



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

CONTENIDO FENÓLICO EN HOJAS Y FRUTO DE *Vitis popenoei* y *Ficus carica*

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA EN FLORICULTURA**

P R E S E N T A

ERIKA CRISÓFORO MARTÍNEZ

ASESOR: Dr. OMAR FRANCO MORA

COASESORA: M. en C. ISABEL MARTÍNEZ DE LA CRUZ



**CAMPUS UNIVERSITARIO “EL CERRILLO”, EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS
TOLUCA, MÉXICO, DICIEMBRE 2014.**

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIAS

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| I. Introducción | 10 |
| II. Revisión de literatura..... | 12 |
| 2.1. Compuestos fenólicos | 12 |
| 2.1.1. Clasificación | 13 |
| 2.1.1.1. Compuestos no flavonoides | 14 |
| 2.1.2. Actividad biológica | 14 |
| 2.2. Las plantas medicinales en México: biodiversidad y uso..... | 15 |
| 2.3 El género <i>Vitis</i> | 17 |
| 2.4 El género <i>Ficus</i> | 19 |
| III. Materiales y métodos | 22 |
| 3.1 Material vegetal | 22 |
| 3.1.1 <i>Vitis popenoei</i> | 22 |
| 3.2 <i>Ficus carica</i> | 23 |
| 3.3 Obtención de fenoles..... | 23 |
| 3.4. Análisis estadístico..... | 25 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 26 |
| 4.1. <i>V. popenoei</i> | 26 |
| 4.2. <i>Ficus carica</i> | 29 |
| 4.2.1 Fruto | 29 |
| 4.2.1.1. Pulpa | 31 |
| 4.2.1.2. Cáscara..... | 32 |
| 4.2.1.3. Hoja | 33 |
| 4.2.1.4. Infusión de hojas | 34 |
| V. CONCLUSIONES | 36 |
| VI. BIBLIOGRAFÍA | 38 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1: contenido de fenoles en frutas de <i>Vitis popenoei</i> | 26 |
| Cuadro 2: medias de las tres accesiones de frutos de higo..... | 27 |
| Cuadro 3: Porcentaje de grados brix de la pulpa del fruto de higo de las tres accesiones...28 | |
| Cuadro 4: contenido fenólico en infusión de hoja de higo..... | 28 |
| Cuadro 5: contenido fenólico en pulpa de higo..... | 29 |
| Cuadro 6: Contenido fenólico en pulpa de higo..... | 29 |
| Cuadro 7: contenido fenólico en las cascaras de higo..... | 30 |
| Cuadro 8: contenido fenólico en hojas de higo..... | 30 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Fig. 1 Curva estándar de ácido tánico..... | 23 |
|--|----|

RESUMEN

Contenido fenólico en hojas y fruto de *Vitis popenoei* y *Ficus carica*

Tesis que como requisito parcial para obtener el título de Ingeniera Agrónoma en Floricultura presenta Erika Crisóforo Martínez. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. Asesores de Tesis: Dr. Omar Franco Mora y M. C. María Isabel Martínez de la Cruz (correo electrónico: ofrancom@uaemex.mx).

En México crecen frutales nativos y adaptados, los cuales se consumen en diversas comunidades. Algunos de los nativos son poco conocidos. El consumo de frutas esta siendo promovido en función de su contenido de antioxidantes. Una técnica más barata para determinar la capacidad antioxidante es determinar el contenido fenólico, el cual esta correlacionado significativamente con dicha capacidad. En este trabajo se determinó el contenido fenólico en frutos, hojas e infusiones de éstas últimas de *Vitis popenoei* y *Ficus carica*. En el caso de *V. popenoei*, el contenido fenólico en la cáscara y en la pulpa fue estadísticamente similar, aproximadamente 3.75 mg equivalente de ácido tánico por gramo de hoja fresca. El contenido de compuestos fenólicos en hojas de *V. popenoei* fue de 7 mg equivalente de ácido tánico por gramo de hoja fresca, resultado similar al reportado en hojas de otras especies de vid silvestre; la ebullición de dichas hojas generó una infusión con más de 180 mg equivalente de ácido tánico por gramo de hoja fresca. En el caso de *Ficus carica*, el contenido en la pulpa fue al menos de 2.8 mg equivalente de ácido tánico por gramo de pulpa fresca, y el ecotipo de Puebla presentó 3.09 mg equivalente de ácido tánico por gramo de pulpa fresca, superando estadísticamente a los dos ecotipos de Santa María Tlalmimilolpan. En cuanto a la cáscara, los ecotipos SMT-1 y Puebla superaron estadísticamente a SMT-2, con al menos 0.3 mg equivalente de ácido tánico por gramo de

cáscara fresca. Para hoja, el ecotipo SMT-1 superó a SMT-2 y Puebla, al presentar 18 mg equivalente de ácido tánico por gramo de hoja fresca.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, frutal mediterráneo, frutal nativo, fruticultura de traspatio, vid silvestre.

ABSTRACT

Content of phenolic compounds in fruits and leaves of *Vitis popenoei* and *Ficus carica*

Thesis presented as partial fulfillment to obtain the degree of B. Sc. in Floriculture Science by Erika Crisóforo Martínez. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. Advisers: Prof. Omar Franco Mora, Ph. D. and Lecturer María Isabel Martínez de la Cruz, M. Sc. (e-mail: ofrancom@uaemex.mx).

In Mexico grow native and introduced fruit species, and they are eaten in a lot of communities. Nevertheless, some native species are only local and few known. Nowadays the fruit consumption is promoted indicating their high content of antioxidants. A laboratory technic cheap to determine the antioxidant capacity is the determination of phenolic contents; this is because phenolic content is highly and positive correlated with the antioxidant capacity. In this work, we determined the phenolic content in fruits, leaves and leave infusions on *Vitis popenoei* and *Ficus carica*. For *V. popenoei*, the phenolic contents in the fruit peel and fleshy were statistically similar, approximately 3.75 mg of equivalent of tannic acid per gram of fresh tissue (ETA/g FT). The content of phenolic compounds in the leaves of *V. popenoei* was 7 mg ETA/g FT, similar value to those reported in the leaves of other *Vitis* species; the infusion of *V. popenoei* presented 180 mg ETA/g FT. In *F. carica*, the content of phenolic compounds was at least 2.8 mg ETA/g FT, and the Puebla ecotype presented 3.09 mg ETA/g FT, this value was higher than the two ecotypes of Santa María Tlalmimilolpan (SMT). In the peel, the ecotypes SMT-1 and Puebla had higher phenolic content than SMT-2, at least 0.3 mg mg ETA/g FT. In the leaves, SMT-1 phenolic values were higher than SMT-2 and Puebla, presenting 18 mg mg ETA/g FT.

Key words: Antioxidant capacity, Mediterranean fruit, native fruit, small fruit grower, wild grapevine.

I. Introducción

Se calcula que existen en el mundo más de 250 mil especies vegetales; de entre ellas se consideran como potencialmente medicinales a alrededor de 12 mil. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que solo se tiene conocimiento científico de cerca de 10% del total de las especies. Debido a su complejidad química, las plantas consideradas medicinales han constituido y constituyen una fuente valiosa de principios activos y de modelo para la síntesis o hemisíntesis química de numerosos e importantes medicamentos (Alonso, 2010). El empleo de plantas medicinales en la atención primaria de la salud es una constante en la vida del hombre. Particularmente, la uva (*Vitis* spp.) y el higo (*Ficus carica*) son especies que han sido ampliamente utilizadas como remedio en diversas enfermedades humanas.

