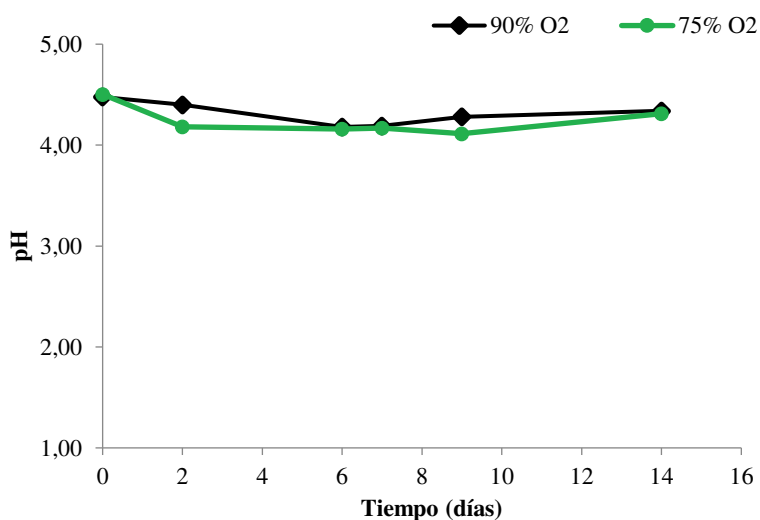


Figura 15. pH en función del tiempo de higos almacenados en dos condiciones superatmosféricas de O<sub>2</sub> (90% O<sub>2</sub> y 75% O<sub>2</sub>)

La evolución de los sólidos solubles, para la atmósfera con 75% O<sub>2</sub> mostró una tendencia definida a lo largo del tiempo; manteniéndose constante a lo largo de la experiencia, solo se encontraron diferencias significativas entre el día 0 y el día 12 (Fig16). Se observa una caída de la concentración de lo SST entre el día 2 y el día 5 aunque no significativa.

Se representó la evolución en el contenido de SST en la atmósfera conteniendo 90% de O<sub>2</sub> (Fig. 18). Dicho parámetro presentó una disminución el día 5 con diferencias significativas entre el día 0 con respecto a los días 2 y 5; esto se explica considerando que a mayor velocidad de respiración los azúcares y ácidos se utilizan como principales sustratos del metabolismo respiratorio, lo que se visualiza a través de variaciones en los sólidos solubles (Zheng *et al.*, 2007) (Fig.19). Oms- oliu *et al.* (2007), en su trabajo sobre peras cortadas describieron cómo el contenido de sólidos solubles tuvo una fuerte reducción en paquetes almacenados bajo atmósferas superatmosféricas o con concentraciones de O<sub>2</sub> similares a la concentración de O<sub>2</sub> del aire ambiental (70 Kpa vs. 21 Kpa de O<sub>2</sub>). Tal disminución fue debida a una mayor respiración de las peras recién cortadas que podrían haber implicado un mayor consumo de hidratos de carbono. Wszelaki y Mitcham (2000) también informaron una reducción acentuada en el contenido de sólidos solubles en frutillas tratadas con 90 a 100 KPa de O<sub>2</sub> debido a las altas tasas de respiración.

A partir del día 8 se observó un incremento sostenido en el contenido de SST evidenciando diferencias significativas el día 12 con respecto con respecto a los días 2 y 5. Esto se debería a que hay una degradación oxidativa de los materiales de reserva (almidón) del fruto que da lugar a compuestos sencillos como los azúcares (sacarosa, glucosa, fructosa) y ácidos orgánicos (Aljane *et al.*, 2007, Hirai *et al.*, 1968). El día 14 se produjo nuevamente una disminución, la cual estaría dada por el consumo respiratorio arrojando también diferencias significativas entre los días 12 y 14.

