

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**  
SANTA FE, ARGENTINA

Trabajo Final para optar por el grado académico:

Especialista en Cultivos Intensivos

**“El Cultivo de la Higuera: Producción de higos y  
su deshidratación como método para el agregado  
de valor del producto”**

Alumno: Ing. Agr. Marcela Andrea Catraro

Director: Dr. Carlos Bouzo

Esperanza, Santa Fe, Argentina

19 de Diciembre de 2014

## “El Cultivo de la Higuera: Producción de higos y su deshidratación como método para el agregado de valor del producto”

### Resumen

El cultivo de la higuera está adaptado a diferentes regiones y climas, pero su crecimiento es óptimo en zonas templadas. En Argentina, a excepción de las tres provincias del extremo sur, se puede cultivar en forma comercial en todo su territorio. Las principales zonas productoras se encuentran en el noroeste, en la región de Cuyo y en Buenos Aires. En la zona central de la provincia de Santa Fe su cultivo es relativamente reciente. A partir de los últimos 10 años se comenzaron a realizar pequeñas plantaciones debido a que se está convirtiendo en una alternativa complementaria a la producción hortícola y/o como nueva opción productiva para emprendedores. El mercado interno no está abastecido según su demanda de higos frescos, secos y otros subproductos. La misma podría ser cubierta por la producción local mediante la implementación de las tecnologías adecuadas tanto en el manejo del cultivo como en su posterior proceso de industrialización. La posibilidad de producir higos con el fin de ser industrializados permite contar con un mayor poder de negociación en el mercado y así también aumentar los márgenes de ganancia. Si bien la producción de higos es rentable para los productores de la provincia de Santa Fe, esta presenta importantes inconvenientes en la poscosecha por ser altamente perecederos. El deshidratado de alimentos es uno de los métodos de conservación más antiguos conocidos. Este proceso conlleva una apreciable reducción del peso y volumen de los alimentos, consiguiéndose así disminuir los costos de transporte y almacenamiento de los mismos. La importancia de incentivar el agregado de valor de la producción regional no solo se basa en la mejora de indicadores productivos sino también el grado de desarrollo que se genera en las comunidades.

## Índice:

<b>1- El Cultivo de la Higuera (<i>Ficus carica L.</i>)</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1- Descripción Sistemática y morfológica</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2- Propiedades nutricionales y medicinales</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3- Producción mundial y nacional</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4- Mercado argentino de higos frescos y secos</b> .....	<b>6</b>
<b>1.5- Situación actual del cultivo y perspectivas futuras en el territorio nacional</b> .....	<b>8</b>
<b>1.6- Índices de madurez y de calidad</b> .....	<b>10</b>
<b>1.7- Poscosecha</b> .....	<b>11</b>
<b>1.8- Almacenamiento</b> .....	<b>12</b>
<b>1.9- Fisiopatías y Daños Mecánicos</b> .....	<b>12</b>
<b>1.10- Enfermedades</b> .....	<b>13</b>
<b>2- Valor agregado de la producción de higos</b> .....	<b>14</b>
<b>3- Higos deshidratados</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1- El proceso de deshidratación</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2- Operaciones y proceso para la deshidratación de higos</b> .....	<b>20</b>
<b>I- SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN</b> .....	<b>20</b>
<b>II- PRETRATAMIENTOS</b> .....	<b>21</b>
<b>II.1- Escaldado o Blanqueado</b> .....	<b>21</b>
<b>II.2- Deshidratado Osmótico</b> .....	<b>22</b>
<b>II.3- Baños de inmersión</b> .....	<b>23</b>
<b>II.3.1 Ácidos orgánicos</b> .....	<b>23</b>
<b>II.3.2 Con surfactantes</b> .....	<b>23</b>
<b>II.3.3 En soda cáustica</b> .....	<b>23</b>
<b>II.4 Sulfitado</b> .....	<b>24</b>
<b>III- ESCURRIDO Y DISTRIBUCIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>IV- SECADO</b> .....	<b>25</b>
<b>IV.1 Desecado con exposición directa al sol (Open to sun dryers)</b> .....	<b>26</b>
<b>IV.2 Desecadores solares (Natural-circulation solar-energy crop dryers)</b> .....	<b>28</b>
<b>IV.2.1 Hornos Solares de Tipo Directo (Direct Type)</b> .....	<b>28</b>
<b>IV.2.2 Hornos Solares de Tipo Indirecto (Indirect Type)</b> .....	<b>29</b>

<b>IV.3 Sistemas de Secado Solar Pasivo (Passive Solar Drying Systems)</b> .....	<b>30</b>
<b>IV.3.1 Secadores Pasivos Directos</b> .....	<b>30</b>
<b>IV.3.1.1 Gabinetes solares pasivos</b> .....	<b>30</b>
<b>IV.3.1.2 Secadores de Invernadero de Circulación Natural</b> .....	<b>31</b>
<b>IV.3.2 Secadores Pasivos Indirectos</b> .....	<b>31</b>
<b>IV.3.3 Secadores Pasivos Mixtos</b> .....	<b>32</b>
<b>IV. 4 Sistemas de Secado Solar Activos (Active Solar Drying Systems)</b> .....	<b>33</b>
<b>IV.4.1 Secadores Activos Directos</b> .....	<b>33</b>
<b>IV.4.2 Secadores Activos Indirectos</b> .....	<b>33</b>
<b>IV.4.3 Secadores Activos Mixtos</b> .....	<b>34</b>
<b>IV.5 Hornos de deshidratado de mediana o alta producción</b> .....	<b>34</b>
<b>V- ETAPAS FINALES Y ALMACENAMIENTO</b> .....	<b>35</b>
<b>4- Valores nutricionales del producto elaborado</b> .....	<b>36</b>
<b>5- BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>38</b>

# “El Cultivo de la Higuera: Producción de higos y su deshidratación como método para el agregado de valor del producto”

**Ing. Agr. Marcela Andrea Catraro**

## **1- El Cultivo de la Higuera (*Ficus carica L.*)**

### **1.1- Descripción Sistemática y morfológica**

El género *Ficus* pertenece al orden *Urticales*, familia *Moráceas*, tribu *Ficeae*. La higuera (*Ficus carica L.*) es originaria de la zona mediterránea de Asia sud-occidental. Se supone que es la primera planta domesticada por el hombre (*Kisley et al.*, 2006).

La planta se caracteriza por ser de crecimiento muy rápido, pudiendo alcanzar entre 3 a 6 m de altura, y hasta 9 a 10 m de ancho de copa (*Flores Domínguez*, 1990). Posee tronco grueso y robusto pero de madera blanda con corteza gris y brotes frágiles. Sus ramas son grandes y de tendencia colgante, que enraízan fácilmente en contacto con el suelo (*Gariglio et al.*, 2013). El sistema radicular es superficial, fibroso, abundante y muy extendido lateralmente. Posee hojas grandes, ásperas al tacto y de color verde intenso en el haz y pálidas en el envés. Son caducas y palmadas, con lóbulos más o menos pronunciados de acuerdo a la variedad.

La higuera originariamente monoica (presencia de flores masculinas y femeninas en un mismo pie), ha evolucionado a ginodioica, ya que las flores masculinas de un grupo han desaparecido por selección en el proceso de domesticación de esta especie, y las femeninas están adaptadas al himenóptero *Blastophaga psenes* (insecto polinizador), con quien adquieren una perfecta simbiosis (*González-Rodríguez; Grajal-Martín; 2011*). La inflorescencia de la higuera es un receptáculo floral excavado, denominado sicono en cuyo interior se encuentran numerosas flores unisexuadas muy pequeñas y cuya única salida al exterior es el ostiolo. Las flores femeninas se componen de ovario, estilo largo y estigma bifido. La flor masculina está constituida por tres sépalos y tres estambres. El receptáculo floral se hincha y se vuelve carnoso formando un falso fruto que se denomina breva o higo, según la fecha de madurez y el tejido sobre el que se forma.

Las brevas se originan desde yemas axilares ubicadas en la parte terminal de los brotes de la estación de crecimiento anterior. Comienzan a crecer en la primavera y maduran entre diciembre y enero. Los higos se producen lateralmente en las axilas de las hojas de los brotes

del año y su maduración comienza a partir de enero. En la Figura 1 se muestran tanto brevas como higos, los primeros de mayor tamaño y maduración que los segundos.



Figura 1. Aspecto que presentan las brevas y los higos. (Fuente: Izquierda: [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com) Derecha: [www.castila.wordpress.com](http://www.castila.wordpress.com))

Tanto las brevas como los higos se encuentran recubiertos de una piel muy fina de color verde, negro, morado o marrón rojizo, dependiendo de las diferentes variedades. En su interior se encuentran los verdaderos frutos, llamados achenios.

Tanto el árbol como sus frutos poseen células secretoras de látex, sustancia que sirve para su defensa contra insectos, microorganismos y hongos patógenos. El látex es irritante para la piel por lo que se recomienda cosechar utilizando guantes y cubriendo los brazos.

Las variedades de higueras cultivadas se dividen en diferentes tipos. Las “higueras comunes” que no requieren de la polinización para la obtención de la producción comercial. Se prefiere hablar de frutos persistentes más que de frutos partenocárpicos, ya que no se trata de un fruto verdadero. Producen una o dos cosechas cada año según la variedad, la primera de brevas y la segunda de higos. Dentro de este grupo se encuentran las variedades comerciales difundidas en Argentina.

Otro tipo lo constituyen las variedades de “higueras de Smirna”. Éstas necesitan de la polinización para el establecimiento del fruto. Tradicionalmente se han cultivado en Oriente Medio y norte de África, y actualmente también en California (EEUU). Poseen sólo flores femeninas y las variedades polinizadoras se denominan ‘Cabrahigos’. Los frutos verdaderos se desarrollan, y su principal destino es el deshidratado.

Las “Cabrahigos” son variedades de higuera utilizadas para polinizar a las higueras de Smirna, en presencia del himenóptero *Blastophaga psenes*. Generalmente, presentan tres floraciones al año. Su fruta no presenta valor para el consumo humano.

Las “higueras tipo San Pedro” tienen la particularidad de que las brevas son persistentes, mientras que para la producción de higos necesitan de la ‘caprificación’ (polinización).

## **1.2- Propiedades nutricionales y medicinales**

El higo es una fruta rica en hidratos de carbono, fibra, agua, vitaminas (A, B, y C) y minerales como el potasio, calcio, fósforo y magnesio. (Tabla 1)

Por su alto contenido en fibra hace que sea favorable para el tránsito intestinal combatiendo de esta forma el estreñimiento y haciendo que el proceso digestivo sea más rápido. La fibra también ayuda a eliminar líquidos.

No contienen grasas ni proteínas en abundancia pero poseen un alto contenido de agua, fibra, vitaminas y minerales con lo cual este fruto es usado para dietas equilibradas.

Entre los minerales se destacan su elevado contenido de potasio y bajo en sodio tal como se muestra en la Tabla 1, esto es beneficioso para las personas con problemas cardiovasculares y aquellas que sufren hipertensión. Además por su contenido en omega-3 y omega-6 es un alimento indicado para prevenir enfermedades coronarias. Por su contenido en calcio es un alimento beneficioso para el sistema óseo.

Es rico en pectina, esta sustancia provoca la expulsión del colesterol y de toxinas del cuerpo durante el proceso digestivo.

Posee propiedades antiirreumáticas que son beneficiosas para personas que practican deportes y desgastan en exceso sus articulaciones.

Su gran poder expectorante ayuda a prevenir infecciones como bronquitis, catarros y exceso de mucosidad. Su decocción se utiliza como calmante de inflamaciones bucales y anginas (Mendoza Bustamante *et al.*, 2012).

Los higos son una excelente fuente de compuestos fenólicos, tales como proantocianidinas. A comparación del vino tinto y el té que aún siendo buenas fuentes de compuestos fenólicos, poseen menor contenido de fenoles que los higos (Shukranul *et al.*, 2013).

Entre fenoles y antocianinas, ambos anticancerígenos, por cada 100 gr. de higo se puede llegar a 2,2 gramos (1,8 grs. de fenoles y 0,4 grs. de antocianinas). Estos valores son muy elevados y por eso se considera que el higo, dentro de todas las frutas, es el que tiene la capacidad antioxidante más elevada. Por ejemplo la naranja contiene entre 0,2 - 0,6 gr., la frutilla entre 0,15 – 0,75 gr. y la soja entre 0,8 – 1,8 gr de antioxidantes (García Ruiz, 2013).