México es centro de origen de varias especies del género *Vitis* (Ibarra *et al.*, 1997); sin embargo, la información sobre su caracterización agronómica, distribución geográfica, aprovechamiento como alimento y potencial agroindustrial es limitado (Franco-Mora *et al.*, 2008 a,b; Cruz-Castillo *et al.*, 2009). Se emplean principalmente las hojas, acompañadas o no de tallos jóvenes, bajo la forma de infusión y cocimiento para el tratamiento de diversas dolencias, actuando fundamentalmente como digestivo, antiespasmódico entre otros. Algunos autores mencionan que existen especies de *Vitis* en peligro de extinción; entre ellas se encuentra *Vitis popenoei* (Rzedowski y Calderon, 2005a).

Por otro lado, *F. carica* proporciona un succulento fruto apreciado en casi todo el mundo por su valor nutricional, como fruta fresca o seca, además, de aportar una alta alcalinidad y acción

laxante en fármacos de preparación. Los higos son ricos en azúcares y vitaminas A, B y C. Dentro de la medicina tradicional mediterránea, se recomienda para el tratamiento de la tos y enfermedades respiratorias. De los higos se fabrica alcohol y vinos dulces por fermentación. El látex de la higuera se emplea para combatir las verrugas. El higo es una rica fuente de benzaldehído, un agente anti-cancerígeno. Contiene enzimas y flavonoides que ayudan en el proceso digestivo, además, cantidades significativas de hierro, potasio, beta-caroteno y fibra. En muchos lugares de Asia, el higo es considerado un poderoso afrodisíaco (Wallace, 1999).

Los fenoles están presentes en los órganos de las plantas en diversas formas de estructuras químicas, constituyendo un grupo amplio de metabolitos secundarios que intervienen en diversas funciones biológicas. Los ácidos fenólicos naturales poseen acción como antioxidantes en sistemas vivos gracias a su capacidad para eliminar radicales libres. Diversos autores han demostrado que la medición de los compuestos fenólicos está altamente correlacionada con la capacidad antioxidante (Parr y Bolwell, 2000; Akowuah *et al.*, 2004). En este sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de compuestos fenólicos en hoja y fruto, *V. popenoei* y *Ficus carica*, así como en infusiones de hoja.

II. Revisión de literatura

2.1. Compuestos fenólicos

Los polifenoles constituyen un grupo de compuestos que desempeñan una importante función en prácticamente todas las interacciones que una planta establece con su entorno (Haslam, 1989). Los compuestos fenólicos de las plantas forman un grupo químicamente heterogéneo de unos 10,000 compuestos. Algunos son solubles sólo en solventes orgánicos, otros son ácidos carboxílicos y glicósidos solubles en agua, mientras que otros son grandes polímeros muy insolubles (Flanzy, 2003). Los fenoles (estilbenos, ácidos fenólicos y flavonoides) son clasificados como metabolitos secundarios de plantas, con la característica química de contener al menos un grupo fenol (un anillo aromático unido al menos a un grupo funcional hidróxilo) en su estructura molecular. En el benceno, al sustituir un hidrogeno por un hidróxilo se viene un fenol (Tobar, 2010).

Por otro lado, los compuestos fenólicos son muy importantes en bioquímica vegetal donde tienen funciones diversas, desde la coloración de flores y frutos hasta la impregnación de lignina en las paredes pecto-celulósicas, productos de defensa ante herbívoros y patógenos; así, responden a la luz y controlan los niveles de las auxinas reguladoras del crecimiento y la diferenciación de las plantas (Hertog *et al.*, 1996).

Las plantas responden a variaciones ambientales, como los ocasionados por la época del año, la fertilización y los daños causados por plagas y enfermedades, lo cual influye en la producción de metabolitos secundarios (Strack, 1997). Una característica fundamental del metabolismo secundario es que los productos secundarios no se encuentran uniformemente en toda la planta y son con frecuencia limitados a órganos particulares y a determinadas células y tejidos dentro de ese órgano (Bevan *et al.*, 1989; Van der Meer, 1990).

La fórmula general AR-OH, donde AR es un anillo aromático y el -OH está directamente unido a este anillo, son caracterizados por un núcleo bencénico que lleva uno o varios grupos hidroxilos. Actúan como antioxidantes naturales, esta actividad puede variar significativamente dependiendo de ciertas variables como su concentración, la estructura química de la molécula y su grado de oxidación. En cuanto a la concentración, se ha encontrado que aún con cantidades pequeñas de antioxidantes, algunos antioxidantes fenólicos entran a la circulación sistémica y causan un aumento significativo en el estado antioxidante del plasma (Ramírez, 2004).

2.1.1. Clasificación

Su clasificación está basada sobre la distinción entre compuestos no flavonoides y flavonoides. Los polifenoles incluyen también a los derivados (ésteres, metil ésteres, glicósidos, etc.) que resultan de las sustituciones de la estructura base. Todos ellos tienen una larga historia de utilización como conservantes de los alimentos. Se ha demostrado que inhiben a las bacterias patógenas, los virus y los hongos. De hecho, con respecto a sus

propiedades fungicidas, la investigación ha demostrado que producen una total inhibición de la infectividad. También se ha logrado inhibir parcialmente la infectividad del poliovirus, herpes simple y VIH (Flanzy, 2003).

2.1.1.1. Compuestos no flavonoides

Los fenoles libres y los ácidos fenoles se consideran en un mismo grupo, ya que generalmente se identifican simultáneamente durante el análisis de las plantas. La estructura básica de los ácidos fenólicos es un anillo aromático con un grupo carboxilo. Los ácidos de la serie benzoica, tales como el gálico, el vanílico, el p-hidroxibenzoico son abundantes en las espermatofitas y los helechos. En el caso de la serie cinámica, los ácidos cinámicos (cafeíco, ferúlico, p-cumárico y sináptico) raramente se encuentran libres y en general se hallan en forma de derivados (Castillo y Martínez, 2007).

2.1.2. Actividad biológica

La actividad antioxidante de los fenoles es el origen de funciones biológicas tales como la antimutagénica, anticancerígena y antienvjecimiento (Paladino, 2009). Los flavonoides, en particular, exhiben una amplia gama de efectos biológicos, incluyendo actividad antibacteriana, antiviral, antiinflamatoria, antialérgica, antioxidante, anti-trombótica y vaso dilatadora. Un aumento en la ingesta de antioxidantes fenólicos naturales se correlaciona con una reducción de las enfermedades coronarias. Dietas ricas en compuestos fenólicos se asocian con mayor expectativa de vida. Estas propiedades incluyen actividad anti-

cancerígena, antiviral, antiinflamatoria, efectos sobre la fragilidad capilar, y habilidad para inhibir la agregación de las plaquetas humanas (Paladino, 2009).

En frutos como el mango (*Mangifera indica*), banano (*Musa paradisiaca*) y algunos cultivares de persimonia (*Diospyrus kaki*) se tiene un alto contenido de fenoles del tipo tanino a la maduración fisiológica y son los que se proporcionan el sabor astringente de estos (Parr y Bodwell, 2000).

2.2. Las plantas medicinales en México: biodiversidad y uso.

La biodiversidad se refiere a las variadas formas de vida que se pueden desarrollar en un país, como son las plantas, animales y microorganismos, y el material genético que los forman. México es un país de una gran riqueza biológica, diversidad de ecosistemas y variabilidad genética debido a su topografía y variaciones climáticas. En particular, posee una gran variedad de plantas útiles para el hombre: plantas que producen fármacos, combustibles, vestimenta, refugio, o satisfacen necesidades culturales. México ocupa el cuarto lugar entre los países considerados con mega diversidad biológica y posee cerca de 10% del total de las especies conocidas, con un gran número de endemismos. En el ámbito mundial, con respecto al número de especies de plantas, ocupa el quinto lugar, y se estiman en alrededor de 7,000 las especies con algún tipo de uso (Schlaepfer y Mendoza, 2010).