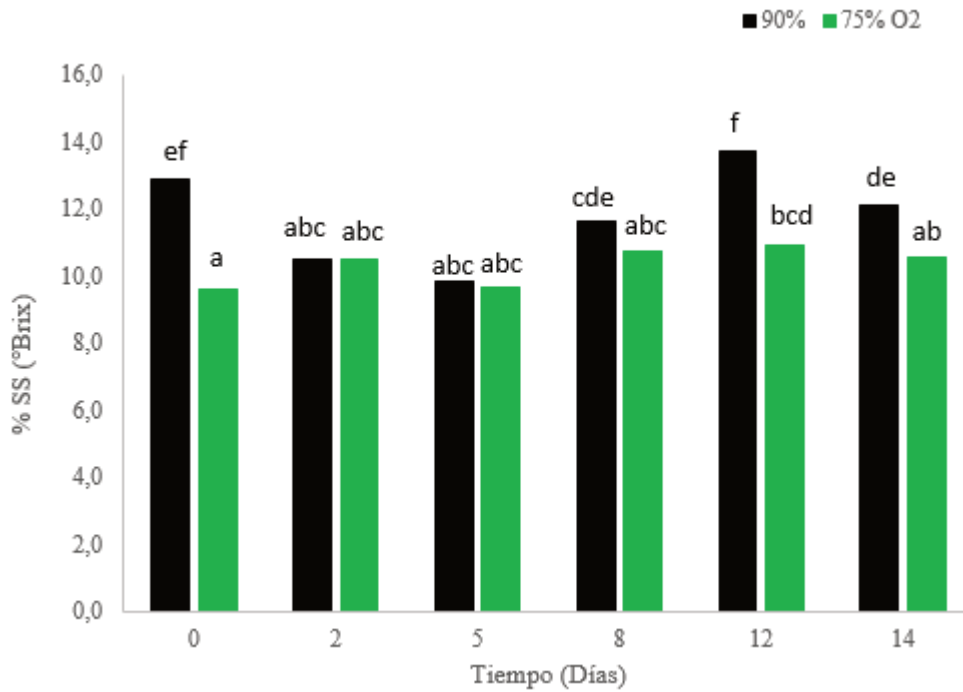


Figura 16. Sólidos solubles (°Brix) en función del tiempo de higos almacenados en dos condiciones superatmosféricas de O<sub>2</sub>

En la regresión entre SST medidos en los higos almacenados a 90% de O<sub>2</sub> y la intensidad respiratoria (Fig.17) se observó la fuerte relación entre ambas variables lo que se explica a partir del consumo de azúcares y ácidos como sustratos del metabolismo respiratorio como se explicó anteriormente.

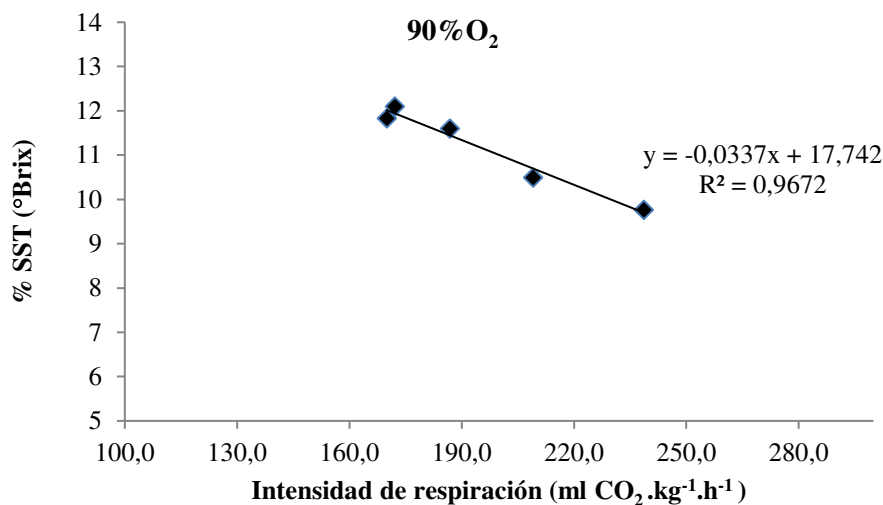


Figura 17. Sólidos solubles (°Brix) de higos en función de la intensidad respiratoria (mL CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>) experienciada a 90% O<sub>2</sub>.