HIGO	Cantidad por 100 gramos de porción comestible	Ingestas Recomendadas (mujeres / hombres)
Agua (g)	85,9	2000 / 2500
Energía (kcal)	53,9	-
Proteínas (g)	0,9	46 - 56
Hidratos de carbono (g)	11,9	-
Lípidos (g)	0,3	-
<b>Fibra</b>		
Fibra total (g)	2,37	25 / 38
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A (Eq. Retinol) (µg)	7,67	600 / 700
Tiamina (Vitamina B1) (mg)	0,05	1.0 / 1.2
Riboflavina (vitamina B2) (mg)	0,06	1.3 - 1.6
Niacina (mg)	0,46	14 / 18
Vitamina B6 (mg)	0,11	1,2 / 1.5
Folatos (µg)	7	300
Vitamina C (mg)	5	60
Vitamina E (Eq. Tocoferol) (mg)	0,2	15
<b>Minerales</b>		
Calcio (mg)	60	900
Hierro (mg)	0,8	9 / 18
Fósforo (mg)	23	700
Magnesio (mg)	18	300 / 350
Zinc (mg)	0,6	15 - 12
Sodio (mg)	3	1500
Potasio (mg)	232	3100

Tabla 1. Composición nutricional por cada 100 g de fruto e ingesta recomendada para mujeres y hombres. (Fuente: [www.soberaniaalimentaria.gob.ec](http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec))

### 1.3- Producción mundial y nacional

La higuera está adaptada a diferentes regiones y climas, pero su crecimiento es óptimo en zonas templadas (Flores Mora y Jiménez Bonilla, 2007). Según datos estadísticos de la FAO, en el continente europeo, Turquía es el principal productor de higos con 274.535 Mg., seguido de España con 24.900 Mg., Grecia con 10.200 Mg. e Italia con 10.054 Mg.

En África se destaca Egipto con una producción de 171.062 Mg., siguiéndole en importancia Marruecos con 102.694 Mg. y Argelia con 110,058 Mg.

En Asia, Irán produce 78.000 Mg. y Siria 41.224 Mg.

En América, Estados Unidos es el principal productor alcanzando las 35.072 Mg., seguido por Brasil con una producción de 28.010 Mg. (FAOSTAT, 2014).

En Argentina, a excepción de las tres provincias del extremo sur (Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego), se puede cultivar la higuera en forma comercial en todo el territorio debido a que



existen distintas variedades para los diferentes climas (Justo y Parra, 2005). Las principales zonas productoras se encuentran en el noroeste, en la región de Cuyo, y en la provincia de Buenos Aires. La producción nacional actual alcanza las 850 Mg. (FAOSTAT, 2014). Siguiendo una tendencia levemente creciente respecto a años anteriores.

### Producción nacional de higos frescos en los últimos veinte años

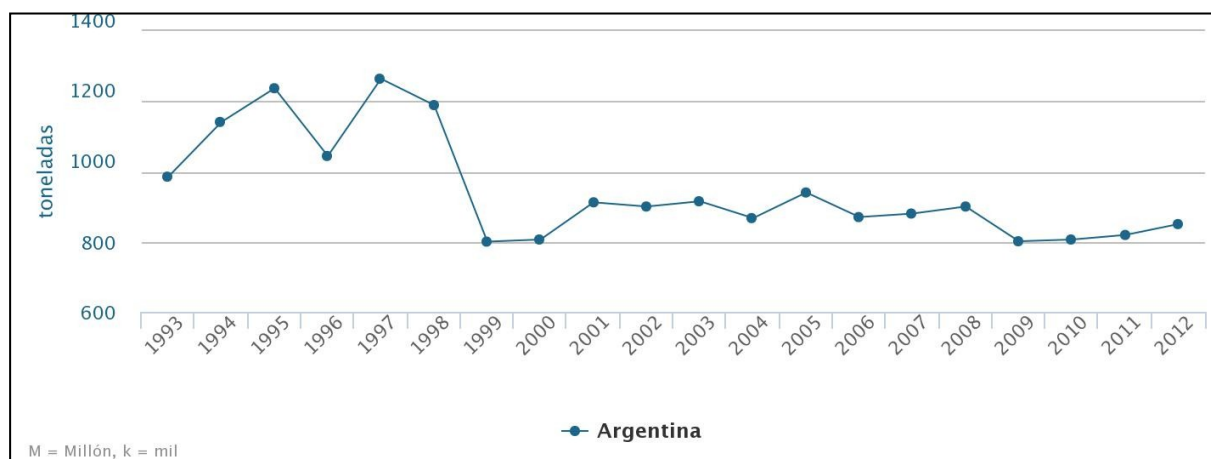


Figura 2. (Fuente: FAOSTAT)

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 (0,1-2,0ha.) que van desde Coronda al sur y hasta San Cristóbal al norte. 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 *et al.*, 2013).

Las variedades de higo más cultivadas en esta zona son Brown Turkey, Guarinta y Kadota debido a su buena adaptación al clima, calidad de producción y excelentes rendimientos.

### Producción nacional de higos secos en los últimos veinte años

Según puede deducirse a partir de los datos obtenidos de la FAO, la producción nacional de higos secos decreció notablemente durante las últimas décadas pasando de 281 Mg. en el año 1994 a 153 Mg. en el año 2012. (Figura 3)

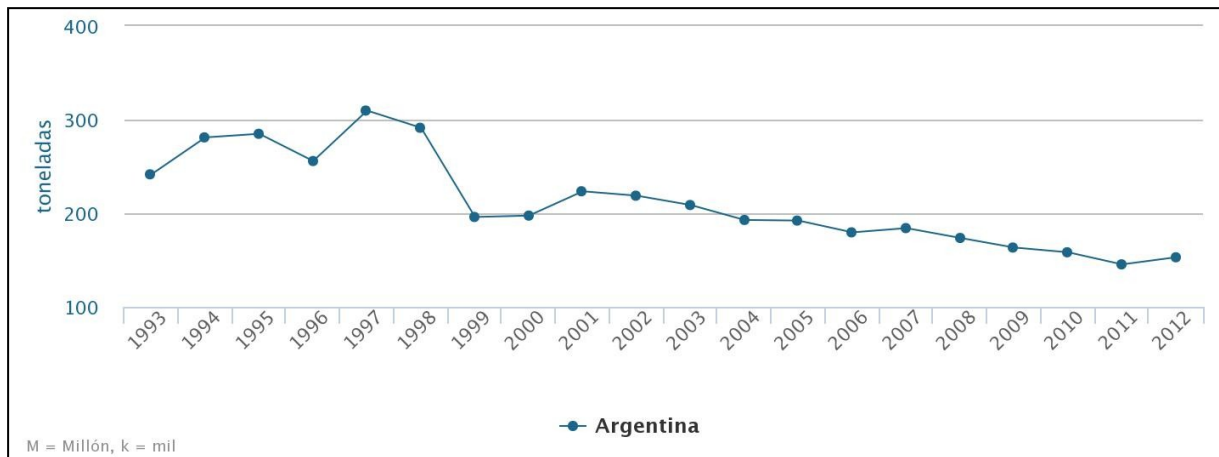


Figura 3. (Fuente: FAOSTAT)

#### 1.4- Mercado argentino de Higos frescos y secos

##### HIGOS FRESCOS:

##### Exportaciones de Higo fresco – Argentina – 2004/2011

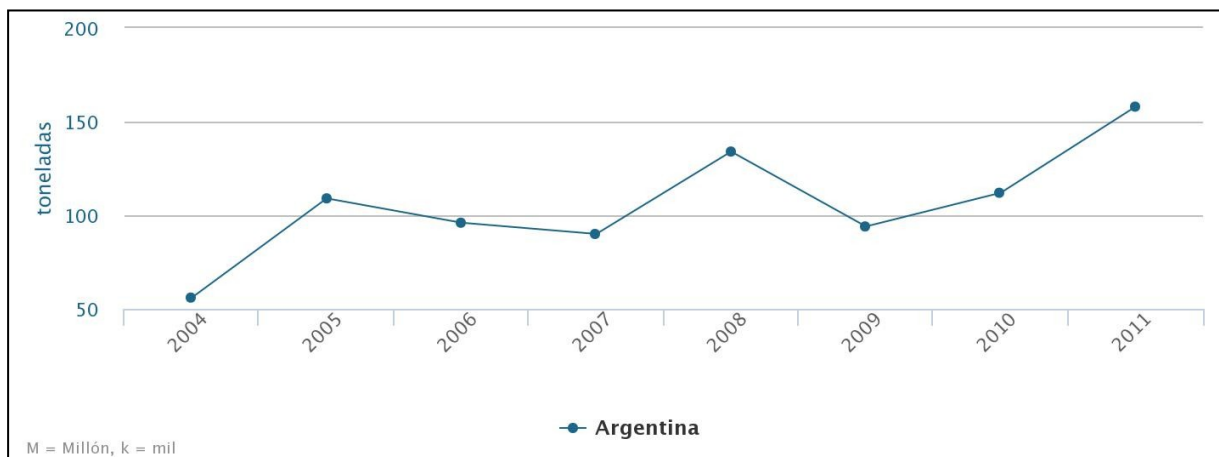


Figura 4: Mg. Exportados de higo fresco por Argentina. (Fuente: FAOSTAT)

Argentina participa en la exportación de frutos frescos a mercados europeos con resultados altamente satisfactorios al aprovechar la producción en contraestación y cultivar la variedad denominada Brown Turkey, internacionalmente reconocida (Justo y Parra, 2005). En los últimos años se observa una tendencia al incremento de las exportaciones de higo fresco.

##### Importaciones de higo fresco- Argentina – 2004/2011

En los últimos años no se han registrado importaciones de higo fresco, esto probablemente se deba a que la demanda interna de este producto es cubierta por la producción nacional. (Fuente: FAOSTAT)

## HIGOS SECOS:

### Exportaciones de Higo seco – Argentina – 2004/2011

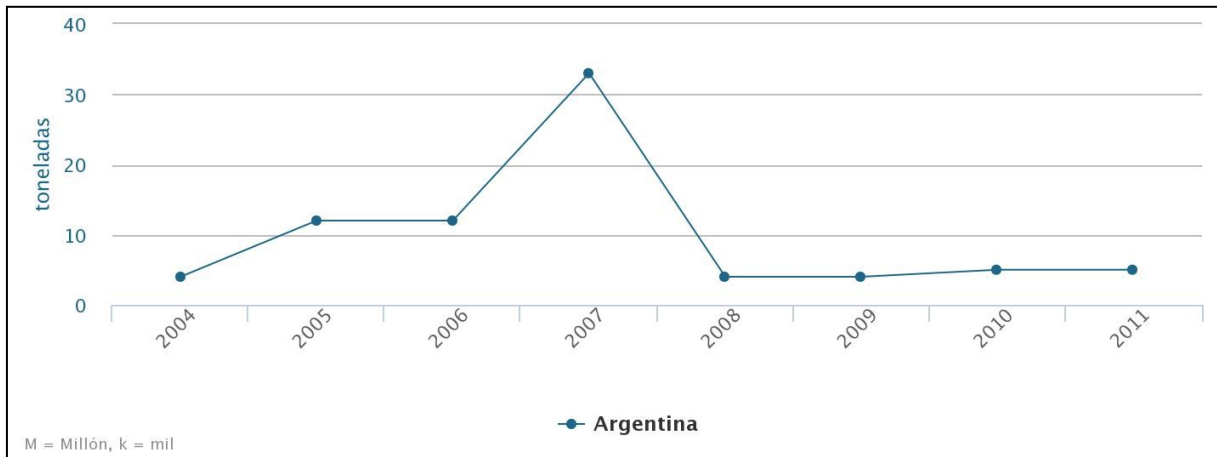


Figura 5.(Fuente: FAOSTAT)

### Exportaciones de Higo seco – Argentina – 1990/2011

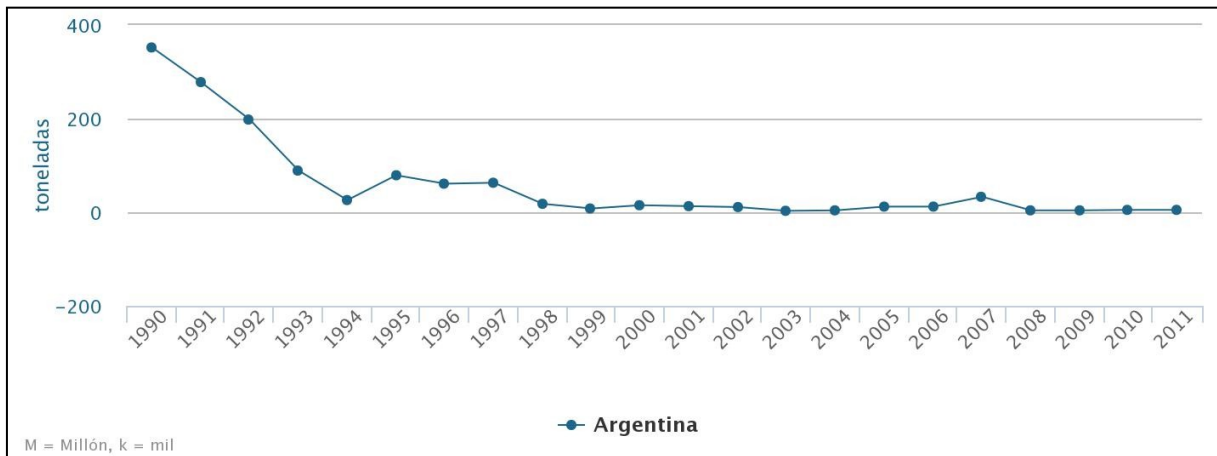


Figura 6. (Fuente: FAOSTAT)

Las exportaciones de higos secos se mantuvieron bastante constantes durante los últimos años en que se tienen registros tal como se muestra en la Figura 5, pero si observamos datos históricos de más de 20 años atrás, se nota una baja sustancial en las exportaciones lo que puede deberse al contexto político-económico constantemente cambiante en que se maneja la producción y el comercio nacional (Figura 6).