Se han identificado y registrado 4,000 especies con atributos medicinales (15% de la flora total mundial); entre 3,500 a 4,000 son empleadas por la población mexicana; 3,600 se recolectan de forma silvestre; 1,500 son utilizadas regularmente sin procesar; 370 se cultivan en el huerto familiar o de manera comercial; y 35 especies se encuentran amenazadas por factores externos. La validación química, farmacológica y biomédica sólo se ha llevado a cabo aproximadamente en 5% de las especies; esto marca un campo de estudio importante. Sin embargo, se está dando una acelerada erosión genética de recursos fitogenéticos en el mundo - especies cultivadas, sus formas silvestres y las especies silvestres afines – como consecuencia de la sobreexplotación, los desplazamientos de cultivos y variedades tradicionales, la destrucción del hábitat natural y la pérdida del conocimiento asociado a estos recursos, entre otros factores. La tasa de extinción de recursos vegetales es de 100 a 1,000 veces más alta que las tasas naturales de desaparición; actualmente, posiblemente 1,000 especies de plantas medicinales estén amenazadas. La biodiversidad surge de la colaboración e interdependencia entre el medio y las culturas humanas. Sin embargo, las culturas de los pueblos indígenas se han venido perdiendo; con cada lengua que se extingue se pierde conocimiento sobre plantas y usos medicinales que podrían ser la clave de la cura de algunas enfermedades actuales. Se estima que en México, en el siglo XVI se hablaban alrededor de 170 lenguas, mientras que a principios del siglo XXI se hablan tan sólo 62 (Schlaepfer y Mendoza, 2010).

Las especies vegetales han constituido, además de alimento, el remedio primario a los problemas de salud inherentes a la condición humana. El hombre antiguo, utilizando su propio instinto, observando a los animales y a través del conocimiento empírico que se

sustenta en el cotejo de aciertos y errores, aprendió a distinguir las especies vegetales dañinas de las que podían serle de utilidad. Se puede concluir por tanto, que la fitoterapia entendida como la “utilización de los productos de origen vegetal, con finalidad terapéutica, ya sea para prevenir, para atenuar o para curar a un estado patológico, es tan antigua como el hombre” (Schlaepfer y Mendoza, 2010).

2.3 El género *Vitis*

La vid es un cultivo frutícola de importancia en todo el mundo, siendo *Vitis vinifera* L. la especie que domina la producción comercial. Además de esta especie, se sabe que en el género *Vitis*, existen alrededor de 60 especies más, distribuidas principalmente en el hemisferio norte. Las vides silvestres, en forma general presentan bayas y hojas más pequeñas que las variedades de cultivo, bastante vigor y una mayor resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, además de tener una alta predilección por ambientes húmedos (Ocete *et al.*, 1997). La familia Vitaceae tiene distintos centros de origen y un amplio rango de adaptación en todo el mundo; sus hábitos generalmente son trepadores gracias a la presencia de zarcillos. A pesar de que diferentes especies de *Vitis* son importantes para el mejoramiento genético, a nivel mundial, se registra una alta tasa de erosión genética y pérdida de la diversidad en estas especies (Boursiquot, 2000).

Actualmente, en México, y particularmente el grupo de estudio “red de vid silvestre” realiza estudios para determinar el potencial medicinal y ornamental de accesiones que se han recolectado principalmente en los estados de Puebla, Veracruz, Estado de México. Además,

se busca la propagación, caracterización y conservación del material vegetal. Por ejemplo, en las hojas de 97 accesiones originarias de Puebla se encontró que en 96 de ellas existe ácido gálico, la rutina fue el segundo metabolito más común, ya que estuvo presente en 80 accesiones; en 29 accesiones apareció ácido cafeíco y se encontró resveratrol en las hojas de 14 de dichas accesiones. El contenido de ácido gálico estuvo entre 88.1 a 0.4 ml/g de peso fresco; por su parte las concentraciones de rutina encontradas fueron de 68.9 a 0.007 ml/g de peso fresco. Para ácido cafeíco y resveratrol los contenidos fueron significativamente menores (Tobar-Reyes *et al.*, 2011). Todos estos compuestos tienen potencial farmacológico; también se ha observado que particularmente el contenido de resveratrol varía de acuerdo al lugar en donde se desarrolle la accesión (Tobar-Reyes *et al.*, 2009). Lo anterior confirma lo reportado por Franco *et al.* (2012) quienes observaron cambios en el contenido de compuestos fenólicos en las hojas de *Vitis* por efecto de la fecha de muestreo.

En el caso de los frutos de *Vitis* se han reportado contenidos fenólicos entre 10.7 a 0.1 mg/g de peso fresco (Franco *et al.*, 2012); mientras que, evaluando por tres años, se encontró en variación anual entre ocho accesiones, ya que el contenido promedio de dichas accesiones fue similar en 2008 y 2009, pero ambos fueron diferentes a 2010 (Franco-Mora *et al.*, 2012).

Particularmente, *Vitis popenoi*, comúnmente llamado totoloché o uva zorrilla, es una especie originaria de América; se ha reportado su presencia en Belice, Guatemala (Alta Verapaz) y México, especialmente en Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Veracruz, y el este de Querétaro, y centro-norte de Guanajuato. Debido a su relativa escases, la planta debe considerarse como vulnerable a la extinción. Al igual que el resto de las *Vitis*,

es una especie trepadora leñosa, sus ramas están densamente cubiertas por lenticelas; presenta zarcillos simples; sus frutos son esféricos o subesféricos de 1.2 1.8 cm de diámetro, en la madurez alcanza color rojo o morado oscuro con abundante presencia de lenticelas. En Querétaro fructifica de septiembre a diciembre. Junto con *Vitis rotundifolia*, *Vitis popenoei* pertenece al subgénero *Muscadinea* (Rzedowski y Calderon, 2005).

2.4 El género *Ficus*

Ficus carica L. es un arbusto que oscila en un rango de 6 a 8 m de altura. Presenta una copa muy amplia en relación con su altura, pues sus ramas son muy largas y casi horizontales. Las hojas son muy grandes, ásperas al tacto, con el limbo palmeado, en ocasiones es entero, pero la mayoría de las veces se entrecorta en lóbulos más o menos profundos (Rawsui, 1992). El fruto característico de la higuera, es un sicono, es decir, una infrutescencia formada por muchos frutillos que se encuentran en un receptáculo carnoso. La parte comestible del higo no es un tejido ovárico, sino un fruto accesorio (Rawsui, 1992).

F. carica, es originaria de Asia occidental; pertenece a la familia Moraceae, es uno de los árboles frutales más cultivados en todo el mundo, tanto para el consumo fresco como seco. Los higos varían en color, van del púrpura oscuro a verde, se pueden comer crudos y enteros, pero a menudo se pelan; la pulpa se come y la cáscara es desechada. La higuera produce uno de los frutos más abundantes en la dieta del Mediterráneo; los cuales son libres de sodio, grasas y colesterol, contienen al menos 17 tipos de aminoácidos, entre los cuales están el ácido aspártico y la glutamina, ambos considerados los más altos. Los higos secos también

contienen cantidades relativamente altas de fibras, superiores a los de todas las otras frutas comunes. Se ha demostrado que ayuda en el control de azúcar y colesterol en la sangre y en la pérdida de peso (Ren *et al.*, 2000).

