

La fresa (*Fragaria X ananassa*): su valor económico y cultural en México e importancia en la producción de antioxidantes

Miriam Elizabeth Martínez Pérez¹

Teresita de Jesús Ruíz Anchondo²

Juan Luis Jacobo Cuéllar³

Resumen

El cultivo de fresa es apreciado por la cualidad gustativa del eterio, su alto valor nutricional rico en vitaminas y minerales y sus beneficios en salud humana debido a su actividad antioxidante en los compuestos fenólicos incluyendo antocianinas, taninos, ácidos fenólicos, flavanoles y flavonoles. También se han estudiado las bondades antioxidantes de sus hojas, las cuales han recobrado interés en el ámbito científico. Al ser México el tercer productor y el tercer exportador de fresa a nivel mundial, lo cual representa una importancia socioeconómica, se requiere conocer y difundir los atributos biológicos en sus compuestos fenólicos. Se ha reconocido socialmente la importancia de emplear dietas ricas en hortalizas, pero las evidencias científicas de su acción antioxidante, antiviral, antifúngica, antiinflamatoria, preventiva de cáncer son limitadas. Por otro lado, es importante destacar las condiciones de jornaleros (as) quienes impulsan el cultivo fresa en nuestro país. Por lo cual el objetivo del presente trabajo se enfocó en realizar una revisión del cultivo de fresa, sus beneficios en la producción de antioxidantes del metabolismo secundario, su valor económico y productivo regional en unidades económicas y las condiciones sociales laborales de sus jornaleros en México.

Conceptos clave: 1. Antioxidantes, 2. compuestos fenólicos, 3. fresa

Introducción

El cultivo de fresa (*Fragaria X ananassa*) en México es altamente redituable. El principal productor del cultivo es el estado de Michoacán el cual contribuye con 65.5% de la producción nacional; después Baja California con 23.3% y, posteriormente, Guanajuato con 9.3%; actualmente, México es el tercer productor mundial de fresas después de China y Estados Unidos, con un total de 861,337 toneladas, del cual 87.79% está destinado a Estados Unidos (SIAP & SADER, 2020). Por otro lado, los principales países exportadores son España, Estados Unidos y México; por lo cual México destaca como tercer país productor y exportador de fresa en el mundo (Ramírez Padrón et al., 2020). Por lo que es un cultivo exitoso en el comercio internacional el cual en fruta fresca genera un valor de 851'000.000 dólares (SENASICA & SADER, 2020).

¹ Maestra en Ciencias. Estudiante de Doctorado. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. mielmartinez@live.com.mx

² Doctora. Docente-investigadora. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. tr Ruiz@uach.mx

³ Doctor. Docente-Investigador. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. jljacobo@uach.mx

La fresa destaca por sus cualidades nutritivas (Aguilar et al., 2019; Hernández et al., 2022) y organolépticas: su característico sabor, e intenso color, su tamaño y forma, y su pulpa firme (López- Valencia et al., 2018). Otra cualidad que la distingue es que posee mayor actividad antioxidante que frutas como la toronja, naranja, uva roja, kiwi, manzana, tomate, pera y melón (Wang et al., 1996; Carvajal de Pabón et al., 2012).

La oxidación es fundamental para la vida porque forma parte de los procesos de obtención de la energía celular (Elejalde Guerra, 2001). Los radicales libres y el conjunto de especies reactivas relacionadas desempeñan un equilibrio homeostático redox (Dröge, 2002) y son necesarias para la salud, pero también son causa de estrés oxidativo cuando se presenta un exceso de oxidación y puede causar enfermedades y la generación de radicales libres (Elejalde Guerra, 2001). Razón por la cual el proceso debe ser controlado con una adecuada protección antioxidante (Avello & Suwalsky, 2019). Cuando el equilibrio se pierde y aumentan en forma sostenida la producción de especies reactivas, por ejemplo, de oxígeno, se genera mayor riesgo de presentarse enfermedades como el cáncer, diabetes mellitus, aterosclerosis, enfermedades neurodegenerativas, artritis reumatoide, lesión por isquemia/reperfusión, apnea obstructiva del sueño y aún otras enfermedades (Dröge, 2002).

Entre los antioxidantes que se ingieren por la dieta destacan las vitaminas y los compuestos fenólicos que neutralizan especies radicalarias empleando diversas estrategias. Estas especies pueden encontrarse en el plasma sanguíneo, el que puede estabilizar especies reactivas del oxígeno, previniendo reacciones que pueden generar especies aún más nocivas (Avello & Suwalsky, 2019).

No obstante a los beneficios antioxidantes, en calidad gustativa y nutritiva de la fresa, a la gran demanda nacional e internacional y a la generación de ingresos para el país, mencionados anteriormente, se han reportado precarias condiciones laborales para los jornaleros de fresas y en general de berries en México. Lo cual involucra bajos salarios, carencia de protección social, incluso no contar con contratos laborales que respalden su trabajo y acoso en el caso de mujeres lo que ha tenido como consecuencia que los trabajadores busquen trabajo en este rubro en empresas de Estados Unidos, consigan visas laborales, emigren y logren mejorar sus salarios (Rangel-Zaragoza et al., 2022), dejando al campo mexicano desprotegido.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo se centró en realizar una revisión del cultivo de fresa, sus beneficios en la producción de antioxidantes del metabolismo secundario, su valor económico y productivo regional en unidades económicas y las condiciones sociales laborales de sus jornaleros en México.

Material vegetativo parental de *Fragaria X ananassa*

La fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) fue obtenida mediante hibridación de *Fragaria virginiana* Duchense, nativa de la costa este de Norteamérica, y de la fresa chilena *Fragaria chiloensis* Duchense, nativa de Chile y presente en territorios de Norteamérica (Darrow, 1966) hasta la Patagonia (Chamorro, 2021). Las cuales se llevaron a Europa en el siglo XVIII (Darrow, 1966). Sus frutos presentan un alto contenido de fitoquímicos benéficos con una evidente importancia en la salud humana (Giampieri et al., 2012).

Se ha reconocido que poseen propiedades antiinflamatorias, antialérgicas, antivirales, antimicrobianas, antihelmínticas, actividades hepatoprotectoras, antihormonales, antitrombóticas, antimutagénicas, anticancerígenas y antineoplásicas (Lugasi & Tasas, 2002).

Descripción botánica de la planta de fresa

La planta de fresa, *Fragaria X ananassa*, es perenne, de porte herbáceo con tallos que portan una roseta de hojas en una estructura conocida como corona de la cual también brotan inflorescencias y estolones. Estos últimos producen yemas en sus extremos y son generadores de plántulas nuevas que emiten raíces adventicias (Bonet, 2011; Vázquez y Vázquez, 2016).

En la actualidad para el cultivo fresa se emplean híbridos interespecíficos; en estos cruces se utilizan las especies *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana* (Oliva y Oliva, 2018). Por esta razón, la producción de plantas de fresa no debe ser sexual sino asexual por medio de los órganos denominados estolones (Vázquez y Vázquez, 2016).

Los tallos florales no presentan hojas. Presenta un sistema radicular fasciculado. Sus hojas dispuestas en tres folíolos presentan sus bordes aserrados con nervadura central y pubescencia. Al pertenecer a la familia Rosaceae, se caracteriza por presentar flores de cinco pétalos, cinco sépalos y numerosos estambres, generalmente hermafroditas.

Su fruto es un poliaquenio con aquenios en el receptáculo que se vuelve carnoso y succulento en la madurez (eterio) (Bonet, 2011), es decir, un receptáculo carnoso de intenso color rojo y aroma, que contiene aquenios los cuales son los verdaderos frutos (Bonet, 2011; Castillejo, 2011).

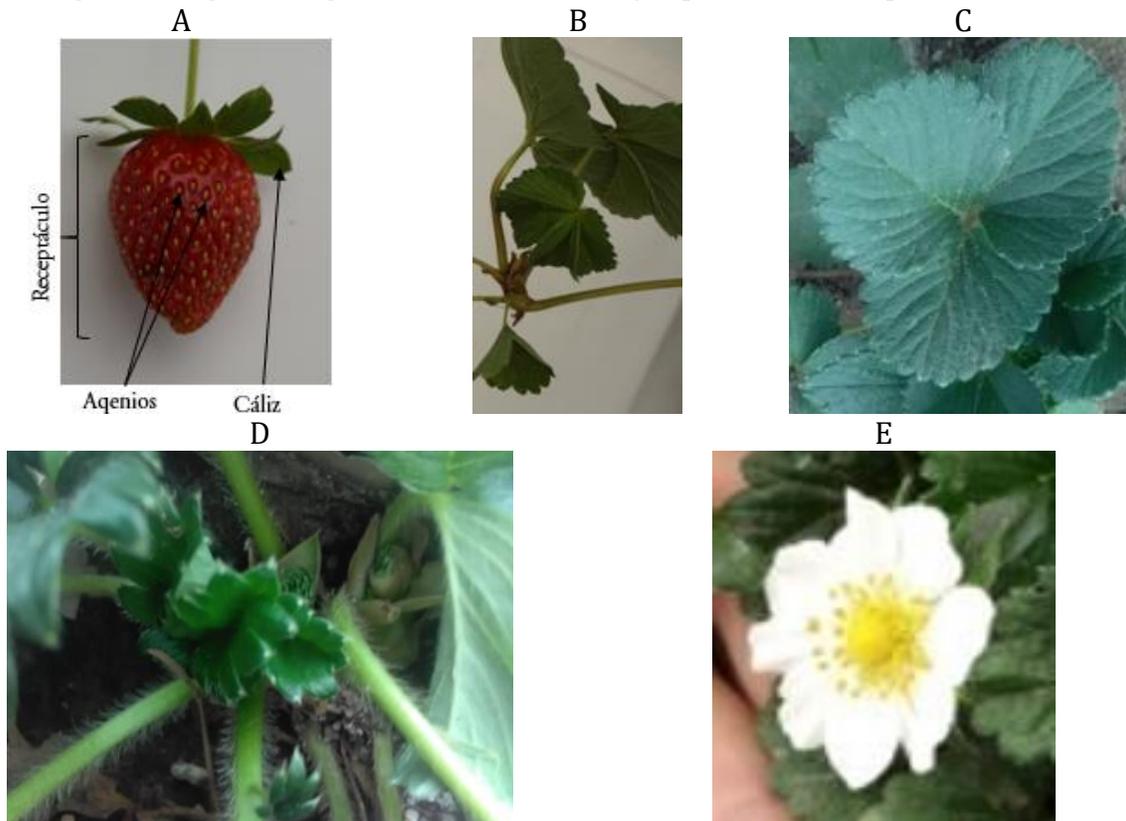
Requisitos de fotoperiodo, iluminación y temperatura del cultivo fresa