### Importaciones de Higo seco- Argentina – 2004/2011

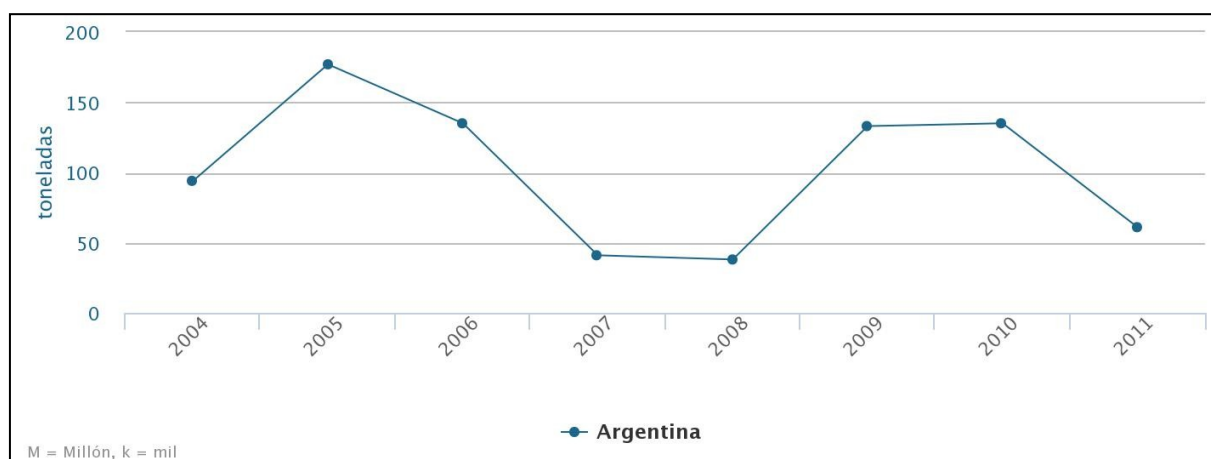


Figura 7. (Fuente: FAOSTAT)

### Importaciones de Higo seco- Argentina – 1990/2011

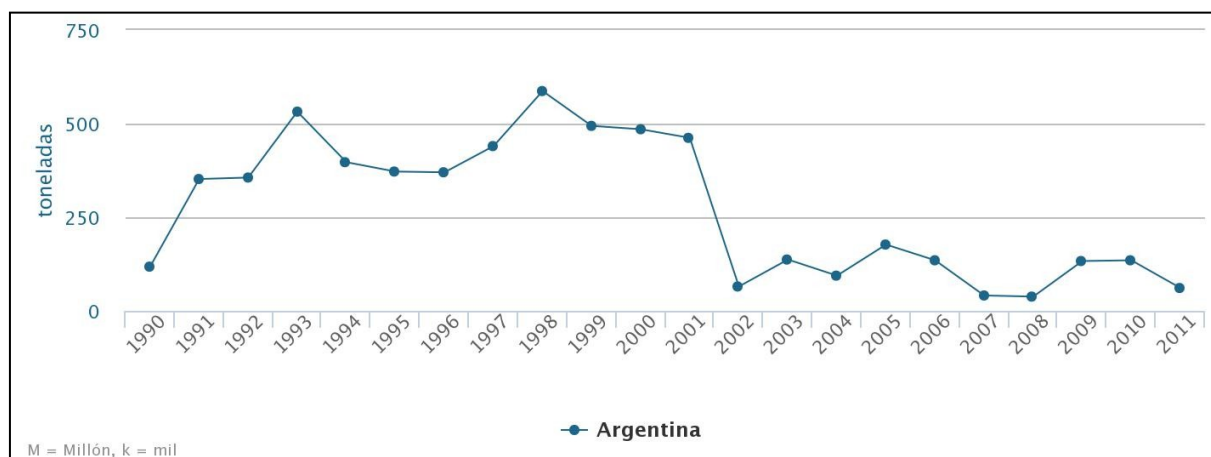


Figura 8. Importaciones de higo seco de Argentina desde 1990 hasta 2011. (Fuente: FAOSTAT)

### 1.5- Situación actual del cultivo y perspectivas futuras en el territorio nacional

Si bien la producción de higos resulta ser una alternativa rentable para los productores de la provincia de Santa Fe, esta presenta importantes inconvenientes en la poscosecha ya que los higos completamente maduros y frescos son suaves, fácilmente magullables y altamente perecederos (Hardenburg *et al.*, 1988). Esto determina la importancia de que existan rápidos canales de comercialización que aseguren cuidados rigurosos en la manipulación del producto para disminuir al máximo las pérdidas.

Es un producto muy perecedero, esto se debe en gran parte a su elevado contenido de humedad, ya que este es un factor indicativo de la propensión al deterioro en los alimentos por factores tales como la fermentación y el ataque de microorganismos.

A medida que se incrementa el tiempo que media entre que el producto es cosechado y su consumo, este pierde calidad en sus características organolépticas, nutricionales y sanitarias.

La máxima calidad de un producto frutihortícola es la que éste presenta en el campo, todas las prácticas realizadas con los productos deben estar dirigidas a conservarlos en buen estado durante la cosecha, poscosecha y desde luego hasta que el producto llegue a manos del consumidor final.

El hecho de que este producto presente grandes pérdidas de calidad en un corto lapso de tiempo conlleva a que el productor tenga grandes desventajas a nivel comercial debido a una pérdida de competitividad en el mercado, ya que, al verse obligado a vender su producto rápidamente no podrá ejercer presión sobre el precio percibido por el mismo.

La posibilidad de producir higos con el fin de ser industrializados, para la producción de dulces y deshidratados entre otros, permite a los productores contar con un mayor poder de negociación de su producción además de incrementar la estabilidad de su sistema productivo mejorando los márgenes de ganancia. Esto puede ser determinante para que, en caso de adoptar nuevas tecnologías como por ejemplo el deshidratado de los frutos, tenga mayor competitividad en el mercado, además de proporcionar valor agregado a su producción.

Si bien, actualmente la producción se comercializa en fresco, existe un importante mercado donde vender la producción de higos ya sea como dulces e higos deshidratados con los que se elabora el pan de higo. (Gariglio *et al.*, 2013).

En la actualidad, prácticamente la totalidad del higo que importa Argentina es desecado, alcanzando a una cantidad de 61 Mg. en el año 2011 según datos de la FAO y habiendo sido mucho mayor en años anteriores (FAOSTAT, 2011) tal como lo muestra la Figura 8. Esto deja en evidencia que existe en el mercado argentino un nicho para la comercialización de higos deshidratados (Justo, 2005). El mercado interno en Argentina no está abastecido según su demanda de higos frescos, secos y otros subproductos (Gariglio, 2014, comunic. pers.). Es por ello que las importaciones alcanzaron valores de 500 toneladas anuales durante los años 2002 y 2003 (Figura 8), siendo los principales países abastecedores Turquía y Chile. Por todo lo dicho, se puede determinar que existe una demanda insatisfecha que puede ser cubierta por la producción local mediante la implementación de las tecnologías adecuadas tanto en el manejo del cultivo como en el posterior proceso de industrialización del producto.

Si se considera una media de 5 Mg. por año de exportación de higo seco, tal como se presentan en los últimos dos años graficados en la Figura 6 (año 2010 y 2011) y teniendo en cuenta que la producción media del cultivo es de 10 Mg/ha. y que el rendimiento del proceso productivo de deshidratado es de 6:1 (Kg. fresco: Kg. Seco), se estima que se destinan 30 Mg. de higo fresco para producir el higo seco exportado de por el país, esto significaría destinar una superficie de producción de aproximadamente 3 hectáreas lo cual indica que los valores de exportación son muy bajos y que existe un importante potencial de crecimiento.

Los higos para mercado fresco se deben cosechar casi al llegar a madurez completa para que sean de buena calidad para el consumo. El sabor es marcadamente influenciado por la etapa de madurez, ya que los higos sobremaduros pueden resultar indeseables debido a la producción de sub-productos de la fermentación (Crisosto *et al.*, 2012).

Para la obtención de productos elaborados a partir del higo tales como, pulpa, bocadillo, néctar y mermelada, lo más adecuado es utilizar fruta con un grado de madurez intermedia (con consistencia firme) para facilitar su procesamiento y lograr una mayor estabilidad del producto terminado (Flores Mora y Jiménez Bonilla, 2007).

Teniendo en cuenta esto, se puede considerar la posibilidad de adaptación del manejo del cultivo para realizar la cosecha de la fruta con destino industria con un menor grado de madurez y lograr así disminuir el porcentaje de pérdida de fruta sobremadura.

## **1.6- Índices de madurez y de calidad**

El higo es un fruto climatérico, consecuentemente presenta la aptitud de continuar su maduración aún separado de la planta, siempre que haya alcanzado un estado fisiológico que asegure la producción de etileno autocatalítico.

En higo, el *color de piel y la firmeza de la pulpa*, son índices de madurez y cosecha confiables ya que están muy relacionados con la calidad del producto y su vida en poscosecha.

Para mercado fresco se deben cosechar casi al alcanzar la madurez completa para que tengan buena calidad para el consumo. El sabor es marcadamente influenciado por la etapa de madurez, ya que los 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, tallos deshidratados, insectos, y pudriciones.

Para la obtención de productos elaborados a partir del higo tales como: pulpa, bocadillo, néctar y mermelada, lo más adecuado es utilizar fruta con un grado de madurez intermedia

(con consistencia firme) para facilitar su procesamiento y lograr una mayor estabilidad del producto terminado.

### 1.7- Poscosecha

La poscosecha se refiere al conocimiento de los principios básicos que regulan el comportamiento del producto cosechado y a la tecnología de manejo necesaria para su adecuada conservación en estado natural, teniendo como objetivo fundamental el mantenimiento de la integridad física y la calidad del producto fresco.

En relación con los principios básicos se tiene que todas las frutas y hortalizas son entes vivos por lo cual realizan funciones fisiológicas como respiración, transpiración, fotosíntesis y liberación de etileno por lo que durante el período posterior a la cosecha es necesario controlar estos procesos para garantizar una mayor vida en poscosecha. Las técnicas que permiten controlar y/o retrasar los procesos fisiológicos van desde la refrigeración, uso de películas plásticas, envases y transportes adecuados, control de humedad relativa, control de enfermedades, plagas y fisiopatías así como atmósferas controladas.

Dada la sensibilidad del higo a la manipulación, no se le realiza ningún tipo de tratamiento, como lavado, cepillado, u otro tratamiento que altere la integridad de su epidermis. Simplemente se somete al fruto al proceso de selección por calibre y se recomienda el enfriado mediante aire forzado a 0 °C para prolongar su vida en poscosecha.

Durante el periodo de maduración de los frutos climatéricos, tanto en precosecha como en poscosecha, la tasa respiratoria y la tasa de producción de etileno se incrementan a medida que aumenta la temperatura ambiente (Tablas 2 y 3).

<u>Temperatura</u>	
<u>°C</u>	<u>Mi CO<sub>2</sub>/kg.h</u>
<u>0</u>	<u>2 - 4</u>
<u>5</u>	<u>5 - 8</u>
<u>10</u>	<u>9 - 12</u>
<u>20</u>	<u>20 - 30</u>

Tabla 2: Tasa respiratoria (mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) en para higo en función de la temperatura de almacenamiento.

<b>Temperatura</b>	0 °C	5 °C	10 °C	20 °C
<b>ul C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/ kg.h</b>	0,4 – 0,8	08 – 1,5	1,5 – 3,0	4,0 – 6,0

Tabla 3: Tasa de producción de etileno ( $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) en función de la temperatura de almacenamiento.

### **1.8- Almacenamiento**

Las condiciones óptimas para maximizar el tiempo de vida de los higos en almacenamiento son:

- Temperatura: -1 °C a 0 °C Se recomienda un enfriado inmediato mediante aire forzado a 0 °C.
- Humedad Relativa: 90-95%.