Los valores nutricionales y farmacológicos de los higos se han estudiado recientemente en detalle. El árbol tiene látex, el cual tiene un efecto terapéutico, similar al ácido salicílico en el tratamiento de papilomatosis en el pezón de vacas. También se han reportado los efectos antidiabéticos de *F. carica*. Se confirmó que el extracto de agua y su fracción de cloroformo tienden a normalizar el estado antioxidante que se vio afectado en el síndrome de la diabetes (Pérez *et al.*, 2003). Richter *et al.* (2002) investigaron los efectos de proteasas derivadas de *F. carica* sobre la coagulación de la sangre humana. El extracto de metanol y triterpenoides, tales como el acetato de calotropenyl, maslinate metilo, y el acetato de lupeol son el irritante más potente y persistente de las hojas de esta especie (Saeed y Sabir, 2002).

Existen trabajos en donde se han analizado los polifenoles totales, flavonoides totales y antocianinas de los higos, los cuales exhibieron una alta capacidad antioxidante. Se ha demostrado que los antioxidantes que contiene el higo pueden proteger el plasma de lipoproteínas de la oxidación y elevar significativamente la capacidad antioxidante del plasma por cuatro horas después del consumo (Vinson *et al.*, 2005). Los principales polifenoles en los higos son las antocianinas, flavonoles y ácidos fenólicos (Solomon *et al.*, 2006). Diferentes autores se han interesado en estudiar la influencia del cultivar y la fecha de cosecha en el contenido de compuestos fenólicos. Çalışkan y Polat (2011) encontraron en un universo de 76 accesiones, incluyendo ecotipos con frutos verde, amarillos, cafés, morados

y oscuros, una media de 61.8 mg eq. ac. gálico/100 g de peso fresco; una media de antocianinas de 18.2 mg /100 g de peso fresco; y una media de 7.3 mg eq. Ac. gálico/100 g de peso fresco de capacidad antioxidante. En la misma investigación se encontró que la capacidad antioxidante estuvo correlacionado significativamente con el contenido de fenoles y antocianinas de los frutos. En otro trabajo, se determinó que el contenido total de polifenoles es menor en la pulpa que en la cáscara, aproximadamente 10 veces mayor en esta última (Trad *et al.*, 2013).

Aunque existen pocos trabajos determinando el contenido de compuestos fenólicos en hojas de higo, Abdel-Hameed (2009) indicó que en cinco especies de higos existen al menos 60 mg de ácido gálico/g de extracto vegetal, esto en una solución etanólica. De la misma manera que en los frutos, el contenido de compuestos fenólicos se correlacionó positivamente (0.922) con la capacidad antioxidante. Los estudios en vegetales y su capacidad antioxidante generan alternativas de uso en posibles tratamientos contra enfermedades de diversa índole.

III. Materiales y métodos

3.1 Material vegetal

3.1.1 *Vitis popenoiei*

La planta de *Vitis popenoie* empleada en el presente trabajo es parte de la colección de trabajo de *Vitis*, la cual crece en Zumpahuacán, Edo. De México, ubicado a 99°27'5" longitud oeste, 18°41'35" latitud norte, 1160 metros sobre el nivel del mar. Este ejemplar fue propagado clonalmente a partir de una estaca colectada inicialmente en el municipio de Zacapoxtla, Puebla, a 19° 55'11' y latitud oeste 97°36' 245'' a 1446 metros sobre el nivel del mar, a un costado de la carretera Zacapoxtla-Cuetzalán (Red de vid silvestre, información documentada). El fruto al madurar es de color rojo intenso, con lenticelas marcadas (Figura 1).



Figura 1. Vista parcial de la planta de *Vitis popenoiei*, mostrando tallos secundarios, hojas y frutos inmaduros y maduros, Zumpahuacán, México, 2014.

3.2 *Ficus carica*

Los árboles de higo utilizados se encuentran en el invernadero No.1 de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus Universitario “El Cerillo”, de la Universidad Autónoma del Estado de México, ubicada a 18 Km al norte de la ciudad de Toluca, México a 19°23’30” latitud norte y 99°41’30” de longitud oeste y a una altitud de 2690 m. Los ejemplares de los cuales se tomaron las estacas para su propagación clonal se encuentran en dos localidades que son: Santa María Tlalmimilolpan (SMT-1 y STM-2), Estado de México y San Juan Tianguismanalco, Puebla.

Las higueras actualmente crecen en macetas de plástico con capacidad de 30 kg de sustrato. El sustrato es una mezcla de: 30% tierra de monte, 30% tierra agrícola, 30% agrolita y 10% de peat moss. Los higos de STM-1 y STM-2 son frutos de cáscara color verde y pulpa color blanca; por otro lado, los de Puebla fueron frutos con cáscara y pulpa color morado.

3.3 Obtención de fenoles

Para las infusiones de las hojas, tanto de *V. popenoi* como de *F. carica*, se tomaron 2 g de material vegetal sano, y en 250 ml de agua de la llave se dejó hervir por 20 min. De esta infusión, se tomó la muestra para determinación de compuestos fenólicos. Para las extracciones en fruto y hoja, se tomó un 1 g de pulpa, cáscara u hoja, según fue el caso, y el tejido se maceró, con 20 ml de etanol 80%. Una vez homogenizada la mezcla, la misma se

calentó a fuego lento hasta su punto de ebullición por 10 min, esto con la finalidad de remover todas las sustancias fenólicas del residuo sólido. Después de la ebullición se procedió a filtrar en el material vegetal, las muestras se depositaron en frascos de plástico y se les denominó solución madre, posteriormente se procedió a su almacenamiento a -4°C en un refrigerador horizontal marca TORREY.

Para la determinación de los compuestos fenólicos se utilizó el método de Folín- Ciocalteu descrito, por Waterman y Mole (1994). El primer paso fue obtener una curva patrón (Figura 2) para posteriormente tener una correspondencia entre la absorbancia y la cantidad de miligramos de ácido tánico de cada muestra que se evaluó. Para ello, se pesaron 50 mg de ácido tánico y se mezclaron con 250 ml de agua destilada. Se utilizaron tres repeticiones con volúmenes de 0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 1.0, y 1.2 ml de la solución de ácido tánico, los cuales se agregaron a tubos de ensayo que contenían 10 ml de agua, se adicionó 1.5 ml del reactivo de Folín Ciocalteu, después de un minuto y antes de ocho horas, se agregó 1.5 ml de carbonato de sodio 20%; este tiempo se registró como tiempo cero. Posteriormente, se aforó a 15 ml con agua destilada y se dejó reposar durante 30 min a partir del tiempo cero. Finalmente, se midió la absorbancia a 760 nm con el espectrofotómetro Genesys 10 UV-VIS. Una vez obtenida la curva se realizó el mismo procedimiento para las muestras a estudiar, tomando 0.5 ml de la solución madre tanto de la infusión como de la maceración.