Las condiciones climáticas de México permiten la producción de berries entre septiembre y junio justo cuando la producción de USA está en sus niveles más bajos y requiere su importación para mantener su consumo, lo cual abre una oportunidad llamada ventana de invierno (González- Ramírez et al., 2020). El fotoperiodo y la temperatura son los principales factores ambientales que influyen en la floración de la fresa (Taylor, 2002). Los días largos y cálidos favorecen el desarrollo vegetativo como por ejemplo la formación de estolones, el alargamiento del pecíolo y el crecimiento del área foliar; se estimula la elongación del pecíolo con óptimos de 16 h y 18 °C y de 16 h y 24 °C para la formación de estolones. (Heide, 1977). Algunos trabajos indican que para favorecer la inducción floral se requieren temperaturas entre 10 y 25°C en un fotoperíodo de 12 horas (Sudzuki, 1988) y a temperaturas mayores de 28 °C las plantas de fresa se estresan y reducen significativamente la floración y, por ende, su producción (Maroto & Galarza 1988).

El cultivo de fresa prefiere una condición media de iluminación (Yuste, 1997). Prefiere áreas un poco sombreadas, pero para lograr frutos de calidad, la época de cosecha debería contar con bastante insolación (Benacchio, 1982). Necesitan 12h de luz diarias para tener buena productividad (Benacchio, 1982). El factor estrato impactó en el desarrollo y

rendimiento del cultivo, con el estrato alto en sistema piramidal se incrementó el número de hojas, ancho de la corona, número de frutos y rendimiento en 23.5 kg m² (Alvarado Chavez et al., 2020). La fresa requiere una condición climática de luminosidad favorable de 3000 h de sol anuales acompañada de una humedad relativa de 60 – 75% (Patiño et al., 2014). El cultivo de fresa prefiere un sustrato franco arenoso, con alto contenido de materia orgánica, buen drenaje y aireación (Benacchio, 1982) con un pH ligeramente ácido o neutro entre 6.5 y 7.5 (Ruíz et al 1999) y conductividad eléctrica entre 1.8 Y 2.0 ds en verano y 2.5 a 3 ds en invierno (Morgan, 2000). Respecto al consumo hídrico requiere entre 400 y 600 mm año⁻¹, pero también depende del tipo de sustrato y el tipo de sistema de cultivo (Morgan, 2000). En la Figura 1 se presentan los órganos vegetativos, floral, el receptáculo carnoso y frutos que integran una planta de fresa.

Figura 1. Órganos vegetativos, floral, eterio y aquenios de una planta de fresa



A: Eterio con exposición de aquenios. B: Plántula formando raíces. C: Hoja compuesta de tres folíolos. D: Brotación de hojas. E: Flor mostrando pétalos y múltiples estambres

Valor económico del cultivo fresa en México

Fragaria x ananassa es un cultivo de importancia socioeconómica para México (González-Jiménez et al., 2020). México es el tercer productor mundial de fresas después de China y Estados Unidos, con un total de 861,337 toneladas, del cual 52.21% se dedica al mercado externo y contribuye con 14.83% del valor de las exportaciones mundiales. Además, representa 87.79% de las importaciones de Estados Unidos (SIAP y SADER, 2020). Por otro lado, los principales países exportadores son España, Estados Unidos y México; por lo cual

México destaca como tercer país productor y exportador de fresa en el mundo (Ramírez Padrón et al., 2020). En 2021, la exportación de fresas registró un valor de 747,478,000.00 dólares norteamericanos con lo cual se consolidaron como el cuarto producto agrícola con más aceptación y venta exterior (SADER y SIAP, 2021).

En México son catorce los estados productores de fresa debido a sus condiciones geográficas, climáticas e hídricas; de ellos destacan tres:

Michoacán, el cual cuenta a su vez con ocho áreas productoras: Zamora, Pátzcuaro, Zitácuaro, Sahuayo, Uruapan, La Piedad, Morelia y Apatzingán (Zamora y Baez-Figueroa, 2022) con una producción de 326675.6 t (SADER, 2021) y de acuerdo a la Matriz de Análisis de Políticas el cultivo fresa es de los más cosechados en el estado con una rentabilidad del 41%, \$437,429.00 por hectárea plantada y cosechada (Zamora y Baez-Figueroa, 2022).

Según Zamora y Baez-Figueroa, (2022), aunque Michoacán es el principal estado productor de fresa, enfrenta diversos problemas actuales como lo es la falta de recursos financieros, sobre todo para los nuevos productores. Por lo anterior, se requieren nuevas estructuras financieras y planes de ahorro que permitan generar recursos y no lastimen el retorno de la inversión y logren proteger a los productores en caso de mermas en la cosecha. También se requiere de tecnología especializada para realizar el corte de frutas, el empaquetado y etiquetado, lo cual repercute en el costo de las exportaciones. También, se requieren asociaciones de productores para contar con su propio manejo de almacenamiento y transporte y firmas de contratos de ventas anticipadas con precios establecidos, así como seguros para la producción y cosecha. Por otro lado, Se precisa estudiar las normas sanitarias de otros países y llevarlas a cabo completamente

Por otro lado, destaca Guanajuato, con veinte municipios productores de fresa y entre ellos es reconocido Irapuato por su calidad de fresa, produjo 184588.5 t (SADER y SIAP, 2021)

Otro estado sobresaliente en producción de fresa es Baja California, en donde resalta el municipio de Ensenada. En 2021, logró una producción de 99,340.27 t (SADER y SIAP, 2021).

En el Cuadro 1 se presenta la producción estatal, 2021 de los principales estados y municipios de México productores de fresa.

Cuadro 1. Resumen nacional por estado durante el 2021 en espacios de riego y temporal

Estado y municipios productores de fresa	Volumen de producción (toneladas)	Volumen de producción (t ha ⁻¹)	Precio medio rural (peso mexicano)	Valor de producción (peso mexicano)
Michoacán				
Zamora Chavinda	5755.25	54.81	19419.66	111765019
Zamora Ecuandureo	2074.28	54.59	19482.57	40412314.5
Zamora Ixtlán	28582.2	52.93	19527.53	558139792
Zamora Jacona	39979	54.77	19462.86	778105619
Zamora Tangamandapio	1835.4	52.44	19459.94	35716773.9
Zamora Zamora	112447	55.39	19589.76	2202809232
Zamora Tanganzícuaro Chilchota	10635.7	55.98	19506.64	207466721
Zamora Tanganzícuaro Purépero	786.6	52.44	19609.37	15424730.4

MIRIAM MARTÍNEZ, TERESITA RUÍZ Y LUIS JACOBO

Zamora Tanganzúaro Tanganzúaro	54532.8	55.65	19436.25	1060009
Zamora Tanganzúaro Tlazazalca	1904.65	54.42	19424.58	36997022.5
Sahuayo Venustiano Carranza Vista Hermosa	1100.16	34.38	13200	14522112
Sahuayo Jiquilpan	5100	25.5	12600	64260000
La piedad Numarán Churintzio	398.82	25.73	28000	11166960
La Piedad Numarán La Piedad	1345.39	29.53	28059.46	37750916.9
La Piedad Zacapu Jiménez	366.8	26.2	24912.58	9137934.34
La Piedad Zacapu Panindícuaro	11715	33	24392.23	285754975
La Piedad Zacapu Panindícuaro	7940	20	18597.68	147665579
La Piedad Sixto Verduzco Puruándiro	2898	23	24989.28	72420962
La Piedad Sixto Verduzco José Sixto Verduzco	484.5	32.3	25257.18	122371104
La Piedad Sixto Verduzco Angamacutiro	9732.8	30.8	23260.1	226385901
La Piedad José Sixto Verduzco	484.5	32.3	25257.18	12237103.7
Pátzcuaro Quiroga Huiramba	3938	35.8	22867.79	90053357
Pátzcuaro Quiroga Lagunillas	1969	35.8	22880.78	45052255.8
Pátzcuaro Quiroga Tzintzuntzan	1394.6	36.7	22920.47	31964887.5
Morelia	7669.95	50.57	18847.44	144558922
Zitácuaro Contepec	390.06	21.67	14800	5772888
Zitácuaro Maravatío	6902.5	13.75	13734.78	94804319
Zitácuaro Ciudad Hidalgo Hidalgo	1650.4	20.63	12839.21	21189832.2
Zitácuaro Ciudad Hidalgo Irimbo	239.96	17.14	13484.17	3235661.43
Zitácuaro Ciudad Hidalgo Tuxpan	479.92	17.14	12775	6130978
Zitácuaro Ciudad Hidalgo Tuxpan	1019.92	26.84	14933.33	15230801.9
Zitácuaro Zitácuaro	422.4	17.6	13596.55	5743182.72
Zitácuaro Zitácuaro	500.04	27.78	14020	7010560.8
Baja California				
Ensenada	90547.89	44.2	30939.32	2801489705
Ensenada	1080	27	38600	41688000
Mulegé	7599.88	51.35	21316.41	162002131
La Paz	112.5	12.5	12950	1456875
Guanajuato				
Dolores Hidalgo	1140	38	9500	10380000
San Luis de la Paz	283.99	40.57	14664.99	4164710.5
León León León	54	27	12220.68	659916.72
León San Francisco Manuel Doblado	3840	64	16753.86	64334822
León San Francisco Purísima del Rincón	1364	62	16320.97	22261803
León San Francisco del Rincón	945	63	16195.24	15304502
León Silao de la Victoria	4472.04	57.33	14966.31	66929921
León Silao de la Victoria	2640	66	15340.56	40499078
Celaya Jerécuaro	1190.2	27.05	10784.27	12835438
Irapuato	35290.92	64.05	10712.52	378054684
San Diego de La Unión	1140	38	9500	10830000
San José Iturbide	283.99	40.57	14664.99	4164710.51
León	54	27	12220.68	659916.72
Manuel Doblado	3840	64	16753.86	64334822.4
Purísima del Rincón	1364	62	16320.97	22261803.1
San Francisco del Rincón	945	63	16195.24	15304501.8