Los frutos refrigerados a temperaturas entre 0 y 2 °C se conservan hasta un mes. Los higos congelados en conjunto duran varios meses.

### **Efectos de Atmósferas Controladas (AC)**

Combinaciones de 5-10% oxígeno y 15-20% dióxido de carbono 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 óptima depende del cultivar y de la etapa de madurez en el momento de la cosecha, variando por ejemplo, entre 1 y 2 semanas en aire y entre 3 a 4 semanas en AC para higos ‘Black Mission’ y ‘Calimyrna”, producidos en California.

### **1.9- Fisiopatías y Daños Mecánicos**

Las heridas provocadas por pájaros, insectos, granizo, cicatrices por rozamientos y quemadura de sol, no solo desmerecen la calidad del producto, también disminuyen su vida útil al favorecer el desarrollo de podredumbres.

El higo es un fruto muy sensible a los daños mecánicos por lo que se sugiere su empaque en cajas de cartón para evitar la ruptura de la epidermis por manejo inadecuado (Figura 9).





Figura 9: Empaques utilizados para la comercialización de higo en fresco, consistente en una bandeja de cartón con placas alveoladas para evitar el dañado de la fruta.

El uso inadecuado de las técnicas postcosecha puede propiciar daños como fisiopatías y daños físicos. Por ejemplo un almacenamiento prolongado en AC puede ocasionar la pérdida del sabor característico del fruto.

Debido al metabolismo fermentativo, el higo desarrolla sabores indeseables al exponerse a menos del 2 % de oxígeno y/o a más del 25 % de dióxido de carbono.

#### 1.10- Enfermedades

También es importante realizar un control adecuado de las condiciones de temperatura y humedad durante la postcosecha para evitar un medio favorable a la presencia de enfermedades tales como:

Pudrición de Alternaria (causado por *Alternaria tenuis*). Se manifiesta como manchas pequeñas y redondas, entre cafés y negras en la superficie del fruto. La presencia de grietas cuticulares lleva a una mayor susceptibilidad del fruto a la pudrición.

Pudrición del moho negro (causado por *Aspergillus niger*). Se evidencia como manchas oscuras o amarillentas en el tejido y sin síntomas externos. En etapas avanzadas, la piel y el tejido se ponen levemente rosados y a continuación se forma micelio blanco con masas de esporas negras.

Endosepsis o pudrición blanda (causada por *Fusarium moniliformis*). Se presenta en la cavidad del higo, haciendo que la pulpa se ponga blanda, acuosa y de color café, con un olor desagradable.

Acidosis (Souring) (causado por levaduras y diversas bacterias). Es un problema de precosecha que resulta del depósito de almidones y bacterias por insectos (como las moscas del vinagre) en los higos, llevando a la producción de olores alcohólicos o acéticos.

Con el fin de evitar los daños provocados por estas enfermedades pueden realizarse tratamientos poscosecha con distintos fungicidas que mejoran la conservación.

Una característica morfológica indeseable en los higos es el ostiolo abierto, que es una característica propia de algunas variedades (Brown Turkey) ya que favorece el ingreso de microorganismos, provocando rajaduras en la base del fruto y dificultando el almacenamiento por desarrollo de podredumbres.

Para el control de las enfermedades en poscosecha es aconsejable previamente realizar un adecuado control de insectos y enfermedades en precosecha, la limpieza estricta de contenedores para la cosecha y el transporte, un manejo cuidadoso del producto para minimizar las rozaduras, grietas y otros daños físicos y un enfriado rápido a 0 °C manteniendo posteriormente la cadena de frío durante el trayecto completo hasta el consumidor.

## **2- Valor agregado de la producción de higos**

El agregado de valor de un producto se refiere al incremento en valor económico que adquiere el mismo al ser sujeto a una transformación durante su proceso productivo. La importancia de incentivar el agregado de valor de la producción regional no solo se basa en la mejora de los indicadores productivos sino también el grado de desarrollo que se genera en las comunidades. Por ese motivo, el agregado de valor en origen supone una vía de integración vertical, que sostiene a la familia rural en la actividad, asociada a sus pares para avanzar en los eslabones de mayor rentabilidad.

Los procesos de industrialización de lo rural, llevados adelante por PYMES organizadas en torno al productor y su núcleo familiar, representan una gran oportunidad para el arraigo y la ocupación del territorio, organizado en torno a actividades de agregación de valor que generan riqueza para la comunidad. La nueva forma de asociativismo implica la distribución equitativa y con inclusión de la renta agroindustrial creada (INTA, 2013).

En el caso particular de higo, el agregado de valor puede ser realizado a través de la utilización de diferentes tecnologías a los fines de lograr un producto final transformado (Tabla 4).

<b>Producto</b>	<b>Descripción</b>
Mermelada de higos	Conserva de fruta troceada y cocida en azúcar
Higos en almíbar	Conservas de frutas enteras o en trozos en un medio acuoso azucarado
Higos cristalizados	Higos secos y azucarados por medio de inmersiones sucesivas en jarabe azucarado
Bombón de higo, pan de higo, yogurt y helado de higo	Elaborados con pasta de higos (higos secos rehidratados y triturados)
Vinagre balsámico de higo	Fermentado de mosto de higos
Jugo de higo	Triturado del fruto fresco y posterior extracción del jugo
Café de higo	Formulado a base de la molienda y torrado de higos secos. Se consume como infusión.
Aguardiente de higo	Destilación del fermentado de higos secos con una levadura del género <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Posee elevada graduación alcohólica. (40% v/v)

Tabla 4: Algunos productos elaborados a partir del higo mediante el agregado de valor a través de diferentes tecnologías de transformación.

Aparte de las alternativas presentadas anteriormente, y considerando su importancia para la conservación en postcosecha, como así también por tratarse de un agregado de valor que permite obtener un producto final o intermediario como materia prima para otros usos industriales, a continuación se desarrollará específicamente las tecnologías de transformación asociadas a la deshidratación de los higos.

### **3- Higos deshidratados**

#### **3.1- El proceso de deshidratación**

El deshidratado de alimentos es uno de los métodos de conservación más antiguos conocidos y consiste en la eliminación total o parcial del contenido de agua del material que la contiene. Este proceso conlleva una apreciable reducción del peso y volumen de los alimentos que se deshidratan, consiguiéndose así una importante reducción de los costos de transporte y almacenamiento de esos productos (Doymaz, 2004).



Figura 10: Escena de cañizos de higos puestos a secar directamente al sol (Fuente: <http://mesa-revuelta.blogspot.com.ar>)

Aunque el contenido en humedad en un alimento puede ser un factor indicativo de su propensión al deterioro, también se ha observado que diferentes alimentos con el mismo contenido de humedad pueden ser muy diferentes en su estabilidad por lo que este índice resulta insuficiente para indicar lo precedero de un alimento al no tener en cuenta las interacciones del agua con otros componentes del mismo. Por esta razón, el primer objetivo de la operación de secado en cuanto a aumentar la estabilidad del producto se define en términos de depresión de la actividad agua y no en términos de disminución del contenido de humedad.

La **actividad acuosa** ( $a_w$ ) mide la relación entre la presión de vapor de un alimento y la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura. Este parámetro indica la humedad libre que en condiciones normales puede intercambiarse con el medio ambiente, por lo tanto permite determinar la capacidad de conservación los alimentos.

Se ha demostrado que la  $a_w$  es un factor clave para el crecimiento de los microorganismos, la producción de toxinas y la resistencia al calor. En alimentos deshidratados, lo ideal es lograr y mantener una  $a_w$  por debajo de 0,6 para evitar el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias (Fig. 11).

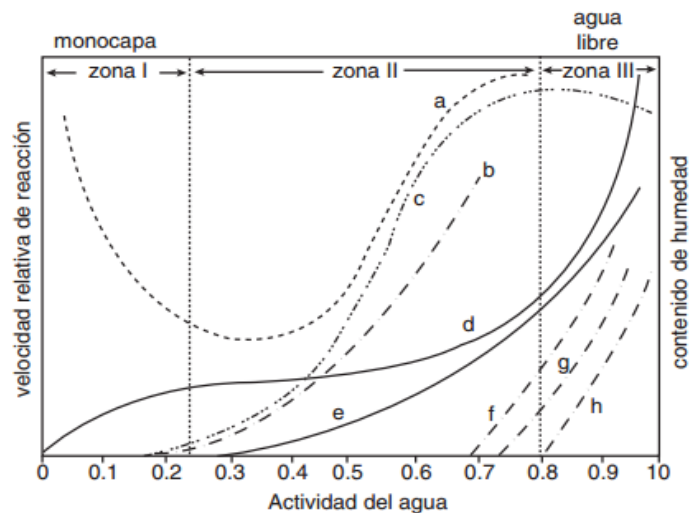


Figura 11: Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad agua. a) Oxidación de lípidos; b) reacciones hidrolíticas; c) oscurecimiento no enzimático; d) isoterma de adsorción; e) actividad enzimática; f) crecimiento de hongos; g) crecimiento de levaduras y h) crecimiento de bacterias. (Fuente: Badui Dergal, 2006).

Además la  $a_w$  juega un papel de suma importancia en la estabilidad química y la calidad de los alimentos. Por ello, ajustándola y eligiendo el envase adecuado puede alargarse la vida útil de un alimento sin necesidad de refrigeración durante el almacenamiento.

A medida que se extrae la humedad del alimento, comienza a incrementarse la cantidad de energía necesaria para extraerla. Esto se debe a que el agua contenida dentro de los alimentos se encuentra ligada a las moléculas de los sólidos en mayor o menor medida dependiendo de varios factores como el contenido de sólidos solubles totales, el contenido de fibra, entre otros.

Otro aspecto de interés a considerar es el contenido de **agua libre**, siendo la misma la que se encuentra unida por fuerzas de capilaridad que posee alta capacidad solvente, es congelable y su retención depende del pH y de las sales presentes en la materia.

El **agua débilmente ligada**, es una multicapa deshidratable, puede iniciar reacciones químicas como solvente.

El **agua ligada** es la que se encuentra fuertemente unida a los solutos por lo tanto es difícil de eliminar, es una monocapa sin capacidad solvente y no es extraída de los alimentos durante el proceso de deshidratado.

En los fenómenos de secado, la psicrometría es de gran importancia ya que se refiere a las propiedades de la mezcla de aire-vapor que controla la velocidad de secado. Cuando se proporciona un suministro adecuado de calor para el secado, la temperatura y la velocidad a la

que se produce la vaporización del líquido dependerá de la concentración de vapor en la atmósfera circundante (Hii *et al.*, 2012).

En las curvas de secado de higos al sol se observa que la tasa de humedad decrece continuamente con el tiempo de secado (Figura 12). Tal como es indicado en estas curvas, no hay un período de velocidad constante en el secado de los higos. Todo el proceso de secado se produce en un rango de velocidad decreciente, a partir del contenido inicial de humedad ( $74 \pm 0,5\%$ , base húmeda) hasta el contenido final de humedad ( $25 \pm 0,5\%$ , base húmeda). Durante el período de velocidad decreciente la superficie del material ya no está saturada con agua y la velocidad de secado es controlada por difusión de la humedad desde el interior del sólido a la superficie (Doymaz, 2004).

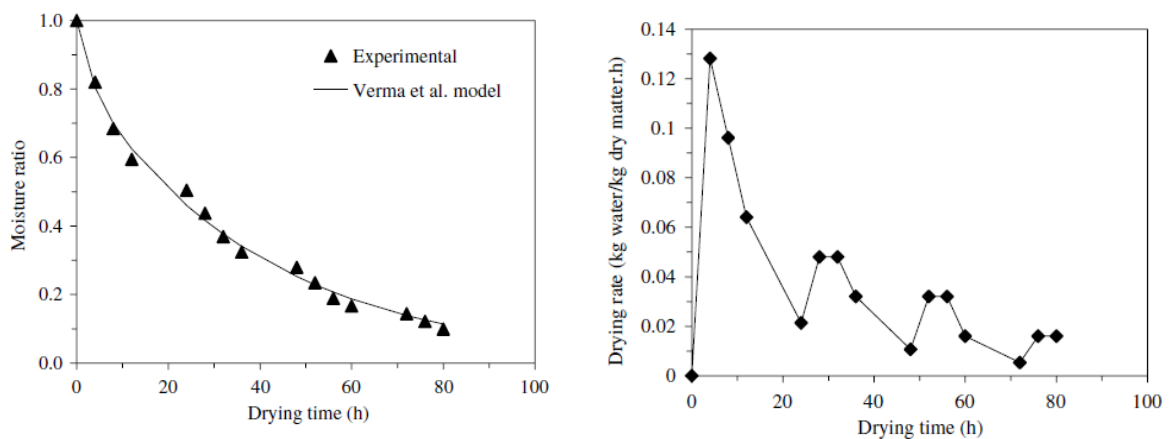


Figura 12: Izquierda: Rangos de humedad simulada y determinada experimentalmente de higo en función del tiempo de secado; Derecha: cambios en la tasa de secado en función del tiempo de deshidratación (Fuente: Doymaz, 2004)

El movimiento de humedad dentro de los sólidos resulta de un gradiente de concentración, el mismo es dependiente de las características del sólido que puede ser poroso o no. Así es que, la estructura del sólido determina el mecanismo por el cual puede producirse el flujo del líquido interno el cual puede ocurrir por:

- ***Difusión*** en sólidos continuos y homogéneos
- ***Flujo capilar*** en sólidos porosos y granulados
- Flujo causado por ***encogimiento*** y ***gradientes de presión***
- Flujo causado por ***gravedad***
- Flujo causado por una secuencia de ***vaporización-condensación*** (Hii *et al.*, 2012).