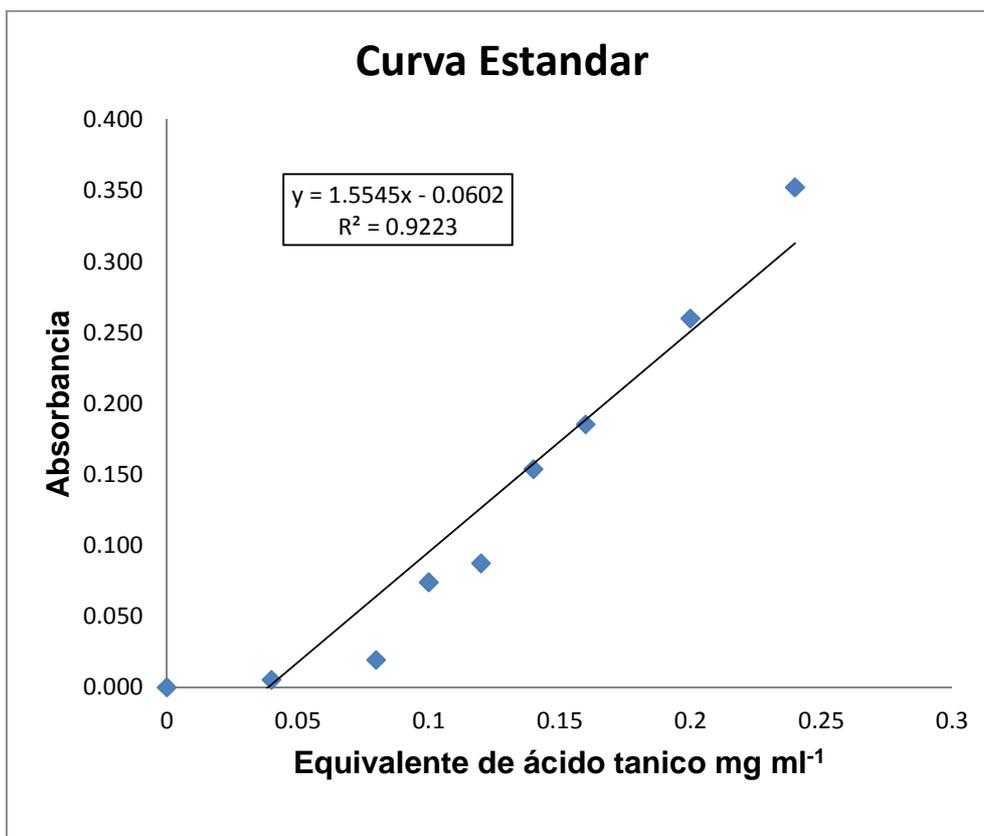


Figura 2. Curva estándar de ácido tánico para la determinación de compuestos fenólicos en *Vitis popenoei* y *Ficus carica*.

3.4. Análisis estadístico

Todos los datos se analizaron con un diseño estadístico completamente al azar con el mismo número de repeticiones. Todos los tratamientos tuvieron al menos tres repeticiones, las cuales constaron de tres lecturas de absorbancia. Posteriormente se realizó un análisis de varianza y, en su caso, una prueba de comparación de medias con la prueba de Tukey al 0.05. Todos los procedimientos se realizaron con el paquete estadístico SPSS U.X (SPSS, 2010).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. *V. popenoei*

La infusión presentó mayor contenido de fenoles que los órganos estudiados i.e. pulpa y cáscara, así como la hoja sin infusión. Entre hoja, pulpa y cáscara no existió diferencia estadística (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido de fenoles en frutos, hojas e infusión de hojas de *Vitis popenoei* colectados en Zumpahuacán, México, 2014.

| Órgano | mg Eq. Ácido tánico/ g peso fresco |
|------------------|------------------------------------|
| Pulpa | 3.9 b |
| Cáscara | 3.6 b |
| Infusión de hoja | 182.7 a |
| Hoja | 7.0 b |

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes con la prueba de Tukey al 0.05. Los datos son la media de tres repeticiones, tres lecturas por repetición.

Los resultados del fruto, son inconsistentes con otros reportes en distintos frutos, e incluso en *Vitis*, en donde se indica que el contenido de compuestos fenólicos es mayor en la cáscara que en la pulpa. En *V. vinifera*, Franco-Mora *et al.* (2012) indicaron un contenido de compuestos fenólicos de 0.2 mg/g de peso fresco y de 9.5 mg/g de peso fresco en la pulpa y cáscara, respectivamente, de bayas 'Reed seedless'. Por otro lado, Kuskoski *et al.* (2005) encontraron que la uva comercial tiene un valor de 117.1 ± 0.6 mg eq. ac. gálico/ 100 g de pulpa. En este trabajo el valor encontrado en pulpa está muy por encima del encontrado por dicho autor; de acuerdo con Franco-Mora *et al.* (2012), las especies silvestres de vid

presentan mayor contenido de compuestos fenólicos que los cultivares comerciales, los cuales mayoritariamente son de *V. vinifera*.

Escobar (2010), encontró en cáscara de toronja un valor de 2.79 ± 0.11 mg eq. ac. gálico/ 100 g de cáscara base seca, contenido menor al presentado en el presente trabajo (3.6 mg eq. Ac. tánico/g de peso fresco), sin embargo las extracciones fueron diferentes porque emplearon un tiempo más largo de 90 min y en este trabajo solo fue de 30 minutos.

Por otro lado, Ocaña (2009) estudió el contenido de compuestos fenólicos en hojas de diversas accesiones de vid silvestre creciendo en Toluca, México. Dividió a las hojas de cada accesión en tres tamaños y encontró que en vides provenientes de Teziutlán (San Juan Acateno), las hojas chicas presentaron 8.10 mg eq. ac. tánico/g de peso fresco; en hoja mediana de 7.68 mg eq. ac. tánico/g de peso fresco; y en hoja grande de 10.49 mg eq. Ac. tánico/g de peso fresco. En este trabajo, el valor encontrado en las hojas de *V. popenoei* está dentro del rango reportado por Ocaña (2009). Por otro lado, Pérez *et al.* (2014) indicaron que las hojas de guayabo (*Psidium guajava*) fenológicamente jóvenes presentaron mayor contenido de fenoles totales (9.07 mg eq. ac. galico/ 100 g de muestra seca) y flavonoides totales (2.84 mg catequina/ 100 g muestra seca), en comparación con las hojas recientemente maduras (4.66 mg eq. ac. galico/ 100g de muestra seca y 1.70mg catequina/ 100 g muestra seca, respectivamente). El valor encontrado en hojas de guayaba está muy por debajo de lo observado en distintas especies de *Vitis*.

De manera contundente, el contenido de compuestos fenólicos fue mayor en la infusión de hoja, superó más de 25 veces el contenido reportado en la hoja y, casi 40 veces al compararse con cáscara y pulpa. Inclusive, el valor encontrado en las infusiones de hojas de higo (ver apartado 4.4 de la presente tesis), 48.4 mg eq. ac. tánico/ g de peso fresco, fue superado por las infusiones de hoja de *V. popenoei*. Esto indica que la vid en estado silvestre contiene grandes cantidades de fenoles en hojas y en fruto.

Sin embargo, Ducat *et al.* (2011) reportaron menor contenido de compuestos fenólicos en las infusiones acuosas de 6 especies que la extracción metanólica de las mismas; aunque el hervir los tejidos vegetales, generalmente, propicia una mayor concentración de compuestos fenólicos (Gião *et al.*, 2007).

La conservación y el establecimiento de vides silvestres para el aprovechamiento de fenoles en las zonas donde crecen naturalmente o domesticadas, asoma como una alternativa sencilla, económica y ecológicamente viable, que permite contar con estas valiosas sustancias que previenen males y promueven la salud. Esto último por la gran relación que guarda el contenido de compuestos fenólicos con la capacidad antioxidante y el consumo de los mismos con mejoras en el sistema inmunológico humano (Tobar *et al.*, 2012).

4.2. *Ficus carica*

4.2.1 Fruto

Trad *et al.* (2013) reportaron una media en cuanto al tamaño del fruto de higo de 57 ± 4.5 mm en frutos polinizados, y en frutos no polinizados una media de 47 ± 3.2 mm. En este trabajo, el tamaño de los frutos de STM-1 y STM-2 en cuanto al diámetro ecuatorial son iguales entre sí, y ambos menores a los de Puebla. Lo mismo ocurre en el diámetro polar ya que Puebla vuelve a superar a ambos ecotipos de STM (Cuadro 2). Sin embargo, los frutos de los tres ecotipos empleados son menores en tamaño reportado por el autor antes mencionado. No acercándose al tamaño de frutos no polinizados.