### **Efecto de las atmósferas de almacenamiento superoxigénicas sobre la carga microbiana en la superficie de los higos**

En cuanto al recuento de microorganismos aerobios mesófilos totales, para la experiencia a 90% O<sub>2</sub> el primer recuento consistió en hacerlo a las muestras recién llegadas del campo y su valor fue de  $1,40 \cdot 10^6$  UFC.g<sup>-1</sup> el segundo recuento se hizo a otra muestra de higos lavados previo al almacenamiento cuyo valor fue de  $1,8 \cdot 10^5$ ; posteriormente se muestreo sobre los higos almacenados el día 8 y 12 y sus respectivos valores fueron  $1,10 \cdot 10^4$  UFC.g<sup>-1</sup> y  $5,2 \cdot 10^3$  UFC.g<sup>-1</sup>. Para la experiencia de almacenamiento a 75% O<sub>2</sub> el primer recuento de los higos recién llegados del campo fue de  $1,10 \cdot 10^6$  UFC.g<sup>-1</sup> y para los higos lavados previo almacenamiento fue  $5,8 \cdot 10^5$  UFC.g<sup>-1</sup> luego las muestras almacenadas registraron valores de  $1,3 \cdot 10^5$  y  $1,2 \cdot 10^7$  UFC.g<sup>-1</sup> para los días 8 y 12 respectivamente. En la figura 18 se muestra la evolución de los microorganismos aerobios mesófilos totales en las dos atmósferas de almacenamiento estudiadas. Los higos almacenados a 90% de O<sub>2</sub> presentaron una menor carga microbiana que el tratamiento a 75% de O<sub>2</sub>. Además, se pudo detectar que a 90% de O<sub>2</sub> la carga microbiana se redujo en el transcurso de la conservación,

mientras que los a 75% de O<sub>2</sub> ésta se incrementó a partir del día 6. Esto indicaría que la composición atmosférica con 90% O<sub>2</sub> es más efectiva que la compuesta por 75% O<sub>2</sub> para inhibir el crecimiento de microorganismos. Aparentemente, el efecto de los altos niveles de oxígeno sobre la población microbiana reduce el crecimiento y el desarrollo de los mismos, pero no los inhibe completamente (Jacxsens *et al.*, 2001). Por otra parte, Day (2001) también informó que un elevado contenido de oxígeno es efectivo para inhibir el crecimiento microbiano en papas cortadas frescas. Wszelaki y Mitcham (2000) encontraron que 80-100 KPa Kader *et al.* (2000) en el presente trabajo se pudo observar que a mayores niveles de O<sub>2</sub> superatmosféricos (sobre todo del 90 kPa O<sub>2</sub>) mayor eficacia para inhibir el crecimiento microbiano y mantener la calidad del producto

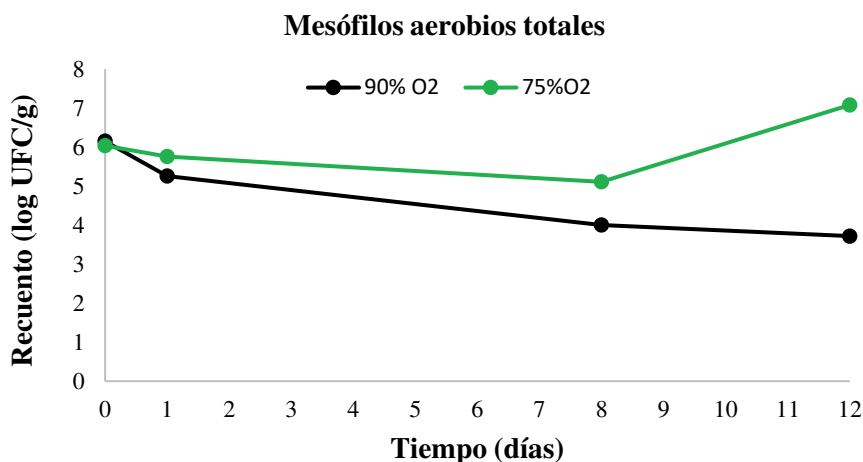


Figura 18. Recuento de microorganismos aerobios mesófilos totales sobre higos en dos condiciones superatmosféricas de O<sub>2</sub> (90% O<sub>2</sub> y 75% O<sub>2</sub>)