Los higos contienen más de un 80% de agua en su composición por lo que es de esperarse una importante reducción en su tamaño y peso luego del proceso de deshidratado. La magnitud de esta reducción dependerá del método que se utiliza para el deshidratado y de los pre-tratamientos que se le realicen al producto (por ejemplo deshidratado omótico).

Durante el proceso de secado se puede provocar cambios indeseables en los alimentos. El tamaño y la forma pueden cambiar considerablemente de manera que cuando se reconstituye el alimento este no recupera su forma y tamaños originales. Los cambios de color y textura también pueden darse debido a la exposición durante el secado a altas temperaturas, cambios que perduran después de la reconstitución.

Estos cambios en las características físicas, químicas y biológicas de los productos alimenticios se producen durante el procesamiento, almacenamiento y distribución por lo tanto, para evaluar su estabilidad, es necesario el conocimiento de las isothermas de sorción de agua. Las isothermas de sorción son una importante herramienta para predecir las interacciones entre el agua y los componentes de los alimentos, describen la relación entre la  $a_w$  y el contenido de humedad de equilibrio de los productos alimenticios. Estas son representadas gráficamente mediante la relación entre el contenido de humedad a la correspondiente  $a_w$  dentro de un rango de valores a temperatura constante. En la Figura 13 se presentan las isothermas de absorción y desorción, de las cuales puede deducirse la existencia de una ligera histéresis en la re-absorción de agua cuando el producto ha sido desecado (Hii *et al.*, 2012).

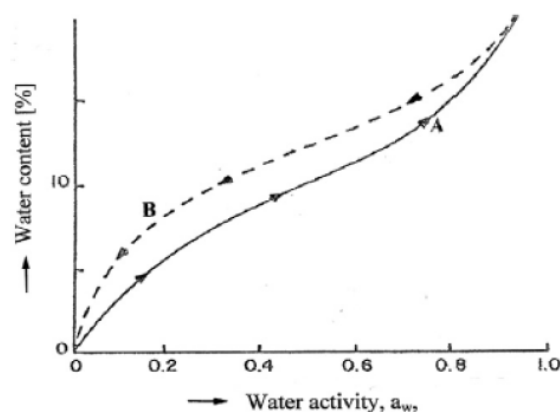


Figura 13: Isothermas de sorción, determinadas por las curvas de absorción (A) y de desorción (B) (Hii *et al.*, 2012).

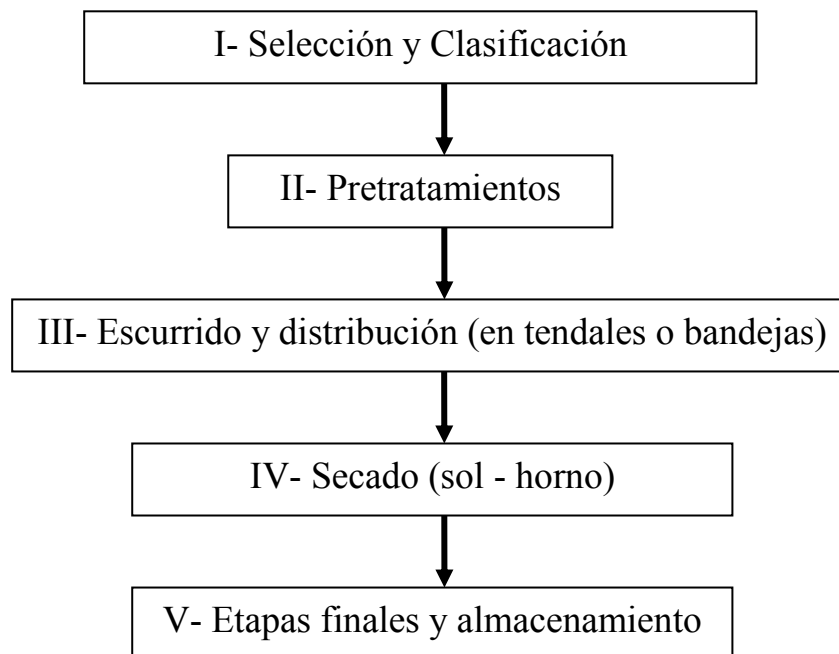
Los cambios de sabor y aroma de los productos deshidratados se deben fundamentalmente a la pérdida de componentes volátiles durante el proceso, también al desarrollo de sabores y aromas típicos de productos cocidos provocados por las altas temperaturas. Estos cambios son tanto mayores cuando más altas son las temperaturas utilizadas y/o cuanto mayor es el tiempo

de secado pudiendo minimizarse utilizando métodos de secado que impliquen el uso de temperaturas moderadas o bajas.

Las temperaturas elevadas si bien reducen el tiempo de secado, pueden acelerar los procesos de pardeamiento, pérdidas de vitamina C y además producen deformaciones pronunciadas en los trozos de la fruta (Vázquez, 1997).

### 3.2- Operaciones y proceso para la deshidratación de higos

A continuación se presenta un diagrama de flujo para describir la secuencia de tareas necesarias a realizar para la obtención de higos deshidratados:



#### I- SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Los frutos utilizados para su deshidratado deben poseer ciertas características que determinantes para la calidad del producto final obtenido, entre ellas se pueden mencionar algunos índices de madurez tales como la firmeza de los mismos, los grados Brix que es una medida de los sólidos solubles que contiene el fruto, y en el caso de los higos ese valor al momento de cosecha es próximo a los 30 °Brix.

La selección es el primer paso a realizar en el proceso de deshidratado de los higos. Es de gran importancia porque es un factor que se encuentra muy relacionado con la calidad del producto final. En la selección deben eliminarse los frutos infestados con insectos u hongos, manchados, dañados, deformes o con cualquier otro defecto.



La clasificación en tamaños se realiza bajo el criterio de que necesitamos obtener un producto terminado de óptima calidad, pues al realizar la clasificación de esta manera nos permite determinar tiempos base para cada una de las etapas en el proceso de elaboración y por lo tanto se puede obtener un producto homogéneo (Garcés Narváez y Terán Narváez, 2003).

## **II- PRETRATAMIENTOS**

Los pretratamientos que se realizan sobre el producto a deshidratar persiguen varios objetivos (Piga *et al.*, 2004), entre los cuales se puede mencionar:

- la eliminación o desgaste de barreras naturales a la pérdida de humedad (pieles gruesas, pruina, vellosidad).
- evitar los cambios indeseables en el aspecto del producto final (pardeamiento enzimático y no enzimático).
- obtener como resultado un menor tiempo en el proceso de deshidratado
- aumentar el contenido de sólidos solubles totales.

Pueden realizarse distintos pretratamientos teniendo en cuenta las características del producto en fresco, el método de secado a utilizarse posteriormente y la calidad de producto que se desea obtener.

A continuación se describen algunas alternativas de pretratamientos que son utilizados en higos, dentro de un proceso puede utilizarse uno de ellos, varios o ninguno (como es el caso de secado al sol sin pre-tratamientos):

### **II.1 Escaldado o Blanqueado**

El escaldado o blanqueado consta de la inmersión del producto en agua a temperaturas cercanas al punto de ebullición o la exposición a vapor de agua por un lapso que no debe superar un minuto de tiempo para así evitar posibles cambios indeseados en la fruta tales como: cambios de textura, color, sabor, aroma o modificación físico-químicas de la naturaleza de los nutrientes (Urfalino, 2014). El uso de este pretratamiento puede combinarse con otros tales como el sulfitado o la inmersión en ácidos orgánicos para mejorar su eficiencia.

Con este pretratamiento se busca aumentar la permeabilidad de la superficie de la fruta provocando micro heridas en la piel y eliminando las capas cerosas para mejorar así la evaporación del agua (Piga *et al.*, 2004) y por ende aumentar la velocidad y eficiencia de deshidratación (Figura 14). Al comparar el contenido de agua en relación a la materia seca de

la fruta con el tiempo de deshidratado se puede observar un notable aumento en la pérdida de humedad.

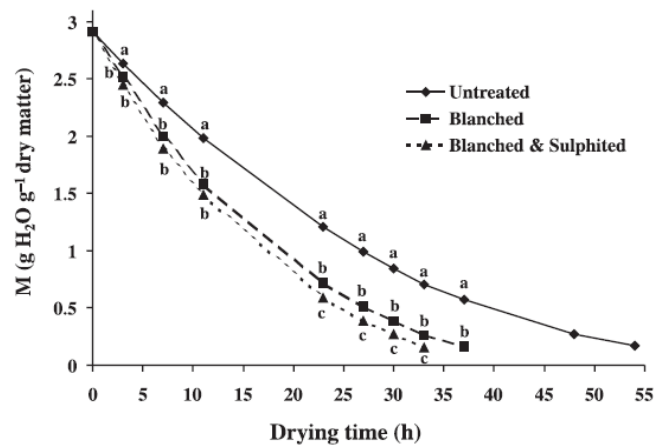


Figura 14: Influencia de diferentes pre-tratamientos (Testigo, Blanqueo y Blanqueo +sulfitado) en la cinética del secado de higos. Relación entre M ( $\text{g H}_2\text{O g}^{-1}$  materia seca) vs. tiempo de secado (h). (Piga *et al.*, 2004)

Además de lo mencionado anteriormente puede mencionarse como beneficios de este pretratamiento: la inactivación de las enzimas que provocan el pardeamiento, la eliminación de gases superficiales o intercelulares que disminuyen la velocidad de deshidratado, la reducción de la carga inicial de microorganismos (hongos, bacterias y levaduras) y si es bien utilizado puede mejorar la coloración, textura, sabor y aroma del producto (Urfalino, 2014).

## II.2 Deshidratado Osmótico

La deshidratación osmótica refiere al proceso de ósmosis para la eliminación del agua interna de la fruta y el incremento en sólidos solubles totales (SST). Para ello se cubre la fruta con azúcar o se la sumerge en una solución hipertónica durante un determinado lapso de tiempo y luego de escurrirla y enjuagarla se procede al deshidratado.

Para mejorar los resultados se suele aumentar la temperatura de la solución y removerla para aumentar el intercambio osmótico.

A partir de datos experimentales se ha observado que el contenido de humedad de los higos luego del tratamiento de deshidratación osmótica se encuentra estrechamente relacionado con el contenido de SST de los mismos (Silva *et al.*, 2013).

En la cinética del secado convectivo de los higos no se verifican diferencias significativas en el tiempo final de secado entre los higos no tratados y los deshidratados osmóticamente. Sin embargo, la reducción del tamaño es considerablemente menor en los higos tratados

osmóticamente (Silva *et al.*, 2013). Esto significa que se obtienen rendimientos productivos mayores debido a que se puede lograr un adecuado nivel de  $a_w$  con un mayor porcentaje de humedad final, ya que el agua contenida en el material se encuentra ligada al mismo y no permite la actividad microbiológica que podría desmejorar la calidad del producto. El uso de tratamientos osmóticos permite la obtención de higos más blandos que mediante el uso de secado convectivo sin este pretratamiento (Silva *et al.*, 2013).

### **II.3 Baños de inmersión**

Los baños de inmersión pueden realizarse soluciones con ácidos orgánicos, con surfactantes o en soda cáustica.

#### **II.3.1 Ácidos orgánicos**

Tanto el ácido cítrico como el ácido ascórbico tienen un efecto de conservación del color natural de ciertas frutas que fácilmente sufren del oscurecimiento enzimático al reducir las reacciones de oxidación. En algunos productos puede ser aplicado en vez del sulfitado a pesar de que no tiene la misma eficiencia (Almada, *et al.*, 2005). Debe tenerse en cuenta que debido a su bajo pH, el uso de ácidos puede alterar en alguna medida el sabor del producto final, esto puede afectar en mayor o menor medida la calidad final dependiendo del producto de que se trate, ya que por ejemplo, en manzanas deshidratadas es deseable un cierto grado de acidez.