Cuadro 2. Medias de las tres accesiones de fruto de higo creciendo bajo cubierta de vidrio en Toluca, México, 2014.

| Media | Diámetro (cm) | | | Total | Peso (g) | |
|--------|---------------|---------------|---------------|--------|----------|---------|
| | Ecuatorial | Polar | | | Cáscara | Pulpa |
| | | Con pedúnculo | Sin pedúnculo | | | |
| Puebla | 4.08 a | 7.14 a | 4.25 a | 37.5 a | 1.145 a | 1.155 a |
| STM-1 | 3.12 b | 4.65 b | 3.28 b | 14.3 b | 1.037 b | 1.043 a |
| STM-2 | 3.37 b | 5.13 b | 3.41 b | 19.0 b | 1.044 b | 1.044 a |

Los valores con la misma letra, a nivel de la columna, no son estadísticamente diferentes con la prueba de Tukey al 0.05. Los datos son la media de tres repeticiones, tres lecturas por repetición.

En cuanto a peso, Trad *et al.* (2013) mostraron medias de cinco ecotipos de higo polinizados de 81 ± 18.5 g y frutos no polinizados de 51 ± 8.9 g. En este trabajo, los pesos de los frutos de los tres ecotipos igual que en el tamaño están debajo de los valores de los frutos que no polinizados indicados por dichos autores. Por otro lado, los frutos de Puebla están por encima de los dos ecotipos de STM, incluso al doble de peso.

En cuanto a la dulzura de los frutos, no existió diferencia en los tres ecotipos (Cuadro 3) encontrándose valores de 6.6 a 7.8 °B.

Cuadro 3: Sólidos solubles totales en pulpa de higo creciendo bajo cubierta de vidrio en Toluca, México, 2014.

| Accesión | Sólidos solubles totales (°B) |
|----------|-------------------------------|
| Puebla | 6.95 a |
| STM-1 | 6.52 a |
| STM-2 | 7.76 a |

Los valores con la misma letra, a nivel de la columna, no son estadísticamente diferentes con la prueba de Tukey al 0.05. Los datos son la media de tres repeticiones, tres lecturas por repetición

Çalişkan y Polat (2011) indicaron que el higo de cáscara de color verde en cuanto a sacarosa va de 0.00-0.28 g/100 g de peso fresco, mientras que los frutos de higo de color morado es de 0.00-0.25 g/100 g de peso fresco. Esto indica una mayor dulzura en los higos del presente trabajo (7.76 g/ 100 g de peso fresco).

4.2.1.1. Pulpa

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas en el contenido de compuestos fenólicos para los frutos de los tres ecotipos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza para el contenido de compuestos fenólicos en pulpa de higo, creciendo bajo cubierta de vidrio en Toluca, México, 2014.

| Factor | S.C | G.L | M.C | F | Sig |
|--------|--------|-----|-------|-------|-----|
| fruto | 1.347 | 2 | 0.673 | 5.416 | ** |
| error | 10.073 | 81 | 0.124 | | |
| total | 11.428 | 83 | | | |

**, Significativo al 0.05.

Los frutos de Puebla presentaron al menos 0.1 mg/g de compuestos fenólicos más que el resto de las accesiones. Çalişkan y Polat (2011) encontraron en la accesión de Bakrasi, 5.40 mg. eq. ac. gálico/g de peso fresco, siendo este el valor más bajo de 56 accesiones. Mientras que en este trabajo, el valor más alto es de 3.0 mg eq. ac. tánico/g de peso fresco; lo cual indica un menor contenido que todas las accesiones reportadas por dicho autor, quien trabajó en Turquía (Cuadro 5).

Cuadro 5. Contenido fenólico en pulpa de higo creciendo bajo cubierta de vidrio en Toluca, México, 2014.

| Ecotipo | mg/g |
|---------|-------|
| STM-2 | 2.78c |
| SMT-1 | 2.89b |
| Puebla | 3.09a |

Los valores con la misma letra, a nivel de la columna, no son estadísticamente diferentes con la prueba de Tukey al 0.05. Los datos son la media de tres repeticiones, tres lecturas por repetición

4.2.1.2. Cáscara

Por otro lado, en la cáscara existió mayor contenido de fenoles que en la pulpa; y se encontró diferencia estadística entre los tres ecotipos. Los resultados obtenidos muestran que Puebla y SMT-1 tienen más contenido de fenoles, superando a SMT-2 (Cuadro 6). Escobar (2010) encontró en limón real (*Citrus × limon*) 3.41 ± 0.21 11 mg eq. ac. galico/100 g de cáscara base seca, contenido similar al obtenido en este trabajo.

Cuadro 6. Contenido fenólico en las cáscaras de higo creciendo bajo cubierta de vidrio en Toluca, México, 2014.

| Ecotipo | mg/g |
|---------|---------|
| SMT-2 | 3.970 b |
| SMT-1 | 4.294 a |
| Puebla | 4.597 a |

Los valores con la misma letra, a nivel de la columna, no son estadísticamente diferentes con la prueba de Tukey al 0.05. Los datos son la media de tres repeticiones, tres lecturas por repetición

Es importante indicar que muchos consumidores de higo, así como de otras frutas, prefieren ingerir solo la pulpa y eliminar la cáscara. En el sentido del consumo de antioxidantes, esto genera un menor consumo de los mismos, ya que como se sabe, los compuestos fenólicos están asociados positivamente a la capacidad antioxidante de los frutos (Ducat *et al.*, 2011). Es importante concientizar al consumidor de aprovechar los fitoquímicos que se encuentran en la cáscara y semillas de diversas especies.

4.2.1.3. Hoja

Existió diferencia en el contenido de compuestos fenólicos entre los ecotipos; SMT-1 superó a STM-2 y Puebla con casi 6.0 mg/g de peso fresco (Cuadro 7). De acuerdo a diferentes autores, el potencial consumo de las hojas de SMT-1 aportaría mayor cantidad de antioxidantes que el de las hojas de las otras dos accesiones.

Cuadro 7. Contenido fenólico en hojas de higo creciendo bajo cubierta de vidrio en Toluca, México, 2014.

| Hoja | |
|--------|---------|
| STM-2 | 12.10 b |
| Puebla | 12.32 b |
| STM-1 | 18.59 a |

Los valores con la misma letra, a nivel de la columna, no son estadísticamente diferentes con la prueba de Tukey al 0.05. Los datos son la media de tres repeticiones, tres lecturas por repetición

En la Costa mediterránea, los higos son un componente importante de la dieta, que se considera ser una de los más sanas y está asociada con la longevidad de los habitantes de

dicha área geográfica (Trichopoulou *et al.*, 2006). Un importante beneficio en la dieta mediterránea es su alto nivel de antioxidantes naturales, derivados de vegetales y frutas, incluyendo higos, que contribuyen con vitaminas antioxidantes (Solomon *et al.*, 2006) y algunos de los más altos niveles de polifenoles de comúnmente están disponibles en frutas (Vinson *et al.*, 1999). Los antioxidantes de higos puede proteger a las lipoproteínas del plasma de la oxidación y de forma significativa elevar la capacidad antioxidante del plasma durante 4 h después del consumo (Vinson *et al.*, 2005). Los higos son ricos en minerales y azúcares también (Vinson *et al.*, 1999), predominantemente fructosa y glucosa (Melgarejo *et al.*, 2003.; Genna *et al.*, 2008). Esta situación puede aprovecharse en México debido a la buena adaptación de esta especie en nuestro país y al gusto de los habitantes por este fruto; sin embargo es posible aumentar el consumo per capital; dicho consumo en 1986 fue reportado en 0.2 kg por año, cantidad que puede considerarse muy baja comparada con el consumo de banano (16 kg) y mango (8.0 kg) (Palomo y Arriaga, 1993).