LA FRESA (FRAGARIA X ANANASSA): SU VALOR ECONÓMICO Y CULTURAL EN MÉXICO E IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN DE ANTIOXIDANTES

Romita	4472.04	57.33	14966.31	66929920.8
Silao de La Victoria	2640	66	15340.56	40499078.4
Jerécuaro	1190.2	27.05	10784.27	12835438.2
Irapuato Irapuato	35290.92	64.05	10712.52	378054684
Irapuato Pueblo Nuevo	541.12	28.48	9149.88	4951183.1
Pénjamo	972	64.8	12087.19	11748748.7
Acámbaro Acámbaro	114	22.8	12552.41	1430974.74
Acámbaro Tarandacuao	26704	66.76	13198.18	352444199
Cortazar Salvatierra	30360.6	60.6	12259.8	3714719.4
Cortazar Valle Santiago	3669.93	49.46	11367.62	41718370
Cortazar Valle Santiago Valle de Santiago	533	65	10625.22	5663242.3
Cortazar Salamanca	850.46	65.42	10645.15	9053274.3
Cortazar Abasolo	10797	59.98	10771.28	116297483
Santiago Maravatío	303	60.6	12259.8	3714719.4
Jaral del Progreso	3669.93	49.46	11367.62	41718369.7
Salamanca	3633.16	29.78	9601.26	34882913.8

Fuente: Elaborado por los autores con información publicada por SADER y SIAP, (2021)

Composición nutrimental de la fresa

El alto valor nutritivo en minerales y vitaminas enriquece el producto fresa. El interés de los consumidores en alimentos benéficos para la salud ha impulsado su demanda mundial (Foito et al., 2018). El Cuadro 2 muestra sus propiedades en una cantidad de 100 g de fresa.

Cuadro 2. Propiedades nutritivas en 100 g de fresas

Nutrientes	Valor en 100 g
Agua (g)	91.570
Energía (kcal)	30.000
Proteína (g)	0.610
Grasa total (g)	0.370
Carbohidratos (g)	7.020
Fibra dietética (g)	2.300
Ceniza (g)	0.430
Minerales (mg)	
Calcio	14.000
Fierro	0.380
Magnesio	10.000
Fósforo	19.000
Potasio	166.000
Sodio	1.000
Zinc	0.130
Cobre	0.049
Manganeso	0.290
Selenio	0.700
Vitaminas	
Vitamina C (mg)	56.700
Tiamina (mg)	0.020
Riboflavina (mg)	0.066

Niacina	(mg)	0.230
Ácido	(mg)	0.340
Pantoténico		
Vitamina B 6	(mg)	0.059
Ácido Fólico	(mcg)	17.700

Fuente: Departamento de Agricultura de Carolina del Norte y Servicios al Consumidor, (2022)

Las fresas constituyen una fuente de compuestos antioxidantes benéficos para la salud

Existe una relación positiva entre los componentes nutricionales de los alimentos y la salud humana; lo cual ha originado una preferencia al consumo de alimentos saludables. Actualmente los consumidores buscan satisfacer sus demandas sensoriales en alimentos y también encontrar en ellos propiedades nutricionales y beneficios para la salud (Gil et al., 2023). En este sentido, los antioxidantes dietéticos dentro de sus actividades biológicas permiten regular las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno y colaboran en la regulación de la homeóstasis y vías de señalización redox (Hunyadi, 2019). En este equilibrio redox, la oxidación de un compuesto involucra la pérdida de electrones de hidrógenos con la ganancia de oxígeno en una molécula y la reducción es, a la inversa, la ganancia de electrones de hidrógenos con la pérdida de oxígeno (Quintanar y Calderón, 2009).

En contraparte, el estrés oxidativo puede presentarse por un incremento en la producción de radicales libres y/o una disminución en la defensa antioxidante; si los antioxidantes celulares no controlan la sobreexpresión de las especies reactivas de oxígeno y las especies reactivas de nitrógeno, se pueden dañar las células y los tejidos incluso el ADN, proteínas y lípidos y entonces ocurre una muerte celular, activación de apoptosis, necrosis, y la ruptura de la matriz extracelular (Battino et al., 2020; Kalt, 2005).

En conjunto, los antioxidantes actúan en la prevención de enfermedades crónicas ocasionadas por estrés oxidativo. Estos compuestos colaboran en la disminución de riesgo en problemas cardiovasculares, mejoran la función endotelial vascular y disminuyen la trombosis (Beattie et al., 2005).

De esta manera son valiosos los diversos compuestos biológicos que no sólo actúan como antioxidantes, sino que pueden también mejorar la actividad antioxidante como, por ejemplo, carotenoides, ácidos orgánicos como el cítrico, málico, oxálico, salicílico y elágico, además de taninos y compuestos fenólicos como flavanoles (flavan-3-oles), elagitaninas, glucósidos de quercetina, antocianinas, catequina, y kaempferol, que son uno de los principales grupos de fitoquímicos que benefician las propiedades organolépticas y la salud (Özcan & Haciseferogullar, 2007; da Silva et al., 2008; Aaby et al., 2012; Sapei & Hwa, 2014).

Las fresas destacan entre las hortalizas por su alto contenido de vitamina C, además de contener taninos y flavonoides como antocianinas, catequina, quercetina y kaempferol, ácidos orgánicos como el ascórbico, málico, oxálico, salicílico y elágico (da Silva et al., 2008; Özcan, & Haciseferogullar, 2007). En esta sección nos avocamos a la importancia de los compuestos encontrados en las fresas los cuales constituyen una fuente muy rica de compuestos antioxidantes:

Vitamina C

El ascorbato o vitamina C es un cofactor en numerosas reacciones metabólicas y es un nutriente esencial para conservar la salud humana. Sin embargo, los seres humanos no pueden sintetizar este compuesto debido a la inactivación del gen que codifica la enzima l-gulono- γ -lactona oxidasa, que es esencial para su síntesis (Lane & Richardson, 2014).

El suplemento con vitamina C reduce la incidencia de resfrío común en personas que practican actividad física (Hemilä & Chalker, 2013). Se ha demostrado que adultos con niveles más altos de vitamina C exhibieron menor peso, IMC y circunferencia de la cintura, así como mejores medidas de salud metabólica, incluidos HbA1c, insulina y triglicéridos, todos factores de riesgo para la diabetes tipo 2 y niveles más bajos de deterioro cognitivo leve en aquellos con las concentraciones plasmáticas más altas de vitamina C (Pearson et al., 2017).

También se ha evidenciado la capacidad del ascorbato dietético para mejorar la absorción de hierro no hemo en el intestino y dentro de los sistemas de los mamíferos puede regular la absorción y el metabolismo del hierro celular (Lane & Richardson, 2014). La vitamina C es una molécula antioxidante vital en el cerebro y ayuda a mantener la integridad y la función de varios procesos en el sistema nervioso central (SNC), incluida la maduración y diferenciación neuronal, la formación de mielina, la síntesis de catecolaminas, la modulación de la neurotransmisión y la protección antioxidante (Kocot et al., 2017).

Entre las frutas, las fresas se consideran unas de las más ricas en el contenido de vitamina C (Franke et al., 2004). Su contenido varía entre los 40-70 mg/100 g de fresas. Sin embargo, la vitamina C, también conocida como ácido ascórbico, se degrada fácilmente durante el almacenamiento (Sapei & Hwa, 2014).

Vitamina E

La vitamina E es considerada como antioxidante debido a su capacidad de inhibir la oxidación de constituyentes esenciales celulares y prevenir la formación de productos tóxicos de la oxidación (Wilson, 1998). Es un nutriente esencial soluble en grasa que funciona como antioxidante en el cuerpo humano y es esencial debido a que el cuerpo no puede fabricarla y los alimentos y suplementos deben proporcionarla (Sen et al., 2006).

La vitamina E ha mostrado una acción importante en la prevención de la carcinogénesis y la aterosclerosis debido a su acción antioxidante y su capacidad de atrapar radicales libres (Institute of Medicine, 2000). En este sentido, las dietas abundantes en frutas y verduras ricas en carotenoides y altos niveles de vitamina E (alfa-tocoferol) y betacaroteno, se relacionan con una reducción de riesgo de cáncer de pulmón (Heinonen et al., 1994). También se ha afirmado con base en evidencias científicas que la vitamina E permite la reducción de enfermedades cardiovasculares (Virtamo et al., 1998), y el mejoramiento del sistema inmune (Meydani et al., 1977).