#### **II.3.2 Con surfactantes**

Los baños de inmersión en soluciones con metil o etil oleato producen un incremento en la velocidad de deshidratado ya que afectan la permeabilidad de la piel de los frutos por eliminar las serosidades.

#### **II.3.3 En soda cáustica**

La piel de los higos se presenta como una barrera para la pérdida de humedad durante el proceso de deshidratado, por lo tanto, es necesario realizar algún tipo de pretratamiento que aumente la permeabilidad de la piel para así poder mejorar la eficiencia del proceso tanto en tiempo como en calidad final del producto.

El baño alcalino mediante una solución con NaOH sirve para eliminar en gran parte la pruina o capa cerosa que recubre la piel; a la vez que produce pequeñas rajaduras en la piel, lo que facilita la desecación y disminuye el tiempo de secado.

Las distintas variedades de higo poseen diferentes características constitutivas que hacen que varíe el tratamiento al que deban ser sometidos respecto al tiempo y la temperatura y concentración de la solución.

Si se sobrepasa la concentración de las soluciones puede afectarse el sabor del producto. Concentraciones y tiempos menores no influyen significativamente en el ahorro de tiempo en el secado y después de la deshidratación se obtiene un producto opaco, duro corchoso y no uniforme.

A tiempos mayores de los adecuados de inmersión puede pelarse parcialmente la piel del higo, ablandando su textura, haciendo muy difícil su manipuleo, además de ocasionar pérdida de miel por transpiración y por consiguiente pérdida de sabor (Garcés Narváez y Terán Narváez, 2003).

#### **II.4 Sulfitado**

La adición de sulfitos inhibe las reacciones de oscurecimiento de los productos a deshidratar actuando sobre los azúcares. La forma más segura de realizar el sulfitado de la fruta es la inmersión del producto en una solución acuosa de metabisulfito de sodio o potasio pero también suele realizarse mediante el quemado de azufre dentro de estructuras preparadas para que la fruta tome contacto con el gas generado en este proceso ( $\text{SO}_2$ ). Como el azufre en concentraciones elevadas es tóxico, hay que cuidar bien la dosis. Las normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) fijan la concentración máxima de azufre en un producto deshidratado a 0,05 % (Almada *et al.*, 2005).

Al realizar el sulfitado debemos controlar la concentración de la solución a utilizar y teniendo en cuenta el destino de la producción y el tiempo que tendremos almacenado el producto. Ya que si bien los distintos mercados tienen límites en la presencia de residuos de sulfitos en el producto a comercializar (1000 ppm según el Código Alimentario Argentino para mercado interno), también debemos tener en cuenta que se produce una degradación del producto a medida que pasa el tiempo de almacenaje.

Los sulfitos presentan numerosas propiedades como conservante ya que preserva la textura, el color y las vitaminas, reduce el pardeamiento enzimático, elimina gases intercelulares y es un excelente fungicida e insecticida (Urfalino, 2014).

### III- ESCURRIDO Y DISTRIBUCIÓN

Una vez realizado el lavado de la fruta, la selección, clasificación y los pretratamientos que se decidan realizar sobre el producto, se procede al escurrido y distribución del material a deshidratar, esto dependerá del método de secado que se realice.

Si se realiza secado solar, la distribución del material depende de la constitución del mismo, pudiendo ser sobre el mismo piso en los playones de cemento, sobre las camas de piedra, en esteras de caña, mallas o bandejas de distintos materiales (plástico, madera u otro).

Los hornos deshidratadores poseen bandejas propias para su diseño y funcionamiento. Pudiendo variar en tamaños según la escala de producción, formas y materiales.

### IV- SECADO

Las dimensiones de las instalaciones utilizadas para el secado de alimentos varían desde pequeños secadores solares hasta grandes y sofisticadas instalaciones industriales.

La radiación solar en forma de energía térmica es un recurso alternativo de energía para el secado de frutas, vegetales, granos y otro tipo de materiales. Este procedimiento es especialmente aplicable en el llamado "cinturón soleado" en todo el mundo, es decir, en las regiones donde la intensidad de la radiación solar es elevada y su duración es prolongada.

El secado por energía solar es un procedimiento bastante económico para los productos agrícolas, especialmente para cantidades moderadas y pequeñas de productos. Aún se utiliza para secado doméstico y a pequeña escala comercial de productos agrícolas y alimenticios como frutas, verduras o hierbas aromáticas, contribuyendo significativamente a la economía de granjas y pequeñas comunidades agrícolas (Hii *et al.*, 2012).

Hoy en día un creciente volumen de la producción total de higos es secada artificialmente por convección forzada en sistemas mecánicos de secado por aire caliente (Babalís, *et al.*, 2005). Estos sistemas poseen importantes ventajas en comparación con el secado al sol (Piga *et al.*, 2004). Entre ellas se pueden mencionar:

- el proceso se realiza bajo mejores condiciones sanitarias por la reducción de la contaminación por polvo y otros materiales.
- los parámetros de secado pueden ser ajustados con precisión, controlados y modificados a lo largo de todo el tiempo de procesamiento, logrando un producto uniforme con menor degradación de la calidad.
- la deshidratación no es condicionada por la lluvia o los cambios climáticos.
- cuando se alcanza una tasa constante de deshidratación, aumentando el flujo de aire se pueden conseguir tiempos de secado más cortos.

- los costos en mano de obra son menores.

Sin embargo, desde el punto de vista de las distintas escalas de producción, la selección del mejor sistema para el deshidratado de la fruta obtenida se deberá evaluar considerando varios aspectos como el volumen de fruta, características cualitativas deseadas en el producto final, rendimiento esperado y expectativa de precio que se quiere alcanzar por el producto final. Existen diferentes métodos de secado, como la exposición solar directa, los desecadores solares, hornos solares, secadores activos y pasivos y hornos de deshidratación.

#### IV.1 Desecado con exposición directa al sol (Open to sun dryers)

La energía solar es una importante fuente de energía alternativa y es preferible frente a otras energías alternativas, ya que es abundante, inagotable y no contaminante. También es renovable, barata y amigable con el ambiente (Doymaz, 2004).

La deshidratación al aire libre, es el procedimiento más económico y fácil de secado. Consiste en exponer los productos al medio ambiente donde el sol y el viento se encargan de secarlos.

El principio de funcionamiento del secado con exposición directa al sol se basa en la absorción de calor por radiación solar por parte del producto expuesto y su posterior deshidratación por pérdida de calor convectivo y evaporativo (Figura 15).

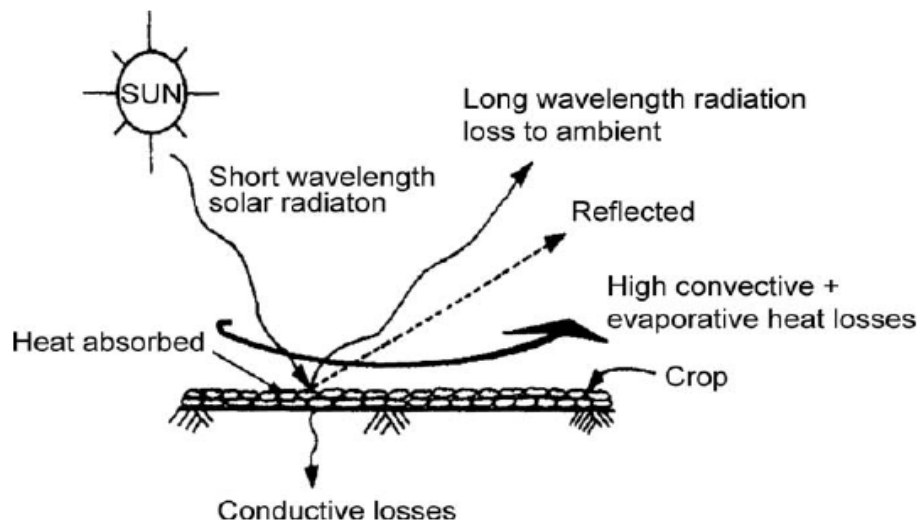


Figura 15: Principio de funcionamiento del secado a cielo abierto (Fuente: Hii *et al.*, 2012).

Este método de deshidratación puede realizarse en tendedores contruidos con maderas y alambres o mallas, sobre estera de caña, sobre cama de piedras cubiertas con malla o en playones de cemento (Figura 16).



Figura 16: Distintas alternativas para el secado al sol directo.

Desventajas de este método:

- exposición de los productos a agentes climáticos (variaciones de humedad y temperatura del día a la noche, lluvia, polvo ambiental, etc.).
- exposición a agentes bióticos (deyecciones de insectos, pájaros y roedores).
- inapropiada manipulación de los trabajadores del ámbito rural (no haber recibido instrucción sobre buenas prácticas de manufactura).
- manejo de los productos sobre superficies inadecuadas para uso alimentario (tablas de madera, piso de cemento, cama de piedras con malla, etc.).

Para optimizar el resultado del secado solar pueden utilizarse coberturas plásticas que produzcan un incremento en la temperatura de secado, de modo tal de acelerar el proceso y de proteger a la producción de las posibles inclemencias climáticas. Con el uso de estas cubiertas se debe asegurar la correcta ventilación ya que debe extraerse el aire cargado de humedad para asegurar un buen tiempo de secado y para evitar la posible condensación de agua en la superficie de la cubierta y el goteo sobre del producto.

Por lo general, la parte inferior de los tendedores permite el paso del aire que arrastra el aire caliente y húmedo del interior y este es expulsado por la salida que debe dejarse en la parte superior.

Al aire libre, la temperatura máxima a la que suele producirse el secado es de 45 °C, mientras que bajo cubierta plástica se incrementa a unos 66 °C. Éstas son temperaturas adecuadas para

evitar el pardeamiento no enzimático que se produce durante la deshidratación cuando las temperaturas se aproximan o superan los 80 °C.

#### IV.2 Desecadores solares (Natural-circulation solar-energy crop dryers)

Utilizar “secadores solares”, supone el empleo de equipos que permiten aprovechar la radiación solar y que preservan a los alimentos de los factores climáticos, así como de los animales (Vázquez *et al.*, 1997). Los agentes externos afectan a los alimentos allí depositados, pero en menor grado.

La deshidratación por hornos solares es un método más elaborado que el secado al aire libre, pero también posee algunas de las ventajas y desventajas del uso del sol como energía.

Estos hornos solares sufren variaciones importantes en su funcionamiento ya que su temperatura de trabajo se encuentra sujeta a las variaciones térmicas del sol.

Los costos de instalación, montaje y funcionamiento son muy bajos, al igual que los rendimientos de producto final obtenidos. Sirven para producciones artesanales, con cierta calidad artesanal y el alcance de este sistema solo abastece necesidades regionales. Respecto a la modalidad de secado, los hornos solares pueden clasificarse en:

##### IV.2.1 Hornos Solares de Tipo Directo (Direct Type):

En estos secadores, la humedad es extraída por el aire que entra en el armario desde abajo y se escapa a través de la salida superior, como se muestra en la figura. Dentro del gabinete secador, del total de la radiación solar que incide sobre la cubierta, una parte se refleja a la atmósfera y el restante se transmite dentro del gabinete. Una parte de la radiación transmitida se refleja luego de vuelta desde la superficie del cultivo y el resto es absorbido por la superficie del producto lo que provoca que su temperatura aumente y por lo tanto emite radiación de longitud de onda larga que no puede escapar a la atmósfera debido a la cubierta (Figura 17)

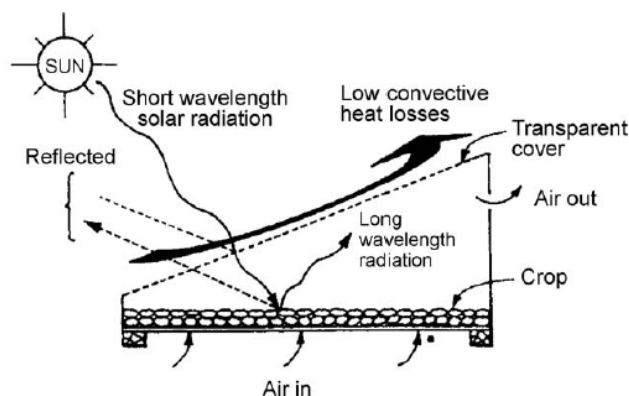


Figura 17: Principio de funcionamiento del secador solar directo (Fuente: Hii *et al.*, 2012).



#### IV.2.2 Hornos Solares de Tipo Indirecto (Indirect Type):

Sobre la base de la modalidad de secado (directa, indirecta ó mixta) los secadores solares pueden ser clasificados como: pasivos, si los cultivos se secan por choque directo de la radiación del sol con o sin circulación de aire natural y activos, donde el aire caliente de secado se hace circular por medio de un ventilador (convección forzada) (Hii et al., 2012).