4.2.1.4. Infusión de hojas

El análisis de las infusiones de los tres ecotipos, muestran que Puebla presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos, superando a STM-1. Entre los ecotipos de STM, se observaron valores similares. (Cuadro 8).

Cuadro 8. Contenido fenólico en infusión de hoja de tres ecotipos de higo creciendo bajo cubierta de vidrio en Toluca, México.

| Ecotipo | mg/g |
|---------|---------|
| Puebla | 48.4 a |
| STM-1 | 30.8 b |
| STM-2 | 35.8 ab |

Los valores con la misma letra, a nivel de la columna, no son estadísticamente diferentes con la prueba de Tukey al 0.05. Los datos son la media de tres repeticiones, tres lecturas por repetición

Morales *et al.* (2008) determinaron el contenido de compuestos fenólicos en infusiones de hierbabuena (*Mentha spicata*), determinando aproximadamente 35 mg eq. ac. galico/g muestra seca, lo cual se asemeja a los valores presentados por STM-2 y se encuentra por debajo de los valores de Puebla. Cabe mencionar que las pruebas realizadas en dicho trabajo, las plantas se sometieron a estrés máximo y en el presente trabajo las pruebas fueron sin estrés. Esto quiere decir que las plantas aun pudieran dar un valor mayor en cuanto a fenoles.

Existen trabajos con valores superiores o al menos similares con hojas de otras especies. Chaves *et al.* (2001) encontraron en yerba mate (*Ilex paraguariensis*) 98.91 mg eq. ac clorogenico, el cual consideran como fenol, por gramo de hoja. Por otro lado, Horacio-Gúzman *et al.* (2005) reportan un contenido de fenoles totales en infusión de hierbabuena de 52 mg eq. Ac. gálico/g de muestra seca, el cual es similar al resultado obtenido en las pruebas de las hojas del higo ecotipo Puebla.

V. CONCLUSIONES

Tanto los frutos, hojas y las infusiones de éstas últimas de *Vitis popenoie* y *Ficus carica* presentan un alto contenido en compuestos fenólicos, esto en relación a lo establecido en la literatura. Para ambas especies, la infusión presentó mayor contenido de compuestos fenólicos que la extracción etanólica del tejido vegetal, lo cual no es el caso general reportado en la literatura, donde el contenido de las infusiones ha sido menor que en el tejido; posiblemente el tiempo de ebullición fue mayor en este ejercicio que el indicado en otros trabajos. En el caso de *V. popenoie*, el contenido fenólico en la cáscara y en la pulpa fue estadísticamente similar, aproximadamente 3.75 mg equivalente de ácido tánico por gramo de hoja fresca. Esta situación es importante, ya que muchas veces el contenido fenólico en la pulpa de los frutos es muy baja en relación al de la cáscara; el potencial de ingesta de compuestos fenólicos por el consumo de frutos de *V. popenoie* es alto, ya que como la mayoría de los frutos de las vides silvestres, supera el contenido de los frutos de los diversos cultivares de *V. vinifera*. El contenido de compuestos fenólicos en hojas de *V. popenoie* fue de 7 mg equivalente de ácido tánico por gramo de hoja fresca, resultado similar al reportado en hojas de otras especies de vid silvestre; la ebullición de dichas hojas generó una infusión con más de 180 mg equivalente de ácido tánico por gramo de hoja fresca. En el caso de *Ficus carica*, la pulpa sí presentó menor contenido de compuestos fenólicos que la cáscara; sin embargo, el contenido en la pulpa fue al menos de 2.8 mg equivalente de ácido tánico por gramo de pulpa fresca, y el ecotipo de Puebla presentó 3.09 mg equivalente de ácido tánico por gramo de pulpa fresca, superando estadísticamente a los dos ecotipos de Santa María Tlalmimilolpan. En cuanto a la cáscara, los ecotipos SMT-1 y Puebla superaron

estadísticamente a SMT-2, con al menos 0.3 mg equivalente de ácido tánico por gramo de cáscara fresca. Para hoja, el ecotipo SMT-1 superó a SMT-2 y Puebla, al presentar 18 mg equivalente de ácido tánico por gramo de hoja fresca. El consumo de ambos frutos tiene alto potencial en la adquisición de compuestos actioxidantes, ya que la literatura reporta una alta correlación entre el contenido fenólico y la actividad antioxidante.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Abdel –Hameed, S.S. 2009. Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian *Ficus* species leaf samples. *Food Chemistry* 114: 1271-1277.
- Akowuah, G.A; Zhari, I; Norhayati, I; Sadikun A. 2004. Radical scavenging activity of methanol leaf extracts of *Orthosiphon stamineus*. *Pharmacological Biology* 42: 629 - 635.
- Alonso, O.M.J. 2010. Plantas medicinales del uso tradicional al criterio científico. 79 pp. Discurso. Disponible en internet: http://www.fitoterapia.net/biblioteca/pdf/MJ_Alonso_RAFC.pdf (revisado 23/09/2014).
- Bevan, M; Shufflebottom, D; Edwards, K; Jefferson, R; Schech, W. 1989. Tissue and cell specific of a phenylalanine ammonia-lyase promoter in transgenic plants. *EMBO* 8: 1899-1906.
- Boursiquot, J.M. 2000. Development of methods for the conservation and the management of grape genetic resources. *Acta Horticulture* 528: 335 - 340.
- Çalışkan, O; Polat, A.A. 2011. Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accession from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae* 128: 473-478.
- Castillo, G.E; Martínez, S.I. 2007. Manual de fitoterapia. Masson. Barcelona, España. pp. 33-87.

- Chaves, M.G; Maiocchi, M.G; Avanza, J.R. 2001. Actividad antioxidante de infusiones de *Ilex paraguariensis*. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. Disponible en internet: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/8-Exactas/E-055.pdf> (Consultado el 12/10/2014).
- Cruz-Castillo, J.G; Franco-Mora, O; Famiani, F. 2009. Presence and uses of wild grapevine (*Vitis* spp.) in the central region of Veracruz in Mexico. Journal International Sciences de la Vigne et do Vin 43: 77 - 81.
- Escobar, B.M. 2010. Extracción de compuestos fenólicos de las cáscaras de cítricos producidos en México. Tesis de maestría en ciencias en alimentos. Universidad Autónoma del Estado de México. Cd. México, México. 101 p.
- Flanzky, C. 2003. Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. Mundi Prensa. Madrid, España. pp. 114 - 124.
- Franco, M. O; Cruz, C.J.G.; González, H.A; Pérez, L.D.J. 2012. Distribución y caracterización. En. Franco, M.O. y Cruz C.J.G. (Coord.). La vid silvestre en México. Actualidades y potencial. Universidad Autónoma del Estado de México y Altres-Costa-Amic. Puebla, México. pp. 42-67.
- Franco-Mora, O; Aguirre-Ortega, S; González-Huerta, A; Castañeda-Vildózola, A; Morales-Rosales, E.J. 2012. Characterization of *Vitis cinerea* Engelm. ex Millardet fruits from the southern region of the State of Mexico, Mexico. Genetic Resources and Crop Evolution 59: 1899 - 1906.

- Franco-Mora, O; Cruz-Castillo, J.G; Cortés-Sánchez, A; Rodríguez-Landero, A.C. 2008a. Localización y usos de vides silvestres (*Vitis* spp.) en el estado de Puebla, México. *Ra Ximhai* 4: 151 - 165.
- Franco-Mora, O; Morales-Rosales, E.J; González-Huerta A; y Cruz-Castillo, J.G. 2008b. Vegetative characterization of wild grapes (*Vitis* spp.) native to Puebla, México. *HortScience* 43: 1991 - 1995.
- Genna, A; De Vecchi, P; Maestrelli, A; Bruno, M. 2008. Quality of 'Dottato' dried figs grown in the Cosenza region, Italy. A sensory and physical-chemical approach. *Acta Horticulturae* 798: 319 - 323.
- Gião, M.S; González-Sanjose, M.L; Rivero-Pérez, M.D; Pereira, C.I; Pintado, M.E; Malcata, F.X. 2007. Infusions of Portuguese medicinal plants: dependence of final antioxidant capacity and phenol content on extraction features. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 2638 - 2647.
- Haslam, E. 1989. Plant polyphenols. Vegetable tannins. Cambridge University Press. Cambridge, USA. 61 p.
- Hertog, M.G.L; Vercauteren, J; Chenze, C; Triaud, J. 1996. Flavonols in wine and prevention of coronary heart disease in polyphenols. INRA. Paris, Francia. pp. 117-132.
- Horacio-Guzman, S; Torres-Pacheco, I; Mora-Avilés, A; Acosta-Gallegos, A; Miranda-Lopez, R; Guevara-Lara, R. 2005. Potencial de plantas de uso común en México como fuente de compuestos fenólicos, hierro y vitamina C. *Agricultura Técnica en México* 31: 115-113.

- Kuskoski, E.M; Asuero, A.G; Troncoso, A.M; Mancini-Filho, J; Fett, R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 25: 726 - 732.
- Melgarejo, P; Hernández, F; Martínez, J.J; Sánchez, J; Salazar, D.M. 2003. Organic acids and sugars from first and second crop fig juices. *Acta Horticulturae* 605: 237 - 239.
- Morales, DS.R; Oldoni, T; Regitano, M; Alencar, S. 2008. Antioxidant activity and compounds phenolic composition of herbal infusion consumed in Brazil. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 6: 41 - 47.
- Ocaña, DJ.R.L. 2009. Contenido foliar de compuestos fenólicos en vides silvestres (*Vitis* spp). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 45 p.
- Ocete, R.M.A; López, M; Lara, M; Del Tío, R. 1997. The sanitary state of a phylogenetic resource: the Spanish wild grapevine, *Vitis vinifera sylvestris* Gmelin (Hegi), populations. *Plant Genetic Resources Newsletter* 110: 5 - 12.
- Paladino, S. 2009. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos contenidos en las semillas de la vid (*Vitis vinifera* L.). Tesis presentada para acceder al grado académico de Magister en Alimentos (Mención en Ciencias) del Posgrado Regional Cooperativo en Alimentos. Universidades Nacionales de Cuyo, La Rioja, San Juan y San Luis. Universidad Nacional del Cuyo. Mendoza, Argentina. 100 p.

- Palomo, M.G.G; Arriaga, B.R. 1993. Atlas de ubicación de los productos agropecuarios utilizables en la planificación y desarrollo de la acuicultura en México. Secretaria de Pesca-Gobierno de México. Cd. México, México. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB461S/AB461S00.htm> (Consultado 12/10/2014).
- Parr, J.A; Bolwell, P. G. 2000. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 985 - 1012.
- Pérez, C; Canal, J.R; Torres M.D. 2003. Experimental diabetes treated with *Ficus carica* extract: effect on oxidative stress parameters. *Acta Diabetologica* 40: 3-8.
- Pérez, P.E; Ettiene, G; Marín, M; Casassa, P.A; Silva, N; Raga, J; González, C; Sandoval, L; Medina, D. 2014. Determinación de fenoles y flavonoides totales en hojas de guayabo (*Psidium guajava* L.). *Revista de la Facultad Agronómica. (LUZ)* 31: 60 - 77.
- Ramírez, M. 2004. Efecto de la administración oral de extractos vegetales con actividad antioxidante, sobre los niveles sanguíneos de glutatión peroxidasa en la rata. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala. 72 p.
- Rawsui, J. 1992. La higuera (*Ficus carica*) y otras plantas cultivadas en España. Universidad Madrileña. Madrid, España. 165 p.
- Red de vid Silvestre (s/f). Bases de datos de las colectas. Documento de acceso restringido.

- Ren, D.S; Duan, X.L; Abudu, K.D. 2000. Development and utilization of figs in Xinjiang. Quarterly Forest By-Product Spec China 53: 45 - 46.
- Richter, G; Schwarz, H.P; Dorner, F; Peter L. 2002. Activation and inactivation of human factor X by proteases derived from *Ficus carica* Linn. British Journal of Haematology 119: 1042 - 1051.
- Rzedowski, J; Calderón, G. 2005. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 131. Vitaceae. Instituto de Ecología. Pátzcuaro, Michoacán. 31p.
- Saeed, M.A; Sabir, A.W. 2002. Irritant potential of triterpenoids from *Ficus carica* leaves. Fitoterapia 73: 417-420.
- Schlaepfer, L; Mendoza, J.A. 2010. Las plantas medicinales en la lucha contra el cáncer, relevancia para México. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas 41: 18 - 27.
- Solomon, A; Golubowicz, S; Yablowicz, Z; Grossman, S; Bergman, M; Gottlieb, H; Altman, A; Kerem, Z; Flaishman, M.A. 2006. Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). Journal of Agriculture and Food Chemistry 54: 7717 - 7723.
- Strack, D. 1997. Phenolic metabolism. In: Dey, P.M; Harbone, J.B. (eds.). Plant Biochemistry. Academic Press. London, UK. pp. 387-416.
- Tobar, J.R. 2010. Determinación de fenoles con uso farmacológico en vides silvestres (*Vitis* spp.). Tesis de doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 165 p.

- Tobar-Reyes, J.R; Franco-Mora, O; Cruz-Castillo, J.G, Morales-Rosales, E. J. 2009. Resveratrol content in leaves of Mexican wild grapevines (*Vitis* spp.). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 41: 127 - 137.
- Tobar-Reyes, J.R; Franco-Mora, O; Morales-Rosales, E.J; Cruz-Castillo, J.G. 2011. Fenoles de interés farmacológico en hojas de vides silvestres (*Vitis* spp.) de México. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 10: 167 - 172.
- Trad, M; Le Bourvellec, C; Goalioche, B; Giinies, C; Renard, M.G.C.C; Mars, M. 2013. Caprifications modifies polyphenols but not cell wall concentrations in ripe figs. Scientia Horticulturae 160: 115-122.
- Trichopoulou, A; Vasilopoulou, E; Georga, K; Soukara, S; Dilis, V. 2006. Traditional foods: why and how to sustain them. Trends Food Science Technology 17: 498 - 504.
- Van der meer, J.H. 1990. Crecimiento y supervivencia de plántulas de *Welfia georgii* en un bosque pluvial en la costa caribeña de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 38: 7-20.
- Vinson, J, A; Zubik, L; Bose, P; Samman, N; Proch, J. 2005. Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. Journal of the American College of Nutrition 24: 44 - 50.
- Wallace, A. 1999. Historia y propiedades del higo *Ficus carica*. Fruta Viva 32: 123 - 130.
- Waterman, P. G; Mole, S. 1994. Analysis of phenolic plants metabolites. Blackwell Scientific Publications. London, U. K. 84 p.