Es importante mencionar que las alteraciones del SNC asociadas al envejecimiento afectan, en mayor o menor grado, a todas las áreas mentales, emocionales, sensitivas, y motoras del cerebro, pero sin llegar a producir ninguna discapacidad (Torrades, 2004). Una causa de la disminución funcional del SNC en el envejecimiento y las enfermedades

neurodegenerativas relacionadas con la edad es el aumento de la vulnerabilidad al estrés oxidativo y los antioxidantes como la vitamina E, previenen estas disminuciones. Lo cual se ha probado con extractos de fresa en la dieta de ratones en la actividad de la GTPasa (Joseph et al., 1998).

Ácido gálico

Dentro de los compuestos polifenólicos útiles en actividad antioxidante debido a que atrapa los radicales libres se encuentra el ácido gálico, ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico, el cual es antifúngico, antibacteriano y antiviral, y permite una reducción en daños al ácido nucleico (Choubey et al., 2015; Yao et al., 2017). También entre sus propiedades biológicas destaca como anticancerígeno, antimicrobiano, antimutagénico, antiangiogénico y antiinflamatorios además de su uso en el tratamiento de enfermedades críticas como depresión, infecciones microbianas, enfermedades relacionadas con los lípidos (Choubey et al., 2015) y recientemente, antiviral (Sánchez, 2017).

Ácido málico

El ácido málico es dicarboxílico formado en los ciclos metabólicos celulares de plantas y animales y su importancia radica en la producción de energía en el ciclo de Krebs (Ocak et al., 2009). Se requiere de ácido málico exógeno para aumentar la fosforilación oxidativa mitocondrial y la producción de ATP (Abraham & Flechas, 1992).

Otros estudios han evidenciado que el rendimiento del crecimiento, la capacidad antioxidante, los parámetros hematológicos y la expresión de genes relacionados con el sistema inmunológico mejoraron significativamente al agregar ácido málico al alimento de *Carassius auratus* gibelio en concentraciones adecuadas de 0.2% (Zhang et al., 2020).

El ácido málico también auxilia en la salud bucal debido a que tiene un efecto positivo en los valores del perfil salival y se puede utilizar como activo anticaries en niños (Aguirre-Aguilar et al., 2022).

Ácido elágico

El ácido gálico es obtenido por la degradación de elagitaninos presentes en diversos frutos y plantas (Márquez, 2020) y forma parte de la composición bioquímica de las fresas (Narayanan et al., 1999) al actuar como agente antioxidante y antiinflamatorio (Heber, 2008) ha demostrado diversas propiedades biológicas como son retrasar, inhibir o prevenir la oxidación de compuestos susceptibles a oxidación. Esto es debido a su capacidad para atrapar los radicales libres y disminuir así el estrés oxidativo. Se ha probado con su consumo su efecto benéfico cuando reduce los efectos secundarios después de exposiciones a radiación como lo son las radioterapias ya que el ácido elágico es un adyuvante eficaz para mejorar la radioterapia contra el cáncer, porque ha mostrado una efectiva citotoxicidad tumoral y reducido el daño celular normal causado por la irradiación. (Ahire & Mishra, 2017).

Además, el ácido elágico tiene actividad anti-mutagénica y anticancerígenas (Seeram, 2005). Se ha estudiado que inhibe ciertos tipos de cáncer inducidos por carcinógenos y puede

tener otras propiedades quimiopreventivas (Narayanan et al., 1999). También se ha comprobado el impacto del ácido elágico sobre el ciclo celular, la inhibición del crecimiento celular y el estímulo de apoptosis en células de carcinoma de cuello uterino (CaSki). Lo cual se logra con la activación de la proteína p21 inhibidora de cdk por el ácido elágico (Narayanan et al., 1999).

Por otro lado, se han realizado diversos trabajos en los cuales los resultados han comprobado que el ácido elágico desempeña una acción preventiva y terapéutica contra otros tipos de cáncer como el de próstata, de colon (Losso et al. 2004; Heber, 2008). El ácido elágico en concentraciones de 1-100 μM ./L mostró una fuerte actividad antiproliferativa contra las líneas celulares de cáncer de colon, mama y próstata (Losso, 2004).

Por otra parte, tiene efectos y mecanismos anti-angiogénesis en el cáncer de mama humano lo cual se ha demostrado empleando metodologías *in vitro* e *in vivo* (Wang et al., 2012). También se ha demostrado su fuerte actividad anti proliferativa contra células cancerígenas de pulmón (Losso et al., 2004) y contra células malignas de cáncer de piel, melanoma, cáncer de estómago, esófago, hígado y mama (Clifford & Scalbert, 2000).

En otros estudios, el ácido elágico también ha demostrado su actividad antimicrobiana, y cualidades antivirales incluso sobre la replicación del virus de VIH (Ruibal et al; 2003).

Antocianinas

Las antocianinas son pigmentos flavonoides acumulados principalmente en la vacuola celular (Wagner, 1982) y en las células epidérmicas de las hojas, ceras y tricomas, donde actúan como antioxidantes al defender a las plantas contra estrés biótico y abiótico (Sarma & Sharma, 1999). Son responsables de asociarse con el ADN para formar un complejo para proteger tanto al ADN como a la antocianina del daño causado por el radical $\text{OH}\cdot$ generado a través de la reacción de Fenton (Sarma & Sharma, 1999) y responsables de conferir el color característico desde el rojo hasta el azul a las diversas variedades frutales, vegetales y cereales (Garzón, 2008).

El color de las frutas y vegetales, sin embargo, depende de diversos factores, uno de ellos son los sustituyentes químicos que las estructuran y la posición de ellos en el grupo flavilio, intensificando más el color azul, si se aumentan los hidroxilos del anillo fenólico, o bien el rojo con la presencia de metoxilos (Badui, 2006), como es el caso de la fresa. Otros factores son el pH, la temperatura, la presencia de oxígeno y el ácido ascórbico, la concentración y actividad de agua de la matriz los cuales proporcionen la estabilidad del pigmento (Garzón, 2008). También participan las proteínas reguladoras en la biosíntesis de antocianinas las cuales a su vez dependen de los azúcares como la sacarosa que es proveedora de Carbono útil para la biosíntesis de antocianinas; todo esto determina la calidad del fruto (Wang y Maza, 2002) Otro grupo de fitoquímicos involucrado en la biosíntesis de las antocianinas son las hormonas (Dios-López et al., 2011).

En un estudio se analizó la composición de antocianinas en frutos de fresa de los cultivares Eris, Oso Grande, Carisma, Tudnew y Camarosa). En este análisis se detectaron veinticinco pigmentos de antocianina, la mayoría de ellos con pelargonidina (Pg) como

aglicona y algunos derivados de cianidina (Cy). El contenido total de antocianinas osciló entre 200 y 600 mg kg⁻¹, con Pg 3-gluc que constituye el 77-90 % de las antocianinas en los extractos de fresa, seguido de Pg 3-rut (6-11 %) y Cy 3-gluc (3-10 %). Estos resultados varían con el grado de madurez, factores edáfico-climáticos y almacenamiento poscosecha (da Silva et al., 2007).

En otro estudio se encontró la presencia de antocianinas en el plasma y en orina humana y en él, ancianas sanas consumieron 720 mg de antocianinas y en se les indicó extractos de berries en su alimentación a mujeres de edad avanzada (Cao et al., 2001).

El empleo de las antocianinas tiene varios beneficios en la salud humana. Uno de ellos es su empleo como colorantes en la industria de alimentos. Entre los colorantes artificiales el rojo 40 ha mostrado causar efectos de hiperactividad en niños (Garzón, 2008); por lo cual, se ha sugerido el empleo de antocianinas para su sustitución (Delgado-Vargas, F., & Paredes-López, O. (2002).

Otra cualidad de las antocianinas mediante su consumo es su capacidad antioxidante, al establecer una protección contra los radicales libres y la peroxidación lipídica (Tsai et al, 2002). Las antocianinas, sin afectar por efectos secundarios, han demostrado su facultad para reducir la oxidación de la lipoproteína LDL e inhibir la adipogénesis mediante la regulación de las vías de señalización adipogénicas y factores transcripcionales, además de modular la expresión génica de determinados microARN (Guardiola & Mach 2014). En otra investigación se evidenció que estos pigmentos tienen propiedades antitrombóticas, lo que sugiere que son promotores de la salud cardiovascular. (Rechner & Kroner 2005).

Por su parte, Li et al., (2015) realizaron un estudio con suplementos de antocianina purificada y comprobaron que ejerce efectos metabólicos beneficiosos en personas con diabetes tipo 2 al mejorar la dislipidemia, aumentar la capacidad antioxidante y prevenir la resistencia a la insulina. En esta investigación la suplementación redujo el colesterol LDL sérico, los triglicéridos, la apolipoproteína (apo) B-48 y apo C-III.

Quercetina

Los flavonoles son flavonoides con un grupo cetona y dentro de los más estudiados se encuentra la quercetina (Panche et al., 2016). En fresas frescas se ha detectado 9.7 mg Kg⁻¹ (Lugasi & Takács., 2002.). La ingesta de quercetina en la dieta, puede administrarse a través de alimentos ricos en esta sustancia o bien mediante complementos alimenticios que la contengan (Vicente- Vicente et al., 2013).

Se ha encontrado que la ingesta de flavonoles está asociada con una amplia gama de beneficios para la salud que incluyen el potencial antioxidante y la reducción del riesgo de enfermedad vascular (Panche et al., 2016). La quercetina exhibe efectos proapoptóticos directos sobre las células tumorales, esto significa que fomenta la apoptosis e impide la aparición y progresión del cáncer y, por lo tanto, puede inhibir el progreso de numerosos cánceres humanos (Rauf et al., 2018).