Villalobos *et al.* (2012) encontró en higos almacenados en atmósferas modificadas, refrigerados a 1°C con alta concentración de O<sub>2</sub> (80%) en combinación con 20% de CO<sub>2</sub> era especialmente eficaz en la inhibición del crecimiento de tres géneros común de hongos: *Rhizopus stolonifer*, *B. cinerea* y *Penicillium*, mostrando una clara reducción en el diámetro micelio; hallando que la

exposición a altas  $O_2$  por sí sola no inhibe totalmente el crecimiento microbiano, mientras que la combinación con alta concentración de  $CO_2$  suprimió significativamente el crecimiento microbiano y extendió la vida poscosecha de la fruta.

#### 4. CONCLUSIONES

- El diámetro del ostiolo de los higos disminuyó con los tratamientos M y PA en planta. Hubo diferencias significativas entre el tratamiento PA y el control.
- El total de los ostiolos muestreados a partir de higos envueltos con PA evidenciaron asintómicamente mayor incidencia de hongos patógenos, lo que representa una mayor probabilidad de infección.
- Tanto la intensidad respiratoria a atmósfera de 75% de O<sub>2</sub> como la de 90% de O<sub>2</sub> tendieron a disminuir a lo largo de los 14 días de evaluación. Sin embargo, esta disminución fue más marcada en condiciones de 90% de O<sub>2</sub> que en condiciones de 75% de O<sub>2</sub>.
- Los dos tratamientos de almacenamiento en condiciones superatmosféricas no generaron pérdidas de las propiedades organolépticas ni pérdida de que afectan la calidad comercial del producto.
- No hay diferencias significativas entre los dos tratamientos superatmosféricos de almacenamientos en relación a la variable pH.
- Los sólidos solubles totales, a su vez la fuerte relación entre SST e intensidad respiratoria para la atmósfera de conservación de 90% de O<sub>2</sub> está dada por los cambios que ocurren durante el metabolismo respiratorio.
- La atmósfera compuesta 90% O<sub>2</sub> fue más efectiva que la de 75% de O<sub>2</sub> para controlar parcialmente hongos mesófilos

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- **ALJANE, F.; TOUM, I.; FERCHICHI, A.** 2007. Hplc determination of sugars and atomic absorption analysis of mineral salts in fresh figs of Tunisian cultivars. *African Journal of Biotechnology* 6 (5): 599-602.
- **AKSOY, U.; SEN, F. AND MEYVACI, K.B.** 2005. Phosphine fumigation to control pests as an alternative to methylbromide and its effect on dried fig quality. *Third International Symposium on Fig*, p. 48. Vilamoura, Portugal, 16-20 May.
- **ALTURKI, S.** 2013. La utilización de envasado en atmósfera modificada para extender la vida útil de los higos frescos. *Biotechnology*, 12: 81-86.
- **ALLENDE, A; JACXSENS, L; DEVLIEGHERE, F; DEBEVERE, J AND F. ARTE´S.** 2002. Effect of Superatmospheric Oxygen Packaging on Sensorial Quality, Spoilage, and *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas caviae* Growth in Fresh Processed Mixed Salads. *Journal of Food Protection*, Vol. 65, No. 10, 2002, Pages 1565–1573.
- **ALLENDE, A.; MARÍN, A.; BUENDÍA, B.; TOMÁS-BARBERÁN, F.; AND GIL, M.** 2007. Impact of combined postharvest treatments (UV-C light, gaseous O<sub>3</sub>, superatmospheric O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub>) on health promoting compounds and shelf-life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology* 46:201-211.
- **ARTÉS, F.; GÓMEZ, P.; AGUAYO, E.; ESCALONA, V. AND ARTÉS-HERNÁNDEZ, F.** 2009. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. *Postharvest Biology and Technology* 51(3):287-296.
- **BIALE, J. B.; YOUNG R.** (1981) Respiration and ripening in fruits retrospect and prospect. In J Friend, MJC Rhodes, eds, *Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Academic Press, New York, pp 1-39
- **BRODY, A.L.** (1998). *Controlled / Modified Atmosphere / Vacuum Packaging of Foods*. Food and Nutrition Press, Inc., Connecticut, USA.



- **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 Biology and Technology* 59:150–158.
- **CISNEROS-ZEVALLOS, L.** 2003. The use of controlled postharvest abiotic stresses as a tool for enhancing the nutraceutical content and adding value of fresh fruits and vegetables. *J. Food Science* 68:1560-1565.
- **COHEN, S.** (2011). “The fig”. *New Orleans Review*, 37(1), 20–30
- **COLELLI, G.; GORDON MITCHELL, F. AND KADER A.A.** 1991. Extension of Postharvest Life of ‘Mission’ Figs by CO<sub>2</sub>-enriched Atmospheres. *HortScience* 26(9):1193-1195.
- **CONDIT, I. J.** 1969. *Ficus: The exotic species*. University California, Div. Agr. Sci. Berkeley.
- **CRISOSTO, C.H.; BREMER, V.; FERGUSON L. AND CRISOSTO, G.M.** 2010. Evaluating Quality Attributes of Four Fresh Fig (*Ficus carica* L.) Cultivars Harvested at Two Maturity Stages. *HortScience* 45(4):707-710.
- **CRISOSTO, C.; MITCHAM, E.; AND. KADER, A.**1998. Recomendaciones para Mantener la Calidad Poscosecha
- [http://ucanr.edu/sites/Postharvest\\_Technology\\_Center\\_/Commodity\\_Resources/Fact\\_Sheets/Datastores/Vegetables\\_English/?uid=19&ds=799](http://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=19&ds=799) .Acceso: 14/02/2017.
- **DAY, B.** (2001). Fresh prepared produce: GMP for high oxygen MAP and non-sulphite dipping. Guideline No. 31. Campden and Chorleywood Food Research Association Group, Chipping Campden, Gloschester, UK. 76.
- **DHIA; T.** (2010) A study of the physiology of growth and ripening of fig fruits. *Journal of Thi-Qar University Special number Vol.5*.
- **FAO** (1993) *Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos*. (Colección FAO: Capacitación, N° 17/2) ISBN 92-5 302766-5

- **FAOSTAT.** 2013. FAO database. <http://faostat.fao.org>.
- **FERGUSON, L. AND CRISOSTO, C.** 2007. The Fig: Overview of an Ancient Fruit. *HortScience* 42(5):1083-1087.
- **FLAISHMAN, M.A. ; RODOV V. AND STOVER E.** 2008. The fig: botany, Horticulture and breeding. *Horticultural Reviews*, 34:113-195.
- **FLORES DOMÍNGUEZ, A.** (1990). La higuera. Frutal mediterráneo para climas cálidos. Madrid: Ediciones Mundi Prensa.
- **FLORES MORA, D; JIMÉNEZ BONILLA, V.** (2007). “Desarrollo del cultivo de higo para consumo fresco y procesado, como una alternativa de diversificación para el sector agrícola”.
- **GARIGLIO, N.** 2016. Comunicación personal.
- **GARIGLIO, N.; FAVARO J.C. Y FORTE R.** 2014. La Higuera (109-125). Bouzo, C.; Gariglio, N.; Travadelo, M.(eds). Cultivos frutales y ornamentales para zonas templado–cálidas Experiencias en la zona central de Santa Fe.
- **HIRAI, J., N. HIRATA, AND S. HORIUCHI.**1968. Effect of oleification on hastening the maturity of the fig fruit. VI. Respiration and changes in the concentrations of metabolic substances in the treated fruits with products in oxidative process of fatty acid such as acetaldehyde or ethylene. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 37:20-29.
- **JACXSENS, L.; DEVLIEGHERE, F.; VAN DER STEEN, C., AND DEBEVERE, J.**2001. Effect of high oxygen modified atmosphere packaging on microbial growth and sensorial qualities of fresh-cut produce.
- **KADER A.A. AND BEN-YEHOSHUA, S.** 2000. Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 20:1-13.
- **KADER, A.A.** 2001. Importance of fruits, nuts, and vegetables in human nutrition and health. *Perishables Handling Qrtly.* 106:4-6.