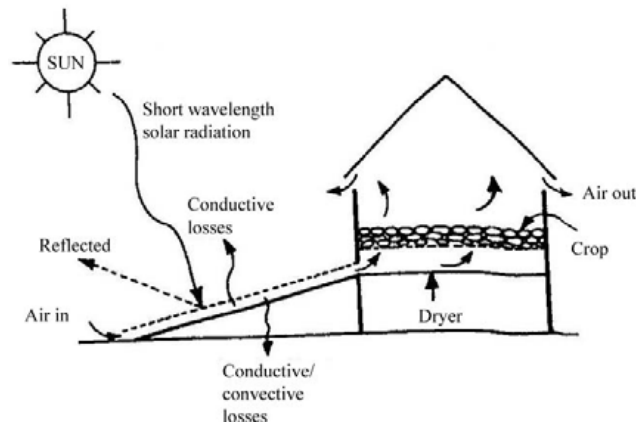


Figura 18: Principio de funcionamiento del secador solar indirecto (Fuente: Hii *et al.*, 2012).

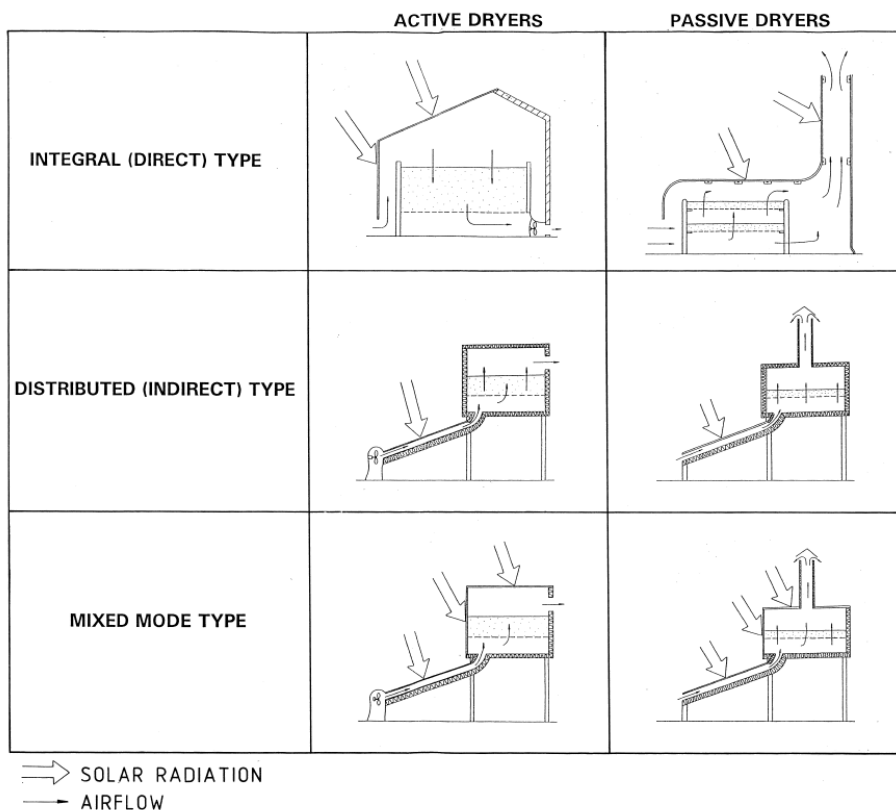


Figura 19: Detalle de secadores activos y pasivos, de tipos directos, indirectos y mixtos. Mediante la flecha gruesa se representa la radiación solar incidente y con la flecha fina el flujo de aire. (Fuente: Ekechukwu y Norton, 1999)

### IV.3 Sistemas de Secado Solar Pasivo (Passive Solar Drying Systems)

En los secadores solares pasivos, el aire se calienta y distribuye de forma natural por la fuerza de flotación, como resultado de la presión del viento o en combinación de ambos. Estos secadores son de constitución primitiva, de bajo costo de construcción, con materiales disponibles localmente, fáciles de instalar y de operar sobre todo en sitios lejos de la red eléctrica. Los secadores pasivos son los más adecuados para el secado de pequeños lotes de frutas y verduras (Hii *et al.*, 2012). Estos secadores pueden a su vez clasificarse en directos, indirectos ó mixtos.

#### IV.3.1 Secadores Pasivos Directos

Los secadores solares directos pasivos poseen una estructura que expone al producto a deshidratar a la radiación directa. Dentro de este tipo de secadores encontramos los de tipo *gabinete* y los de tipo *invernadero*.

##### IV3.1.1 Gabinetes solares pasivos

Estos secadores son unidades generalmente simples y de bajo costo que tienen altas aplicaciones para usos domésticos. Son adecuados para el secado de productos agrícolas, especias, hierbas, etc. y son construidos normalmente con un área de secado de 1 a 2 m<sup>2</sup> y capacidades de 10 a 20 Kg. El calor para el secado se transmite a través de la cubierta transparente y se absorbe en el interior por los productos expuestos. La circulación de aire requerida se mantiene dejando salir el aire caliente y húmedo a través de la ventilación superior gracias a la acción de las fuerzas de flotación y la generación de aspiración de aire fresco desde la entrada de la base porosa (Hii *et al.*, 2012.)



Figura 20: Detalle externo (izquierda) e interno (derecha) de un Gabinete Solar Pasivo Directo. (Fuente: [www.higosdealmoharin.com](http://www.higosdealmoharin.com))

#### IV.3.1.2 Secadores de Invernadero de Circulación Natural

También son llamados secadores de tiendas de campaña y son básicamente invernaderos modificados (Figura 21). Están diseñados con aberturas de tamaño y posición adecuada para tener un flujo de aire controlado. Se caracterizan por una amplia transmitancia por la cubierta transparente de polietileno (Hii *et al.*, 2012).

#### Secadores de Invernadero de Circulación Natural de pequeña y gran escala de producción

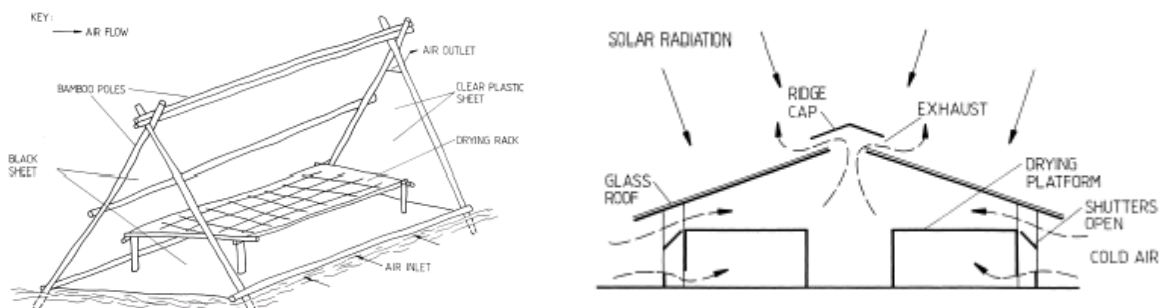


Figura 21: Tienda de polietileno de circulación natural (izquierda) y Secador Solar de techo de vidrio (derecha) (Fuente: Ekechukwu y Norton, 1999).

#### IV.3.2 Secadores Pasivos Indirectos

Estos secadores de tipo indirecto poseen colectores de energía solar y la convección del aire para el secado se produce en forma natural. Con el fin de aumentar la capacidad de secado, por lo general, operan con más de una capa de bandejas con cultivos dentro de la unidad de secado, las bandejas se colocan en bastidores verticales con un cierto espacio entre las bandejas consecutivas.

La resistencia adicional generada por el movimiento del aire, debido a esta disposición de las bandejas, se logra por el "efecto chimenea". El efecto chimenea aumenta el flujo vertical de aire como resultado de la diferencia de densidad del aire en el gabinete y el ambiente (Hii *et al.*, 2012).

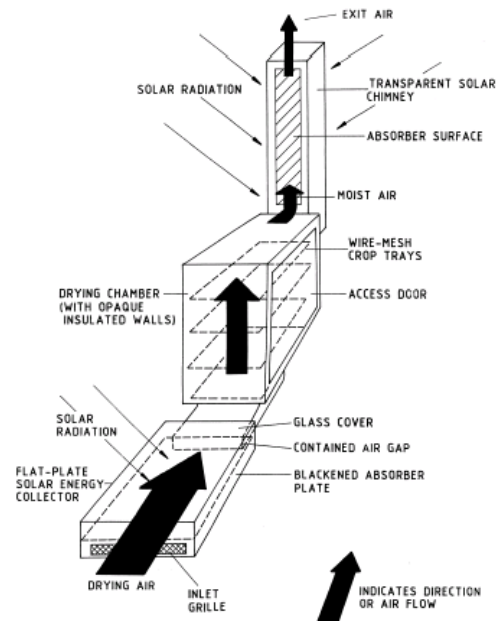


Figura 22: Secador Pasivo Indirecto con distribución de energía solar por circulación natural (Fuente: Ekechukwu y Norton, 1999).

### IV.3.3 Secadores Pasivos Mixtos

Estos secadores tienen las mismas características estructurales típicas que los secadores pasivos de tipo indirecto (un calentador solar de aire, una cámara de secado separada y una chimenea) y además tienen características de los de tipo directo, es decir, las paredes de la cámara de secado son transparentes (de vidrio o plásticas) para que la radiación solar incida directamente sobre el producto (Figura 23).



Figura 23: Aspecto que presenta un Secador Solar Pasivo Mixto (Fuente: <http://biorenaces.mx/>)

#### **IV. 4 Sistemas de Secado Solar Activos (Active Solar Drying Systems)**

Los sistemas de secado solar activos son diseñados incorporando medios externos, como ventiladores o turbinas, para mover la energía solar en forma de aire caliente desde el área del colector hasta las camas de secado. Todo secador solar activo es un secador de convección forzada.

Estos secadores encuentran importantes aplicaciones en las operaciones de secado comercial a gran escala en combinación con combustibles fósiles convencionales para tener un mejor control sobre el secado mediante el manejo del efecto de las fluctuaciones de la radiación solar en la temperatura del aire de secado (Hii *et al*, 2012).

Estos secadores pueden a su vez clasificarse en directos, indirectos ó mixtos.

##### **IV.4.1 Secadores Activos Directos**

Los secadores solares activos de tipo directo están diseñados con una unidad integrada de captación de energía solar en donde el cultivo absorbe la energía solar en forma directa. Dentro de estos secadores se pueden identificar 3 tipos: los secadores por absorción, por almacenaje y los de tipo invernadero (Hii *et al*, 2012).

En todos los casos el secado se realiza mediante la convección forzada por ventilación mecanizada.

##### **IV.4.2 Secadores Activos Indirectos**

Estos secadores activos poseen una unidad de recolección de calor y separada de ésta, una unidad de secado. Por lo general, se componen de cuatro componentes básicos como un colector solar de aire, una cámara de secado, un ventilador para la circulación del aire y las conducciones necesarias.

Debido a que la unidad de calentamiento de aire se encuentra separada de la unidad de secado, pueden obtenerse fácilmente temperaturas más altas con un control sobre la tasa de flujo de aire. Sin embargo, como la eficiencia operativa del colector disminuye a medida que las temperaturas aumentan, hay que determinar una tasa óptima de temperatura y flujo de aire para que el diseño sea rentable (Hii *et al*, 2012).

Esto también es afectado por el volumen de producto a secar. A medida que el volumen aumenta, se debe aumentar el tamaño del colector de calor para poder lograr una eficiente tasa de secado.

#### IV.4.3 Secadores Activos Mixtos

Los secadores solares híbridos combinan las características de la energía solar con alguna fuente auxiliar de energía y pueden funcionar en combinación o en modo autónomo con cualquiera de las fuentes de energía (Figura 24). Estos secadores en general son instalaciones medianas y grandes que permiten compensar las fluctuaciones de temperatura inducidas por las incertidumbres climáticas (Hii *et al.*, 2012).



Figura 24: Aspecto que presentan los colectores solares (izquierda) y las turbinas de impulsión de aire (derecha) en un sistema de secadores activos mixtos solar-gas (Fuente: Horno piloto INTA EEA Rama Caída).

#### IV.5 Hornos de deshidratado de mediana o alta producción

Los hornos de deshidratado utilizan una fuente de energía para la producción de la temperatura de deshidratado. La fuente de energía puede ser obtenida mediante la electricidad, la combustión de diferentes materiales (leña, gas u otros combustibles) o mediante microondas. Respecto a su constitución estos pueden ser denominados hornos de carros (Figuras 25 y 26) u hornos de cintas (Figura 27).