Se ha encontrado que la quercetina impide la proliferación de cáncer de mama, pulmón, hígado, colon, próstata y cuello uterino y tiene efectos antiinflamatorios, antialérgicos, y antivirales (Liu et al., 2017).

Kaempferol

El Kaempferol es un flavonoide clasificado como flavonol (Calderón-Montaño et al., 2011). En la planta los azúcares como la glucosa, la ramnosa, la galactosa y la rutina se unen normalmente al kaempferol para formar glucósidos (Calderón-Montaño et al., 2011). Los glucósidos tienen la propiedad de ser compuestos altamente polares, esto les confiere su absorción, mientras que las agliconas tienen una polaridad intermedia que facilita su absorción (Periferakis et al., 2022). Particularmente en las fresas frescas se ha detectado un contenido de Kaempferol de 9.7 mg Kg⁻¹ (Häkkinen et al., 2000).

Diversos estudios científicos han relacionado el aumento del consumo de flavonoides con la disminución de riesgo por incidencia de cáncer (Petrick et al., 2015). Respecto al kaempferol su potencial antiinflamatorio y antioxidante auxilia a prevenir daños en el ADN e inhibir la proliferación y el crecimiento de células cancerosas y promover la apoptosis en las células cancerosas; Además, de sus efectos antiinflamatorios y antioxidantes (Shahbaz et al., 2023). En otro estudio, se demostró que el Kaempferol suprime la metástasis celular a través de la inhibición de las vías de señalización ERK-p38-JNK y AP-1 en células de osteosarcoma humano U-2 OS. En esta investigación, el Kaempferol mostró efectos inhibitorios sobre la invasión y adhesión de células de osteosarcoma U-2 (OS) I y la célula ensayo de adherencia Kaempferol también inhibió la migración de Células U-2 OS de una manera dependiente de la concentración en diferentes puntos de tiempo de tratamiento por ensayo de cicatrización de heridas. Por lo que se ha sugerido una actividad potencial de kaempferol en la terapia de metástasis tumoral de OS (Chen et al., 2013).

Aspectos sociales, culturales y laborales de jornaleros (as) en la producción de fresa y en el campo hortofrutícola

El cultivo de fresa se encuentra presente en la dieta de millones de personas en el mundo (Schwab y Raab, 2004) y ha destacado entre las berries. Se ha difundido por la ventaja que posee de poder cultivarse durante casi todo el año y su capacidad para industrialización. Por otro lado, genera fuentes de empleo (Alcántara, 2009) en su fase agrícola e industrial, principalmente durante la cosecha (Crespo, 2016). Sin embargo, el trabajo no involucra únicamente factores productivos, también abarca diversos ámbitos de la vida social distinguiendo que el ser humano pueda o no subsistir (Aguilar y Colín, 2022). En general, en México se han reportado déficits en materia de vivienda, en salud, educación e higiene y la seguridad en el trabajo para los jornaleros agrícolas (Posadas, 2018).

Según González-Ramírez et al., (2020), en México se requieren hasta 720 jornaleros (as) por hectárea anualmente, la mayoría de ellos de origen indígena. En el caso del Valle de San Quintín en Baja California, México 37% de los jornaleros (as) pertenecen a un grupo étnico de los cuáles 38% desea migrar a Estados Unidos; en este lugar el sector de exportación hortofrutícola es el principal coadyuvante para la generación de empleos y se puede contribuir al desarrollo rural si se mejora la disponibilidad y transparencia de los contratos laborales si se consideran las preferencias de los trabajadores (Rangel-Zaragoza et al., 2022).

Pese a generar ingresos por exportaciones y el mercado local de fresa, se ha descrito una precaria condición laboral para jornaleros (as) en cultivo de berries en San Quintín los

cuales involucran bajos salarios, ausencia de protección social, acoso, violencia e incluso no contar con contratos laborales que respalden su trabajo; lo que ha tenido como consecuencia que los trabajadores busquen trabajo en este rubro en empresas de Estados Unidos, consigan visas laborales, emigren y logren mejorar sus salarios (Rangel-Zaragoza et al., 2022), pero estas acciones abandonan al campo mexicano y la producción de fresa.

Por otro lado, en Michoacán se reflejan condiciones de pobreza en el perfil socioeconómico de los trabajadores del campo; en esta área laboral los empresarios deciden el perfil sociodemográfico, laboral, salarial y subjetivo de la mano de obra (Posadas, 2018).

Conclusiones

El cultivo de fresa en México es próspero y permite destacar al país como productor, exportador y ofrecer fresas frescas con calidad nutritiva y organoléptica al comercio nacional e internacional.

El consumo de fresa en un hábito alimenticio disciplinario permite la protección antioxidante para la prevención y tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés celular oxidativo y mejorar la salud humana. Esta actividad antioxidante es útil como antiviral, antifúngica, antimutagénico, antiangiogénico y antiinflamatoria, preventiva de cáncer y arteriosclerosis, para regular la absorción y el metabolismo del hierro celular, ayuda a mantener la integridad y la función de diversos mecanismos en el sistema nervioso central como la maduración y diferenciación neuronal, la formación de mielina, la síntesis de catecolaminas, la modulación de neurotransmisores.

La protección antioxidante también previene el envejecimiento y las enfermedades neurodegenerativas, es antidepresiva, reduce el riesgo de enfermedades relacionadas con los lípidos y enfermedades cardiovasculares, auxilia en el cuidado y salud bucal, reduce los efectos secundarios después de exposiciones a radiación, es anti proliferativa contra células cancerígenas de pulmón, contra células malignas de cáncer de piel, melanoma, cáncer de estómago, esófago, hígado, colon, próstata, cuello uterino y mama.

Otros atributos de los efectos benéficos de compuestos antioxidantes son sus propiedades antitrombóticas y, por otra parte, ejerce efectos metabólicos beneficiosos en personas con diabetes tipo 2, mejorar la dislipidemia, y previene la resistencia a la insulina, previene daños en el ADN y una actúa en la terapia de metástasis tumoral de OS.

México tiene las condiciones climáticas aptas para el cultivo fresa en varios estados de la República y tiene la ventaja de su producción de finales del verano de un ciclo a final de la primavera del ciclo siguiente, lo cual representa una oportunidad de exportación a Estados Unidos. Sin embargo, aún no se proporcionan en el campo mexicano las condiciones laborales apropiadas para los trabajadores quienes contribuyen con la mano de obra tan necesaria, lo que ha ocasionado deserción laboral y migración a Estados Unidos. En este sentido, las personas proporcionan su fuerza laboral para cumplir no sólo su garantía fisiológica, sino también su seguridad social y superación personal. Al no contar con ello, su opción es migrar para encontrar mejores alternativas y calidad de vida personal y para sus familias, lo cual constituye un proceso demográfico y social que genera cambios culturales y también resta mano de obra con experiencia en el campo mexicano.

Referencias

- Aaby K, Mazur S, Nes A, & Skrede G.** (2012). Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening. *Food Chemistry* 132(1) 86-97. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.10.037. [Consultado el 18 de marzo de 2023].
- Abraham, G. E., & Flechas, J. D.** (1992). Management of Fibromyalgia: Rationale for the Use of Magnesium and Malic Acid. *Journal of Nutritional Medicine*, 3(1), 49–59. DOI:10.3109/13590849208997961. [Consultado el 29 de junio de 2023].
- Aguilar Tlatelpa, M., Volke Haller, V. ., Sánchez García, P., Pérez Grajales, M., & Fajardo Franco, M. L.** (2019). Concentración y extracción de macronutrientes en cuatro variedades de fresa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(6), 1287-1299. DOI: 10.29312/remexca.v10i6.1552. [Consultado el 15 de julio de 2023].
- Aguirre-Aguilar A. A., Delgado-Asmat E. E., Ríos-Caro T. E. , Aguirre-Aguilar A. A., Coronel-Zubiarte F. T.** (2022). Effectiveness of an oral moisturizer with malic acid/xylitol as anti-caries therapy in children. *Universitas Medica* 63(2). DOI: 10.11144/Javeriana.umed63-2.buca [Consultado el 5 de julio de 2023].
- Ahire, V. R., Kumar, A., Pandey, B. N., Mishra, K. P., & Kulkarni, G. R.** (2017). Ellagic Acid Enhanced Apoptotic Radiosensitivity via G1 Cell Cycle Arrest and γ -H2AX Foci Formation in HeLa Cells in vitro. *International Journal of Medical and Health Sciences*, 11(4), 184-189. Disponible en: <https://publications.waset.org/10007782/ellagic-acid-enhanced-apoptotic-radiosensitivity-via-g1-cell-cycle-arrest-and-gh-h2ax-foci-formation-in-hela-cells-in-vitro>. [Consultado el 5 de julio de 2023].
- Alcántara González, M. D. L.** (2009). Estimación de los daños físicos y evaluación de la calidad de la fresa durante el manejo poscosecha y el transporte simulado. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València. DOI: 10.4995/Thesis/10251/6473. [Consultado el 18 de marzo de 2023].
- Alvarado Chavez, J. A., Gomez Gonzales, A., Lara Herrera, A., Díaz Pérez, J. C., & Garcia Herrera, E. J.** (2020). Rendimiento y calidad de fruto de fresa cultivada en invernadero en sistema hidropónico piramidal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(8), 1737–1748. DOI:10.29312/remexca.v11i8.2460 [Consultado el 2 de marzo de 2023].
- Avello, M., & Suwalsky, M.** (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción)*, 494, 161-172. DOI: 10.4067/S0718-04622006000200010 [Consultado el 19 de julio de 2023].
- Badui D. S.** 2006. Química de los Alimentos. Editorial Pearson Educación, México.
- Battino, M., Giampieri, F., Cianciosi, D., Ansary, J., Chen, X., Zhang, D., Gil, E., & Forbes-Hernández, T.** (2020). The roles of strawberry and honey phytochemicals on human health: a possible clue on the molecular mechanisms involved in the prevention of oxidative stress and inflammation. *Phytomedicine*, 153170. doi:10.1016/j.phymed.2020.153170 [Consultado el 27 de mayo de 2023].

- Beattie, J., Crozier, A., & Duthie, G. G.** (2005). Potential health benefits of berries. *Current Nutrition & Food Science*, 1(1), 71-86. DOI: 10.2174/1573401052953294. [Consultado el 28 de mayo de 2023]
- Benacchio, S.** (1982). AMAZONIA Investigación sobre agricultura y uso de tierras. Susanna Benacchio Hecht (ed.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 448 p. file:///C:/Users/lenovo/Downloads/60293_61502%20(3).pdf. [Consultado el 7 de mayo de 2023].
- Bonet Gigante, J.** (2011). Desarrollo y caracterización de herramientas genómicas en *Fragaria* diploide para la mejora del cultivo de fresa. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2010/hdl_10803_42009/jbg1de1.pdf. [Consultado el 18 de marzo de 2023]
- Calderón-Montaña, J. M., Burgos-Morón, E., Pérez-Guerrero, C., & López-Lázaro, M. A.** (2011). review on the dietary flavonoid kaempferol. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry* 11, 298–344. DOI: 10.2174/138955711795305335 [Consultado el 17 de julio de 2023]
- Cao, G., Muccitelli, H. U., Sánchez-Moreno, C., & Prior, R. L.** (2001). Anthocyanins are absorbed in glycosylated forms in elderly women: a pharmacokinetic study. *The American journal of clinical nutrition*, 73(5), 920-926. DOI: 10.1093/ajcn/73.5.920. [Consultado el 12 de julio de 2023]
- Carvajal de Pabón, L. M., Yahia, C. E. H., Cartagena, R., Peláez, C., Gaviria, C. A., & Rojano, B. A.** (2012). Capacidad antioxidante de dos variedades de *Fragaria x ananassa* (weston) Duchesne (fresa) sometidas a variaciones en la nutrición vegetal. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(1), 37–53. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubplamed/cpm-2012/cpm121e.pdf>. [Consultado el 18 de julio de 2023]
- Chamorro, M. F.** (2021). Berries nativos patagónicos: Conocimiento tradicional y perfil antioxidante. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Comahue. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/16230?show=full>. [Consultado el 18 de marzo de 2023]
- Chen, H. J., Lin, C. M., Lee, C. Y., Shih, N. C., Peng, S. F., Tsuzuki, M., ... & Yang, J. S.** (2013). Kaempferol suppresses cell metastasis via inhibition of the ERK-p38-JNK and AP-1 signaling pathways in U-2 OS human osteosarcoma cells. *Oncology reports*, 30(2), 925-932. DOI: 10.3892/or.2013.2490. [Consultado el 18 de julio de 2023]
- Choubey, S., Varughese, L.R., Kumar, V., & Beniwal, V.** (2015) - Medicinal importance of gallic acid and its ester derivatives: a patent review. *Pharmaceutical Patent Analyst* 4 (4). DOI: 10.4155/ppa.15.14. [Consultado el 18 de mayo de 2023]
- Clifford, M. N., & Scalbert, A.** (2000). Ellagitannins—nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 1118-1125. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<1118::AID-JSFA570>3.0.CO;2-9. [Consultado el 10 de julio de 2023]

- Crespo, L.** (2016). Global value chain in agro-export production and its socio-economic impact in Michoacan, Mexico. *Agris On-Line Papers in Economics and Informatics*, VIII (1), 25–37. <https://doi.org/10.7160/aol.2016.080103>. [Consultado el 8 de mayo de 2023]
- da Silva, F. L., Escribano-Bailón, M. T., Alonso, J. J. P., Rivas-Gonzalo, J. C., & Santos-Buelga, C.** (2007). Anthocyanin pigments in strawberry. *LWT-Food Science and Technology*, 40(2), 374-382. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.018> [Consultado el 2 de junio de 2023]
- da Silva Pinto, M., Lajolo, F. M., & Genovese, M. I.** (2008). Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (Fragaria x ananassa Duch.). *Food Chemistry*, 107(4), 1629-1635. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.10.038 [Consultado el 2 de junio de 2023]
- Darrow, G. M.** (1966). The strawberry. History, breeding and physiology. New York. Holt, Rinehart & Winston. [Consultado el 20 de marzo de 2023]
- Delgado-Vargas, F., & Paredes-López, O.** (2002). Natural colorants for food and nutraceutical uses. CRC press. Florida. Disponible en: [eResearchgate.net/profile/Octavio-Paredes-Lopez/publication/31765528_Natural_Colorants_for_Food_and_Nutraceutical_Uses_F_Delgado_Vargas_O_Paredes_Lopez/links/547363270cf2d67fc0373437/Natural-Colorants-for-Food-and-Nutraceutical-Uses-F-Delgado-Vargas-O-Paredes-Lopez.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Octavio-Paredes-Lopez/publication/31765528_Natural_Colorants_for_Food_and_Nutraceutical_Uses_F_Delgado_Vargas_O_Paredes_Lopez/links/547363270cf2d67fc0373437/Natural-Colorants-for-Food-and-Nutraceutical-Uses-F-Delgado-Vargas-O-Paredes-Lopez.pdf). [Consultado el 11 de julio de 2023]
- Departamento de Agricultura de Carolina del Norte y Servicios al Consumidor.** (2020). Food and Drug Protection Division. Disponible en: <https://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/Fresas.pdf>. [Consultado el 2 de mayo de 2023]
- Dios-López, A. de., Montalvo-González, E., Andrade-González, I., & Gómez-Leyva, J. F.** Inducción de antocianinas y compuestos fenólicos en cultivos celulares de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) in vitro. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 2011 17 (2). Disponible en: cielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000200002. [Consultado el 11 de julio de 2023]
- Dröge, W.** (2002). Free radicals in the physiological control of cell función. *Physiological reviews*.82:1, 47-95. DOI: 10.1152/physrev.00018.2001. [Consultado el 20 de julio de 2023]
- Elejalde Guerra, J. I.** (2001). Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *Anales de Medicina Interna*, 18(6), 50-59. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-71992001000600010&lng=es&tlng=es. [Consultado el 20 de julio de 2023]
- Febles Fernández, C., Soto Febles, C., Saldana Bernabeu, A., & García Triana, B. E.** (2002). Funciones de la vitamina E: Actualización. *Revista Cubana de Estomatología* 39 (1) pp.28-32. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-75072002000100005&script=sci_arttext. [Consultado el 2 de julio de 2023]

- Foito, A., McDougall, G. J., & Stewart, D.** (2018). Evidence for health benefits of berries. *Annual Plant Reviews*, 1, 1–43. DOI: 10.1002/9781119312994.apr0600 [Consultado el 4 de mayo de 2023]
- Franke, A. A., Custer, L. J., Arakaki, C., & Murphy, S. P.** (2004). Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17(1), 1-35. DOI: 10.1016/S0889-1575(03)00066-8. [Consultado el 20 de mayo de 2023]
- Garzón, G. A.** (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: REVISIÓN. *Acta Biológica Colombiana* 13(3). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2008000300002&lng=en. [Consultado el 8 de julio de 2023]
- Giampieri, F., Tulipani, S., Álvarez-Suárez, J. M., Quiles, J. L., Mezzetti, B., & Battino, M.** (2012). The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28 (1), 9–19. DOI:10.1016/j.nut.2011.08.009. [Consultado el 20 de marzo de 2023]
- Gil, K. A., Nowicka, P., Wojdyło, A., Serreli, G., Deiana, M., & Tuberoso, C. I. G.** (2023). Antioxidant Activity and Inhibition of Digestive Enzymes of New Strawberry Tree Fruit/Apple Smoothies. *Antioxidants*, 12(4), 805. DOI: 10.3390/antiox12040805. . [Consultado el 16 de mayo de 2023]
- González-Jiménez, S. L., Castillo-González, A. M., del Rosario García-Mateos, M., Valdez-Aguilar, L. A., Ybarra-Moncada, C., & Avitia-García, E.** (2020). Response of strawberry CV. festival to salinity. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 53–60. DOI: 10.35196/RFM.2020.1.53. [Consultado el 16 de marzo de 2023]
- González-Ramírez, M. G., Santoyo-Cortés, V. H., Arana-Coronado, J. J., & Muñoz-Rodríguez, M.** (2020). The insertion of Mexico into the global value chain of berries. *World Development Perspectives*, 20, 100240. DOI: 10.1016/j.wdp.2020.100240. [Consultado el 16 de mayo de 2023]
- Guardiola, S., & Mach, N.** (2014). Potencial terapéutico del Hibiscus sabdariffa: una revisión de las evidencias científicas. *Endocrinología y Nutrición*, 61(5), 274–295. DOI:10.1016/j.endonu.2013.10.012. [Consultado el 12 de julio de 2023]
- Häkkinen, S. H., Kärenlampi, S. O., Mykkänen, H. M., & Törrönen, A. R.** (2000). Influence of Domestic Processing and Storage on Flavonol Contents in Berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(7), 2960–2965. DOI:10.1021/jf91274c. [Consultado el 16 de julio de 2023]
- Heber, D.** (2008). Multitargeted therapy of cancer by ellagitannins. *Cancer Letters*, 269(2), 262–268. DOI:10.1016/j.canlet.2008.03.043. [Consultado el 9 de junio de 2023]
- Heide, O. M.** (1977). Photoperiod and Temperature Interactions in Growth and Flowering of Strawberry. *Physiologia Plantarum*, 40(1), 21–26. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1977.tb01486.x [Consultado el 21 de marzo de 2023]
- Heinonen, O. P., H, J. K., Albanes, D., Haapakoski, J., Palmgren, J., Pietinen, P., Pikkariainen, J., Rautalahti, M., Virtamo, J.** (1994). The effect of vitamin E and

betacarotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. The alpha-Tocopherol, Betacarotene Cancer prevention study group. *New England Journal of Medicine* 330. DOI: 10.1056/NEJM199404143301501. [Consultado el 21 de junio de 2023]

Hemilä, H., & Chalker, E. (2013). Vitamin C for preventing and treating the common cold. *Cochrane database of systematic reviews*, (1). DOI: 10.1002/14651858.cd000980.pub4. [Consultado el 12 de junio de 2023]

Hernández Valencia, Rey David, Juárez Maldonado, Antonio, Pérez Hernández, Armando, Lozano Cavazos, Carlos Javier, Zermeño González, Alejandro, & González Fuentes, José Antonio. (2022). Influencia de fertilizantes orgánicos y del silicio sobre la fisiología, el rendimiento y la calidad nutracéutica del cultivo de fresa. *Nova scientia*, 14(28), 00001. Epub 01 de agosto de 2022. <https://doi.org/10.21640/ns.v14i28.3032>

Hunyadi, A. (2019). The mechanism (s) of action of antioxidants: From scavenging reactive oxygen/nitrogen species to redox signaling and the generation of bioactive secondary metabolites. *Medicinal research reviews*, 39(6), 2505-2533. DOI: <https://doi.org/10.1002/med.21592> [Consultado el 21 de marzo de 2023]

Institute of Medicine. (2000). National Academy of Science, Food and Nutrition Board, Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids. National Academy Press. Washington DC, USA.

Joseph, J. A., Shukitt-Hale, B., Denisova, N. A., Prior, R. L., Cao, G., Martin, A., Taglialatela, G. & Bickford, P. C. (1998). Long-term dietary strawberry, spinach, or vitamin E supplementation retards the onset of age-related neuronal signal-transduction and cognitive behavioral deficits. *Journal of Neuroscience*, 18(19), 8047-8055. DOI:10.1523/JNEUROSCI.18-19-08047.1998

Kalt, W. (2005). Effects of Production and Processing Factors on Major Fruit and Vegetable Antioxidants. *Journal of Food Science*, 70(1), R11-R19. DOI:10.1111/j.1365-2621.2005.tb09053.x [Consultado el 21 de mayo de 2023]

Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits, *Food & nutrition research*, 61(1), 1361779, DOI: <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>. [Consultado el 13 de julio de 2023]

Kocot, J., Luchowska-Kocot, D., Kiełczykowska, M., Musik, I., & Kurzepa, J. (2017). Does vitamin C influence neurodegenerative diseases and psychiatric disorders?. *Nutrients*, 9(7), 659. DOI: 10.3390/nu9070659. [Consultado el 18 de junio de 2023]

Lane D. J, Richardson D. R. (2014). The active role of vitamin C in mammalian iron metabolism: much more than just enhanced iron absorption! *Free radical biology and medicine*, 2014 Oct;75:69-83. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2014.07.007. [Consultado el 28 de junio de 2023]

- Li, D., Zhang, Y., Liu, Y., Sun, R., & Xia, M.** (2015). Purified anthocyanin supplementation reduces dyslipidemia, enhances antioxidant capacity, and prevents insulin resistance in diabetic patients. *The Journal of nutrition*, 145(4), 742-748. DOI: 10.3945/jn.114.205674. [Consultado el 15 de julio de 2023]
- Liu, Y., Tang, Z. G., Lin, Y., Qu, X. G., Lv, W., Wang, G. B., & Li, C. L.** (2017). Effects of quercetin on proliferation and migration of human glioblastoma U251 cells. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 92, 33-38. DOI: 10.1016/j.biopha.2017.05.044. [Consultado el 17 de julio de 2023]
- López-Valencia, D., Sánchez-Gómez, M., Acuña-Caita, J. F., & Fischer, G.** (2018). Propiedades fisicoquímicas de siete variedades destacadas de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivadas en Cundinamarca (Colombia), durante su maduración. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(1), 147-162. DOI: 10.21930/rcta.vol19_num1_art:528 [Consultado el 19 de julio de 2023]
- Losso, J. N., Bansode, R. R., Trappey, A. 2nd, Bawadi, H. A., & Truax, R.** (2004). In vitro anti-proliferative activities of ellagic acid. *J Nutr Biochem*. Nov; 15(11) DOI: 10.1016/j.jnutbio.2004.06.004. PMID: 15590271. [Consultado el 9 de julio de 2023]
- Lugasi, A., & Takács, M.** (2002). Flavonoid aglycons in foods of plant origin II. fresh and dried fruits. *Acta Alimentaria*, 31(1), 63-71. DOI:10.1556/aalim.31.2002.1.7 [Consultado el 17 de julio de 2023]
- Maroto, J. V. & López-Galarza, S.** (1989) The spanish strawberry industry. International strawberry symposium, Cesena - Italy, 22-27 May. *Acta Horticulturae* II, No 265:653-658. [Consultado el 21 de marzo de 2023]
- Meydani, S. N., Meydani, M., Blumberg, J. B., Leka, L. S., Siber, G., Loszewski, R., Thompson, C., Pedrosa, M. C., Diamond, R. D., & Stollar, B. D.** (1997) Vitamin E supplementation and in vivo immune response in healthy elderly subjects. A randomized controlen trial. *JAMA* 277, 1380-1386, 1997. DOI: 10.1001/jama.1997.03540410058031. [Consultado el 4 de junio de 2023]
- Morgan, L.** (2002). Producción intensiva de fresa. *Productores de Hortalizas* 11(8): 14-17. [Consultado el 26 de marzo de 2023]
- Narayanan, B. A., Geoffroy, O., Willingham, M. C., Re, G. G., & Nixon, D. W.** (1999). Expression and its possible role in G1 arrest and apoptosis in ellagic acid treated cancer cells. *Cancer letters*, 136(2), 215-221. DOI: 10.1016/S0304-3835(98)00323-1. [Consultado el 5 de julio de 2023]
- Ocak, N., Erener, G., Altop, A., & Kop, C.** (2009). The Effect of Malic Acid on Performance and Some Digestive Tract Traits of Japanese Quails. *The Journal of Poultry Science*, 46(1), 25-29. DOI: 10.2141/jpsa.46.25. [Consultado el 1 de julio de 2023]
- Oliva M., & Oliva I. J.** (2018). Producción de plantas hijas a partir de estolones en cinco variedades de fresa (*Fragaria* spp.) manejadas bajo condiciones de invernadero en Molinopampa, Amazonas. *Revista de investigación de Agro producción sustentable* 2(2): 65-72, 2018 ISSN: 2520-9760. DOI: 10.25127/aps.20182.394 [Consultado el 22 de marzo de 2023]

- Özcan, M. M., & Haciseferoğulları, H.** (2007). The strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: chemical composition, physical properties and mineral contents. *Journal of Food Engineering*, 78(3), 1022-1028. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.12.014 [Consultado el 5 de junio de 2023]
- Quintanar Escorza, M. A., & Calderón Salinas, J. V.** (2009). La capacidad antioxidante total. Bases y aplicaciones. *Revista de educación bioquímica*, 28(3), 89-101. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2009/reb093d.pdf>. [Consultado el 5 de junio de 2023]
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R.** (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science* 5. DOI: 10.1017/jns.2016.41. [Consultado el 16 de julio de 2023]
- Patiño Sierra, D. I., García Valencia, E. L., Barrera Bello, E., Rodríguez Mariaca, H. D., Arroyave Tobón, I.C., & Quejada Rovira, O.** (2014). Manual técnico del cultivo de fresa bajo buenas prácticas agrícolas. Departamento de Antioquía (ed.). Primera edición. Medellín, Colombia. ISBN: 978-958-8711-51-5.71 p. [Consultado el 19 de marzo de 2023]
- Pearson, J. F., Pullar, J. M., Wilson, R., Spittlehouse, J. K., Vissers, M. C., Skidmore, P. M., Willis, J., Cameron, V., & Carr, A. C.** (2017). Vitamin C status correlates with markers of metabolic and cognitive health in 50-year-olds: findings of the CHALICE cohort study. *Nutrients*, 9(8), 831. DOI: <https://www.mdpi.com/2072-6643/9/8/831>. [Consultado el 19 de mayo de 2023]
- Periferakis, A., Periferakis, K., Badarau, I. A., Petran, E. M., Popa, D. C., Caruntu, A., Costache, R. S., Scheau, C., Caruntu, C., & Costache, D. O.**(2022). Kaempferol: Antimicrobial Properties, Sources, Clinical, and Traditional Applications. *International Journal of Molecular Sciences*. 23(23):15054. DOI: 10.3390/ijms232315054. [Consultado el 16 de julio de 2023]
- Petrick, J.L.; Steck, S.E.; Bradshaw, P.T.; Trivers, K.F.; Abrahamson, P.E.; Engel, L.S.; He, K.; Chow, W.H.; Mayne, S.T.; Risch, H.A.; Vaughan, T. L., & Gammon, M. D.** (2015). Dietary intake of flavonoids and oesophageal and gastric cancer: Incidence and survival in the United States of America (USA). *British Journal of Cancer* 112, 1291–1300. DOI: <https://doi.org/10.1038/bjc.2015.25>. [Consultado el 16 de julio de 2023]
- Posadas Segura, F.** (2018). Mercado de trabajo de los jornaleros agrícolas en México. *Región y sociedad*, 30(72), 00008. DOI: 10.22198/rys.2018.72.a885 [Consultado el 19 de mayo de 2023]
- Ramírez Padrón, L. C., Cauich, I. C., Fernández, V. G. P., Luis, D. M., & Fernández, A. P.** (2020). Análisis de los indicadores de competitividad de las exportaciones de fresa mexicana. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(4), 815–827. DOI: 10.29312/remexca.v11i4.2049. [Consultado el 19 de marzo de 2023]
- Rangel-Zaragoza, J. L., Fuentes-Flores, N. A., Aguilar-Ávila, J., Valdivia-Alcalá, R., & Leos-Rodríguez, J. A.** (2022). Preferencias laborales en un enclave agroexportador hortofrutícola de Baja California, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. DOI: <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i3.1377> [Consultado el 8 de junio de 2023]

- Rauf, A., Imran, M., Khan, I. A., Ur-Rehman, M., Gilani, S. A., Mehmood, Z., & Mubarak, M. S.** (2018). Anticancer potential of quercetin: A comprehensive review. *Phytotherapy Research* 32(11) 2109-2130. DOI: 10.1002/ptr.6155. [Consultado el 16 de julio de 2023]
- Rechner, A. R., & Kroner, C.** (2005). Anthocyanins and colonic metabolites of dietary polyphenols inhibit platelet function. *Thrombosis research*, 116(4), 327-334. DOI: 10.1016/j.thromres.2005.01.002 [Consultado el 14 de julio de 2023]
- Ruibal Brunet, I. J., Dubed Echevarría, M., Martínez Luzardo, F., Noa Romero, E., Vargas Guerra, L. M., & Santana Romero, J. L.** (2003). Inhibición de la replicación del virus de inmunodeficiencia humana por extractos de taninos de *Pinus caribaea* Morelet. *Revista Cubana de Farmacia*, 37(2), Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-75152003000200008&script=sci_arttext&tlng=pt. [Consultado el 8 de julio de 2023]
- Ruiz, C. A., Medina, G., Ortiz, C. T., Martínez, R. P., González, I. J. A., Flores, H. E., & Byerly, K. F. M.** (1999). Requerimientos agroecológicos de los cultivos. Libro Técnico 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuaria. INIFAP. Guadalajara. *Jal.* [Consultado el 19 de marzo de 2023]
- Sánchez Banda, F.** (2017). Las asombrosas propiedades biológicas del ácido gálico. Agencia Informativa CONACyT. Disponible en: <https://pagina3.mx/2017/01/las-asombrosas-propiedades-biologicas-del-acido-galico> [Consultado el 28 de junio de 2023]
- Sapei, L., & Hwa, L.** (2014). Study on the kinetics of vitamin C degradation in fresh strawberry juices. *Procedia Chemistry*, 9, 62-68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proche.2014.05.008>. [Consultado el 17 de abril de 2023]
- Sarma, A. D., & Sharma, R.** (1999). Anthocyanin-DNA copigmentation complex: mutual protection against oxidative damage. *Phytochemistry*, 52(7), 1313-1318. DOI: 10.1016/S0031-9422(99)00427-6 [Consultado el 12 de julio de 2023] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: Anuario estadístico de la producción agrícola. Gobierno de México.
- Schwab, W., & Raab, T.** (2004). Developmental Changes during Strawberry Fruit Ripening and Physico-Chemical Changes during Postharvest Storage in: Production Practices and Quality Assessment of Food Crops. Vol. 3, Quality Handling and Evaluation. R. Dris and S.M. Jain (eds.). Kluwer Academic Publisher. Netherlands. Pp. 341-369. [Consultado el 4 de abril de 2023]
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, SADER & Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP** (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Gobierno de México. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. [Consultado el 7 de septiembre de 2023]
- Sen, C. K., Khanna, S., & Roy, S.** (2006). Tocotrienols: Vitamin E beyond tocopherols. *Life Sciences*, 78(18), 2088-2098. DOI: 10.1016/j.lfs.2005.12.001. [Consultado el 20 de junio de 2023]
- Seeram, N. P., Adams, L. S., Henning, S. M., Niu, Y., Zhang, Y., Nair, M. G., & Heber, D.** (2005). In vitro antiproliferative, apoptotic and antioxidant activities of punicalagin,

ellagic acid and a total pomegranate tannin extract are enhanced in combination with other polyphenols as found in pomegranate juice. *The Journal of nutritional biochemistry*, 16(6), 360-367. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2005.01.006. [Consultado el 8 de julio de 2023]

SENASICA, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad, & **SADER**, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, (2020). México fue el mayor exportador de fresas en el 2020. Disponible en: <https://prod.senasica.gob.mx/ALERTAS/inicio/pages/single.php?noticia=8186#:~:text=M%C3%A9xico%20se%20convirti%C3%B3%20por%20primera,en%20las%20%C3%BAltimas%20dos%20d%C3%A9cadas>. [Consultado el 8 de marzo de 2023]

Shahbaz, M., Imran, M., Alsagaby, S. A., Naeem, H., Al Abdulmonem, W., Hussain, M., Abdelgawad, M., El-ghorab, A., Ghoneim, M., El-Sherbiny, M., Atoki, A. V., & Awuchi, C. G. (2023). Anticancer, antioxidant, ameliorative and therapeutic properties of kaempferol. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 1140-1166. DOI: 10.1080/10942912.2023.2205040 [Consultado el 8 de julio de 2021]

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, & **SADER**, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Panorama Agroalimentario. Impreso en México. Disponible en: <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/11/Atlas-Agroalimentario-2020.pdf>. [Consultado el 8 de marzo de 2023]

SIAP, Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). Avance de siembras y cosechas. Resumen por estado. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do. [Consultado el 24 de marzo de 2023]

Sudzuki F. (1998). *Cultivo de frutales menores*. 4. ed. Chile: Ed. Universitaria. 123 p. [Consultado el 18 de marzo de 2023]

Taylor, D. R. (2002). The Physiology of Flowering in Strawberry. *Acta Horticulturae*, 567, 245-251. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.567.50 [Consultado el 27 de mayo de 2023].

Torrades Oliva, S. (2004). Aspectos neurológicos del envejecimiento. La lucha para retrasar el deterioro cerebral. *Offarm: Farmacia y Sociedad*, 23(9), 106-109. Disponible en: https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=aspectos+neurol%C3%B3gicos+del+enevejecimiento+torrades&btnG=.

Tsai, P. J., Macintosh, J., Pearce, P., Camden, B., & Jordan, B. R. (2002). Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food research international*, 35(4), 351-356. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00129-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00129-6). [Consultado el 12 de julio de 2023]

Vázquez Conde R. & Vázquez López R. (2016). Temas selectos de Biología. Serie integral por competencias. Grupo editorial Patria. primera edición. Impreso en México. [Consultado el 22 de marzo de 2023]

- Vicente-Vicente, L., Prieto, M., & Morales, A. I.** (2013). Eficacia y seguridad de la quercetina como complemento alimenticio. *Revista de Toxicología*, 30(2), 171-181. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/919/91931189008.pdf>. [Consultado el 14 de junio de 2023]
- Virtamo, J., Rapola, J. M., Ripatti, S., Heinonen, O. P., Taylor, P. R. Albanes, D., Huttunen, J. K.** (1998). Effect of vitamin E and betacarotene on the incidence of primary non fatal myocardial infarction and fatal coronary heart disease. *Archives of Internal Medicine*, 158, 668-675. Disponible en: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/loi70400.pdf>. [Consultado el 2 de junio de 2023]
- Wagner, G. J.** (1982). Cellular and Subcellular Location in Plant Metabolism. In: Creasy L, Hrazdina G. editors. Recent advances in Phytochemistry. New York: Plenum Press
- Wang, H., Cao, G., & Prior, R. L.** (1996). Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(3), 701-705. DOI: 10.1021/jf950579y [Consultado el 17 de julio de 2023]
- Wang, J., & Mazza, G.** (2002), Inhibitory effects of anthocyanins and other phenolic compounds on nitric oxide production in LPS/IFN gamma-activated RAW 264.7 macrophages, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(4). DOI: <https://doi.org/10.1021/jf010976a>. [Consultado el 11 de julio de 2023]
- Wang, N., Wang, Z. Y., Mo, S. L. Loo, T. Y., Wang, D. M., Luo, H. B., Yang, D. P., Chen, Y. L., Shen, J. G., & Chen, J.P.** (2012). Ellagic acid, a phenolic compound, exerts anti-angiogenesis effects via VEGFR-2 signaling pathway in breast cancer. *Breast Cancer Research and Treatment* 134, 943-955 DOI: 10.1007/s10549-012-1977-9. [Consultado el 5 de julio de 2023]
- Wilson, J. D.** (1998). Vitamin deficiency and excess *Harrison's principles of internal medicine*. McGraw-Hill. USA
- Yao, Y., Wu, M., Huang, Y., Li, C., Pan, X., Zhu, W., & Huang, Y.** (2017). Appropriately raising fermentation temperature beneficial to the increase of antioxidant activity and gallic acid content in *Eurotium cristatum*-fermented loose tea. *LWT-Food Science and Technology*, 82, 248-254. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.04.032. [Consultado el 14 de junio de 2023]
- Yuste, P., M.P.** (1997). Horticultura. En: Biblioteca de la agricultura. Ed. Idea Books. Barcelona, España. pp 531-768. [Consultado el 18 de marzo de 2023].
- Zamora-Torres, A. I., & Baez-Figueroa I.** (2022). Profitability and comparative advantage: Analysis of strawberry production in Michoacán, Mexico. *Agro Productividad* 15(9). DOI: 10.32854/AGROP.V1519.2233
- Zhang, L., Zhang, P., Xia, C., Cheng, Y., Guo, X., & Li, Y.** (2020). Effects of malic acid and citric acid on growth performance, antioxidant capacity, haematology and immune response of *Carassius auratus gibelio*. *Acuicultura Research*, 51(7), 2766-2776. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.14616> [Consultado el 2 de junio de 2023]