- **KADER, A.A.** 2003. A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. *Acta Hort.* 600:737-740.
- **KARABULUT, O.; ILHAN, K.; ARSLAN, U.; VARDAR, C.** 2009. Evaluation of the use of chlorine dioxide by fogging for decreasing postharvest decay of fig. *Postharvest Biology and Technology* 52:313–315.
- **KISLEV E.M.; HARTMANN A. AND BAR-YOSEF, O.** 2006. Early domesticated Fig in the Jordan Valley. *Science* 312:1372-1374.
- **KREZDORN A.H. AND ADRIANCE G.W.** 1984. La higuera, recomendaciones para el cultivo y procesamiento de esta fruta. *Agricultura de las Américas* 8 (2):26-33.
- **KONG, M.; LAMPINEN, B; SHACKEL, K.; CRISOSTO C.** 2013. Fruit skin side cracking and ostiole-end splitting shorten postharvest life in fresh figs (*Ficus carica* L.). *Postharvest Biology and Technology* 85 154–161.
- **LIMA, L.C.; DIAS, M.S.C.; DE CASTRO, M.V.; MARTINS, R.N.; RIBEIRO-JUNIOR, P.M. AND SILVA E.B.** 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. *Ciencia e Agrotecnologia* 29:810-816.
- **MAREI, N. AND CRANE, J.** 1971. Growth and Respiratory Response of Fig (*Ficus carica* L. cv. Mission) Fruits to Ethylene. *Plant Physiol.* 48, 249-254.
- **MAHAJAN P.V., OLIVEIRA F.A.R., SOUZA M. J., FONSECAS. C., CUNHA L. M.** (2006). An interactive design of MA-Packaging for fresh produce. En *Handbook of food science, technology, and engineering*, ed. Y.H.Hui, vol. 3 CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA.
- **MRAK, E.M.; PHAFF, H.J.; VAUGHN R.H. AND HANSEN H.N.** 1942. Yeasts Occurring in Souring Figs. *J. Bacteriol.* 44(4):441-450.

- **MONTEALEGRE, J.; OYARZUN, J.; HERRERA, R.; BERGER, H. Y GALLETI, L.** 2000. Nota científica: Identificación de hongos causantes de pudriciones en Postcosecha de Brevas e Higos. *Bol. San. Veg. Plagas*, 26: 439-443.
- **MUJIĆ, I.; DUDAS, S.; SKUTIN, H.M.; PERUSIC, D.; ZEKOVIĆ, Z.; LEPOJEVIĆ, Ž.; RADOJKOVIĆ, M.; VIDOVIĆ, S.; MILOŠEVIĆ, S. AND MESIC, E.O.** 2012. Determination of antioxidant properties of fig fruit extracts (*Ficus carica* L.). *Acta Horticulturae* 940:369-376.
- **NITTA, H. ; FURNI, S. AND ITO, J.** 1997. The control of fruit rots in figs. 2. The current situation regarding souring and *Rhizopus* rot and the cultural control of these diseases. *Bull. Hiroshima Prefectural Agri. Res. Center* 65:27-34.
- **OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R. AND MARTÍN-BELLOSO, O.** (2007). Respiratory Rate and Quality Changes in Fresh-Cut Pears as Affected by Superatmospheric Oxygen. *Journal of Food Science*, 72: 456-463.
- **OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R. AND MARTÍN-BELLOSO, O.** 2008. Physiological and microbiological changes in fresh-cut pears stored in high oxygen active packages compared with low oxygen active and passive modified atmosphere packaging *Postharvest Biology and Technology* 48:295-301.
- **PRATAVIERA, A.G.** 2003. Una producción alternativa en marcha. El cultivo de la higuera. *IDIA XXI* III (5):142-147.
- **PRATAVIERA, A.G.; TORO, A.A.; CARABAJAL, D.E.; COLICA, J.J.** 2013. Colección activa de variedades de higuera (*Ficus carica* L.) en Catamarca, Argentina.
- **RODOV, V.; HOREV, B.; GOLDMAN, G.; VINOKUR, Y.; YABLOWICH, Z.; GOLUBOWICH, S. Y FLAISHMAN, M.A.** (2005). "Purple fig: Pollination effects on fruit quality and storage potential". *Alon Hanotea*, 60, 110–112.

- **SCHREINER M. AND HUYSKENS-KEIL S.** 2006. Phytochemicals in Fruit and Vegetables: Health Promotion and Postharvest Elicitors. *Critical Reviews in Plant Sciences* 25(3):267-278.
- **SOLOMON, A.; GOLUBOWICZ, S.; YABLOWICZ, Z.; GROSSMAN, S.; BERGMA, M.; GOTTLIEB, H.E.; ALTMAN, A.; KEREM, Z. AND FLAISHMAN, M.A.** 2006. Antioxidant activities and anthocyanin content of fig. 15(2):188-193.
- **VAN DER STEEN, C.; L. JACXSSENS, F.; DEVLIEGHERE AND J. DEBEVERE.** (2002) Combining high oxygen atmospheres with low oxygen modified atmosphere packaging to improve the keeping quality of strawberries and raspberries. *Postharvest Biology and Technology* 26 (2002) 49–58.
- **VERKERKE, W.** 1989. Structure and function of the fig. *Experientia* 45: 612.
- **VILLALOBOS M.C.; SERRADILLA M.J; MARTÍN A.; RUIZ-MOYANO S.; PÉREZ NEVADO F.; FERNÁNDEZ M. Y CÓRDOBA M.G.** 2012. Uso de atmósferas modificadas para prolongar la vida útil de higos de la variedad ‘Albacor’ para consumo en fresco. X Simposio Nacional y VII Ibérico Sobre Maduración y Postcosecha, Lleida, Catalunya (España), 1-4 octubre 2012, organizado por el Grupo de investigación: “Unidad de Poscosecha”, UdL – IRTA, XaRTA.
- **WELTI-CHANES, J.; VERGARA-BALDERAS, F.; GUERRERO-BELTRÁN, J.A.; GARCÍA TORRES R. Y VILLA-ROJAS R.** 2005. Métodos, criterios y modelación para la selección de películas plásticas en atmósferas modificadas. Segundo Simposio Internacional de Innovación y Desarrollo de Alimentos innova 2005 Montevideo, Uruguay. 48pp.
- **WSZELAKI, A.L. AND MITCHAM, E.J.** 2000. Effects of superatmospheric oxygen on strawberry fruit quality and decay. *Postharvest Biology and Technology*. 20(2):125-133.

- **ZHENG, Y.; WANG, S.; WANG, C. Y ZHENG, W.** (2007). Changes in strawberry phenolics, anthocyanins and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. *LWT-Food Sci. Technol.* 40: 49- 57.
- **ZOHAR E. FREIMANUNA, VICTOR RODOVB, ZEEV YABLOVITZUNA, BATIA JOREVB, MOSHE A. FLAISHMAN.**2012. Preharvest treatment with 1-MCP inhibits the ripening of "Brown Turkey" fig fruits and improves storage abilities. *Scientia Horticulturae* 138:266-272.