Figura 25: Aspecto que presenta un hornos de carros alimentado a gas de pequeña (izquierda) (Fuente: [www.dryingmachineschina.es](http://www.dryingmachineschina.es)) y mediana (derecha) escala de producción (Fuente: Horno piloto INTA EEA Rama Caída)



Figura 26. Perspectiva de un horno de gas de carros de alta producción (Fuente: Frutas Proa - Productos Andinos S.A. San Rafael, Mza.)



Figura 27: Detalles externos de un horno de desecado de cinta (Fuente: [www.sormac.es](http://www.sormac.es))

## V- ETAPAS FINALES Y ALMACENAMIENTO

Luego de finalizado el proceso de deshidratado el producto se recolecta o se extrae de las bandejas y se dispone en los lugares donde será almacenado.

Los métodos de almacenaje varían desde los más rústicos (parvas o pilas) hasta los más sofisticados (cámaras con ambiente controlado).

El tiempo de almacenamiento puede variar considerablemente, dependiendo de las condiciones del mismo, pero por lo general un producto deshidratado no debe ser almacenado por un lapso superior a un año.

El envasado del producto final depende del destino de la producción, puede ser a granel o con mayor grado de sofisticación.



Figura 28: (izquierda) Cajas de higos secos a granel (Fuente: <http://www.pasasdelaaxarquia.com/>); (derecha) higos blancos secos de San Juan (Fuente: <http://www.diariodecuyo.com.ar/>).



Figura 29: (izquierda) Cajas de Higos Secos de Turquía (Fuente: <http://spanish.alibaba.com/>); (derecha) Higos Turcos de Smyrna (Fuente: : [www.higosdealmoharin.com/](http://www.higosdealmoharin.com/)).

#### 4- Valores nutricionales del producto elaborado

Las características nutricionales de los higos se concentran cuando están secos debido a la concentración de su contenido nutricional por unidad de peso (Tabla 5). Cambia sustancialmente su contenido relativo en agua y azúcares y el efecto del potasio y de la fibra se potencian. Las diferencias entre los contenidos de metabolitos primarios (azúcares y ácidos orgánicos) y metabolitos secundarios (fenoles), son significativas cuando se comparan



higos frescos y secos, siendo marcadamente mayores en los secos. Entre los diferentes procesos de deshidratado se detectó una gran diferencia en el contenido de metabolitos secundarios y los higos secados en horno fueron los más ricos en estos compuestos (Slatnar, *et al.*, 2011).

<b>Higos</b>	<b>Frescos</b>	<b>Secos</b>
<b>Contenido</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Agua	81	15
Proteínas	1	4,5
Grasas	0,4	1,5
Hidratos de Carbono	16	73
Celulosa	1,6	6
Minerales:	<b>%</b>	<b>%</b>
Sodio	0,007	0,042
Potasio	0,190	0,910
Calcio	0,053	0,192
Magnesio	0,021	0,099
Hierro	0,0007	0,004
Fósforo	0,040	0,149
Azufre	0,012	0,070
Cloro	0,016	0,075
Vitaminas		
A	75 U.I	60 U. 1.
B1	0,09 mg	0,13 mg
B2	0,08 mg	0,11 mg
PP	0,63 mg	1,72 mg
C	2 mg	-

Tabla 5: Valores nutricionales comparativos entre higos frescos y secos, expresados por cada 100 g de producto (Fuente: Mendoza Bustamante *et al.*, 2012)

## 5- BIBLIOGRAFÍA

Almada, M.; Cáceres, M. S.; Machaín-Singer, M.; Pulfer, J. C. 2005. “*Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes.*” Fundación Celestina Pérez de Almada. Asunción, Paraguay. [En línea]. Consultado el 10 de octubre de 2014 en

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf>

“*Argentina: Higos, una producción que despierta*” (2009, 30 de abril). [En línea]. Consultado el día 4 de mayo de 2013, en <http://www.elnuevoagro.com.ar/noticia/argentina-higos-una-produccion-que-despierta/126>

Badui Dergal, S. 2006. “*Química de los alimentos*” Cuarta edición. PEARSON EDUCACIÓN, México. ISBN: 970-26-0670-5 Área: Química.

Babalís, S., Papanicolaou, E., Belessiotis, V., Kyriakis, N. 2006. “*Evaluation of thin-layer drying models for describing drying kinetics of figs (Ficus carica)*”, Journal Of Food Engineering, 75, 2, p. 205-214, Scopus®, EBSCOhost, [En línea] Consultado el 13 de noviembre 2014.

Cerro Ruiz, S. R. 2010. “*Obtención y Evaluación de Destilados a partir de Mostos Fermentados de Higos (Ficus carica L.) Secos y Rehidratados de Tacna*”. Ciencia y Desarrollo. Vol. 13, 2011. [En línea] Consultado el 13 de noviembre de 2014, en <http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/09-2011.pdf>

COFIG. Café de higos. Homepage. [En línea]. Consultado el 16 de octubre de 2014, en <http://www.cofig.com.ar/propiedades.html#sthash.uCH1Txxb.dpuf>

Crisosto, C. H., Mitcham E. J., Kader. A. 2012. “*Higo: Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha*”. Department of Plant Sciences, University of California, Davis, CA 95616. Traducido por Farbud Youssefi. [En línea]. Consultado el día 10 de junio de 2013, en <http://postharvest.ucdavis.edu/frutasymelones/Higo/>

Doymaz, I. 2004. “*Sun drying of figs: an experimental study*” Department of Chemical Engineering, Yildiz Technical University, 34210 Esenler, Istanbul, Turkey. Journal of Food Engineering 71 (2005) 403–407

Ekechukwu, O.V., Norton, B. 1999. “*Review of solar-energy drying systems I: an overview of drying principles and theory*”. Energy Conversion & Management 40 (1999) 615-655.

“El Higo, fuente de energía para nuestro cuerpo”. 2013. Conferencia Plurianual e Intercultural de Soberanía Alimentaria. [En línea] Consultado el 24 de noviembre de 2014, en <http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/?p=2933>

FAOSTAT [En línea]. Consultado el 26 de junio de 2014, en <http://faostat3.fao.org>

Fernández Márquez, A. 2006. “El sector del higo en Cáceres”. [En línea]. Consultado el 10 de junio de 2013, en <http://www.camaracaceres.es/actividades/publicaciones/libros/completos/18/contenidos/cultivo.htm>

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”. [En línea]. Consultado el día 20 de mayo de 2013, en <http://frutales.files.wordpress.com/2011/01/h-04-desarrollo-del-cultivo-del-higo1.pdf>

Garcés Narváez, E.; Terán Narváez, M. 2003. “Proyecto de prefactibilidad para la comercialización del higo pasa ecuatoriano en el Mercado de los Estados Unidos de América a partir del año 2005.” Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Comercio Exterior e Integración. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. [En línea] Consultado el 15 de octubre de 2014, en [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6984/1/22657\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6984/1/22657_1.pdf)

García Ruiz, M. T. 2013. “Higo, un afrodisíaco saludable”. Informador.Mx . Guadalajara, Jalisco. México. [En línea] Consultado el 15 de noviembre de 2014, en <http://www.informador.com.mx/suplementos/2013/481271/6/higo-un-afrodisiaco-saludable.htm>

Gariglio, N., Favaro, J. C., Forte, R. 2013. “Capítulo 5: Higuera” Material Didáctico Curso: Cultivo de Frutales I. Especialización en Cultivos Intensivos. FCA. UNL. Esperanza, Santa Fe.

González-Rodríguez, Á. M., Grajal-Martín, M. J. 2011. “Higueras de Canarias. Caracterización morfológica de variedades”. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Gobierno de Canarias.

Hardenburg, R. E., Watada A., Wang C. 1988. “Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros.” (F. Durán Ayanegui, Trad.). San José, C.R.: IICA [En línea]. Consultado el día 4 de mayo de 2013, en

<http://books.google.com.ar/books?id=O9m3fM-iQeQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

“*Higos de Almoharín. Con toda la información del mundo de los higos.*” Blog. Publicación del 8 de Septiembre de 2014. [En línea] Consultado el 15 de noviembre de 2014, en <http://higosdealmocharin.com/2014/09/08/la-isla-canaria-de-el-hierro-promueve-el-cultivo-y-la-produccion-del-higo-seco-como-renta-adicional-para-el-agricultor/>

Hii, C.L., Jangam, S. V., Ong S. P., Mujumdar A. S. 2012. “Solar Drying: Fundamentals, Applications and Innovation.” [En línea] Consultado el 13 de noviembre de 2014, en [http://www.arunmujumdar.com/file/Publications/books/Solar%20Drying\\_Fundamentals\\_Applications\\_and\\_Innovations.pdf](http://www.arunmujumdar.com/file/Publications/books/Solar%20Drying_Fundamentals_Applications_and_Innovations.pdf)

INTA, 2013. “2° Congreso de Valor Agregado en Origen – Más desarrollo en los territorios.” [En línea] Consultado el 24 de noviembre de 2014, en [http://inta.gob.ar/documentos/valor-agregado-en-origen-mas-desarrollos-en-los-territorios/at\\_multi\\_download/file/INTA%20-%202%C2%B0%20congreso%20de%20Valor%20agregado%20en%20origen%20-%20Libro%20del%20Congreso.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/valor-agregado-en-origen-mas-desarrollos-en-los-territorios/at_multi_download/file/INTA%20-%202%C2%B0%20congreso%20de%20Valor%20agregado%20en%20origen%20-%20Libro%20del%20Congreso.pdf)

Justo, A., Parra P. 2005. *Inteligencia de Mercado de Productos Diferenciados. Perfil y Breve Análisis de Mercado: Higos*. Documento de trabajo N° 24. [En línea]. Consultado el día 3 de mayo de 2013, en <http://inta.gob.ar/documentos/inteligencia-de-mercado-de-productos-diferenciados.-perfil-y-breve-analisis-de-mercado.-higos/>

Kislev, M.E.; Hartmann, A. y Bar-Yosef, O. 2006. “*Early domesticated fig in the Jordan Valley*”. *Science*, 312, 1372-1374.

Martínez-García, J., Gallegos-Infante, J., Rocha-Guzmán, N., Ramírez-Baca, P., Candelas-Cadillo, M., González-Laredo, R. 2013. “*Drying Parameters of Half-Cut and Ground Figs (Ficus carica L.) var. Mission and the Effect on Their Functional Properties*”. *Journal Of Engineering* (2314-4912), p. 1, Publisher Provided Full Text Searching File, EBSCOhost. [En línea] Consultado el 18 de Noviembre 2014.

Mendoza Bustamante, J. S., Sánchez Rizo L. M., Yance Campoverde E. R. 2012. “*Proyecto de Inversión para desarrollo y creación de una Empresa dedicada a la Elaboración y Comercialización de Higos Cristalizados en la ciudad de Guayaquil*” Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Facultad de Economía y Negocios. Guayaquil, Ecuador. [En línea] Consultado el 10 de marzo de 2014 en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20631/3/TESIS%20HIGOS%20CRISTALIZADOS.pdf>

“Mesa Revuelta, el diario de Studiolum”. Blog. Publicación del 8 de Agosto de 2010. [En línea] Consultado el 15 de noviembre de 2014, en <http://mesa-revuelta.blogspot.com.ar/2010/08/tapar-hormigueros.html>

Piga, A., Pinna I., Özer K., Agabbio, M., Aksoy, U. 2004. “Hot air dehydration of figs (*Ficus carica* L.): drying kinetics and quality loss.” International Journal of Food Science and Technology 2004, 39, 793–799.

Shukranul, M., Khairana, H., Ibrahim, J. 2013. “*Ficus carica* L. (Moraceae): Phytochemistry, Traditional Uses and Biological Activities.” Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, vol. 2013, Article ID 974256, 8 pages,. doi:10.1155/2013/974256

Silva, J.; Cantu, M.; Rodrigues, V.; Mazutti, M. 2013. “Influence of osmotic pre-treatment on convective drying kinetics of figs”, International Journal Of Food Engineering, 9, 2, p. 187-196, Scopus®, EBSCOhost. [En línea] Consultado el 18 de noviembre 2014

Slatnar, A.; Klancar, U.; Stampar, F.; Veberic, R. 2011. “Effect of Drying of Figs (*Ficus carica* L.) on the Contents of Sugars, Organic Acids, and Phenolic Compounds”. American Chemical Society. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2011, 59, 11696–11702

Urfalino, D. P. 2014. “Deshidratación y Secado de Frutas y Verduras” ppt. INTA EEA Rama Caída. San Rafael, Mendoza.

Vázquez, T., Arnéz Camacho, S., Fernández, M., Fernández, J. 1997. “Manual del secado solar técnico de alimentos.” ENERGÉTICA. FAKT. RC. Cochabamba, Bolivia. [En línea] consultado el 10 de octubre de 2014 en <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf>