

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y NUTRACÉUTICAS DE DOS GENOTIPOS DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) PROCEDENTES DE DOS REGIONES DE MÉXICO

O.A. Martínez-Jaime^a, M.R. Abraham-Juárez^{b*} y A. Gómez-Ortega^b.

^a Departamento de Agronomía de la División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato. ^b Departamento de Alimentos de la División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato. *mabraham@ugto.mx

RESUMEN:

El maracuyá en México no se considera un fruto tradicional, existiendo poca información de la determinación de sus propiedades fisicoquímicas y nutraceuticas, siendo el objetivo de este trabajo comparar estas propiedades presentes en los frutos en madurez fisiológica de dos genotipos de maracuyá amarillo procedente de las regiones de Irapuato, Guanajuato y de Veracruz, Veracruz. Se determinaron las características químicas (en g) derivadas del análisis bromatológico de los frutos de ambas zonas, que fueron: humedad, cenizas, proteína, grasa y fibra; así como las propiedades nutraceuticas: actividad antioxidante, fenoles totales y vitamina C. Se aplicaron pruebas de t para comparar las medias de las variables dependientes medidas en los frutos de las dos regiones evaluadas, bajo muestras aleatorias independientes. No se encontraron diferencias estadísticas en las características químicas del análisis bromatológico cuando se compararon ambos genotipos, ocurriendo lo mismo para fenoles totales (mg de ácido gálico) dentro de las propiedades nutraceuticas; finalmente, para antioxidantes ($\mu\text{mol TE}$) el genotipo de Irapuato presentó promedios mayores, a diferencia del contenido de vitamina C (mg de ácido ascórbico) que fue más alto en el genotipo de Veracruz, por lo tanto, no se encontró efecto de la zona ni del genotipo en las propiedades obtenidas.

ABSTRACT:

The passion fruit in Mexico is not considered a traditional fruit, there is little information on the determination of its physicochemical and nutraceutical properties, therefore the objective of this study was to compare these properties present in the fruits in physiological maturity of two genotypes of yellow passion fruit from the regions of Irapuato, Guanajuato and Veracruz, Veracruz. The chemical characteristics (in g) of bromatological analysis of the fruits of both regions were determined, which were: moisture, ash, protein, fat and fiber; and nutraceutical properties: antioxidant activity, total phenols and vitamin C. The t tests were applied to compare the means of the dependent variables quantified in the fruits of the two regions evaluated, under independent random samples. No statistical differences in the chemical characteristics of bromatological analysis when both genotypes were compared, happening the same for total phenolics (mg gallic acid) within the nutraceutical properties; finally, for antioxidants ($\mu\text{mol TE}$) the genotype from Irapuato had higher averages, unlike the content of vitamin C (mg ascorbic acid), that was higher in the genotype of Veracruz, therefore, under these conditions, it was not found effect of area or genotype in the properties obtained.

Palabras clave: Fruta, maracuyá, nutraceuticos.

Keywords: Fruit, passion fruit, nutraceuticals.

Área: Frutas y Hortalizas.

INTRODUCCIÓN

El maracuyá es originario de América y pertenece a la familia Passifloraceae, la cual cuenta con más de 500 especies en todo el mundo, siendo los genotipos amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) y púrpura (*Passiflora edulis* var. *edulis*) los más cultivados (Basurto y Córtez, 2000), de los cuales, el primero supera al segundo, pues además de cultivarse en más huertos brasileños (Meletti *et al.*, 2005), también es más apreciado por la industria, debido a que produce mayor cantidad de jugo con un grado de acidez más alto que el genotipo púrpura (Swi y Ming, 1996). A nivel mundial, Brasil es el centro de origen y principal productor y consumidor de esta especie vegetal, donde principalmente se comercializa para consumo en fresco y en la preparación de mermelada, miel, refresco y licor (Schwentesi *et al.*, 1995); su mercado ha ido en aumento industrialmente en forma de jugo, ya que proporciona una fuente importante de vitamina C; además, debido a sus propiedades diuréticas y sedativas, se le atribuye un gran potencial como medicamento natural y suplemento dietético (Morton, 1987); asimismo, la industria cosmetológica utiliza el jugo de este fruto, ya que ayuda en la restauración de la capa lipídica de la piel, otorgándole mayor suavidad y flexibilidad. Se le atribuye también poder antioxidante y antiinflamatorio debido a que contiene polifenoles (Arthey y Ashurst, 1996).

La superficie sembrada de este cultivo en México en el 2011, fue de 106 hectáreas, y los principales estados productores fueron Veracruz, Jalisco, Nayarit y Morelos, siendo el primero el más importante con 83 hectáreas (SAGARPA, 2012). El estudio químico *P. edulis*, demostró que 100 ml de pulpa contienen 85.9 g de agua, 1.5 g de proteínas, 0.5 g de lípidos, 11.4 g de carbohidratos, 0.2 g de fibra y 0.7 g de cenizas, minerales como calcio, fósforo y hierro, y otras sustancias consideradas nutraceuticas como vitamina A, ácido ascórbico, niacina, riboflavina, carotenoides, triterpenos, fenoles, antocianinas y xantofilas. Algunos estudios para aproximar la cantidad de nutraceuticos en algunos frutos, sugieren emplear métodos que permiten cuantificar los fenoles totales y el contenido de vitamina C presentes en un extracto, midiendo así la actividad antioxidante total (Cintra y Mancini, 2001; Kuskoski, 2005; Romano *et al.*, 2012). Además del fruto, otros subproductos como la cáscara y las semillas son también aprovechables (Mercadante *et al.*, 1998), la primera después de secarla y ensilarla es usada como alimento para el ganado, mientras que las segundas contienen alrededor del 20 a 25% de aceite (García, 2002), el cual después de su refinación, puede utilizarse para fines culinarios y en la fabricación de jabón y barniz.

El objetivo del presente estudio fue comparar las propiedades fisicoquímicas y nutraceuticas presentes en los frutos en estado de madurez fisiológica de dos genotipos de maracuyá amarillo procedentes de Irapuato, Guanajuato y Veracruz, Veracruz. No se encontraron diferencias estadísticas en las características químicas: humedad, cenizas, proteína, grasa y fibra derivadas del análisis bromatológico al comparar los extractos PS y PSC de ambos genotipos, ocurriendo lo mismo para fenoles totales, no así para las otras propiedades nutraceuticas, para capacidad antioxidante el extracto PS del genotipo de Irapuato registró un promedio superior al de Veracruz, mientras que para vitamina C ocurrió lo contrario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinaron algunas características fisicoquímicas de los frutos en madurez fisiológica de dos genotipos de maracuyá amarillo proveniente de Irapuato, Gto. y Veracruz, Ver., para lo cual, se consideraron dos extractos totalmente homogéneos de tejido vegetal: pulpa y semillas (PS) y pulpa, semillas y cáscara (PSC), estas pruebas se realizaron en el Departamento de Ingeniería en Alimentos de la División de Ciencias de la Vida, de la Universidad de Guanajuato. Asimismo, para conocer las propiedades nutraceuticas de los dos extractos anteriores, se obtuvo la capacidad antioxidante, el contenido de fenoles totales y de vitamina C, en el Departamento de Genética del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN) Unidad Irapuato.

Los frutos se lavaron con agua corriente y se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 5% a fin de eliminar la flora microbiana, manteniéndose a temperatura ambiente, hasta la determinación de los atributos de calidad del fruto, donde cada una de las pruebas se realizó por triplicado. En primera instancia, se midió el color en el fruto entero para cada muestra, mediante un espectro fotocolorímetro Minolta modelo CM-508d, el cual mide la luz que define en forma cuantitativa el brillo de la superficie de un alimento, y en el que los valores de b^* corresponden a la intensidad del color amarillo.

La textura se registró a través de la fuerza mecánica requerida para la deformación de los tejidos celulares del fruto justo en el punto de ruptura, esta firmeza queda expresada en Newtons (N), para lo cual se utilizó un analizador de textura TA.XT2, con una calibración específica de 5 mm/s de velocidad y 8 mm de profundidad. El pH fue cuantificado con un pH-metro Hanna previamente calibrado entre 4 y 7. Para calcular los sólidos solubles totales, se colocaron pequeñas muestras de jugo de maracuyá en un refractómetro de mano Atago, registrando los °Brix.

El análisis bromatológico fue realizado mediante el empleo de los métodos oficiales de análisis de la AOAC (2000). La capacidad antioxidante total a través del ensayo ABTS para la determinación de vitamina A, fue obtenida siguiendo el protocolo de Sigma® “antioxidant assay kit” (Kasper *et al.*, 2009), generando la curva de calibración, con los resultados denotados en micromoles equivalentes de Trolox ($\mu\text{mol TE}$). Los fenoles totales se determinaron con el método espectrofotométrico propuesto por Folin y Ciocalteu (1927) modificado por Faller y Fialho (2009), midiendo la absorbancia a 765nm, con espectrofotómetro Genesys 10 UV Madison WT53711 y expresando los resultados como mg equivalentes de ácido gálico (GAE)/g.

Para la valoración directa de filtrado y titulación del contenido de vitamina C, se empleó el protocolo AOVC (1966), la unidad de medida fueron equivalentes de ácido ascórbico (mg AAE/100g). Se realizó el contraste entre las muestras aleatorias independientes obtenidas de cada extracto vegetal (PS y PSC) obtenido de los frutos de los dos genotipos bajo estudio, para las características químicas derivadas del

análisis bromatológico y para las propiedades nutraceuticas (capacidad antioxidante, fenoles totales y vitamina C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla I se presentan las características fisicoquímicas de los extractos de tejido vegetal (PS y PSC) de los frutos de los dos genotipos considerados en este trabajo. No se realizaron las comparaciones entre las muestras de cada genotipo, debido a que en las pruebas realizadas por triplicado se obtuvieron valores casi idénticos. En cuanto al aroma, se sabe que el contenido de vitaminas A y C, les provee a los extractos un olor exótico característico propio de este fruto. Para el color, se observa que tanto el fruto entero, como en ambos tipos de tejido, la intensidad del amarillo es un poco más alta en el genotipo de Irapuato, al igual que la textura medida en el fruto entero. Por último, para el pH y los °Brix se puede mencionar que los valores obtenidos fueron muy semejantes tanto para los frutos enteros como para los extractos de ambos genotipos.

En la tabla II se muestran las pruebas de t para la comparación de medias de las características químicas de los extractos de tejido vegetal PS y PSC de los genotipos evaluados, observándose en todos los casos que no existieron diferencias estadísticas entre medias para ninguna variable dependiente; se aprecia que la humedad en los extractos PS y PSC de los genotipos de Irapuato fue ligeramente superior a los de Veracruz, muy probablemente esto sea debido a que los frutos perdieron un mínimo de humedad en el transporte de Veracruz a Irapuato para su procesamiento, las demás variables registraron valores promedio muy semejantes y parecidos a los valores obtenidos por García *et al.* (2010), quienes en su estudio realizado en tres áreas de Veracruz, concluyeron que el factor zona si influyó significativamente en las características fisicoquímicas del fruto.

A diferencia de este trabajo, donde no hubo tal efecto; asimismo, Aular *et al.* (1995), señalaron que los cambios en la temperatura ambiental y variaciones en la altitud afectaron principalmente el contenido de azúcares del fruto de maracuyá en su investigación desarrollada en Maracaibo, Venezuela, pero este atributo no fue determinado en este ensayo. En la tabla II se percibe que en ambos genotipos, en el extracto PSC se incrementa la proteína en comparación con el tejido PS, esto se debe a la presencia de pectina contenida en la cáscara de este fruto.

Tabla I. Medias de las características fisicoquímicas de los extractos de tejido y frutos enteros de dos genotipos de maracuyá amarillo provenientes de Irapuato y Veracruz.

Procedencia	Fruto y/o extracto	Aroma	Color (b*)	Textura (N)	pH	°Brix
Veracruz	Fruto entero	---	57.81	29.14	2.4	12.7
	PS	Exótico característico	54.68	---	3.2	17.0
	PSC	Exótico característico	45.79	---	3.6	14.0
Irapuato	Fruto entero	---	59.41	32.23	2.5	12.9
	PS	Exótico característico	61.12	---	3.2	18.0
	PSC	Exótico característico	54.42	---	3.5	14.0

Tabla II. Prueba de t para el contraste de medias (en g) de dos genotipos de maracuyá amarillo procedentes de Irapuato y Veracruz, para las características químicas derivadas del análisis bromatológico de los extractos PS y PSC.

Extracto	Procedencia	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa	Fibra
PS	Veracruz Irapuato	t=2.1502 P=0.0980 NS	t=0.5283 P=0.6253 NS	t=-2.1653 P=0.0963 NS	t=-0.2265 P=0.8319 NS	t=1.7462 P=0.1557 NS
		72.24 a 77.17 a	1.50 a 1.56 a	2.50 a 2.31 a	85.00 a 84.61 a	52.40 a 54.19 a
PSC	Veracruz Irapuato	t=1.1307 P=0.3214 NS	t=-0.1943 P=0.8554 NS	t=0.5121 P=0.6355 NS	t=-2.4286 P=0.0721 NS	t=0.3341 P=0.7551 NS
		79.14 a 82.16 a	1.40 a 1.38 a	3.00 a 3.12 a	86.30 a 83.44 a	55.60 a 56.01 a

En la tabla III se presentan las pruebas de t para la comparación de medias de las propiedades nutraceuticas de los extractos PS y PSC de ambos genotipos. Para la variable que cuantifica la capacidad antioxidante en el extracto PS, se obtuvo diferencia estadística significativa, mostrando mayor actividad antioxidante en el genotipo de Irapuato, pero cuando el extracto es PSC el contenido de antioxidantes es estadísticamente igual en ambos genotipos. Para fenoles totales no hubo diferencias estadísticas en el promedio de mg de ácido gálico en los extractos PS y PSC para ambos genotipos. Finalmente, para la vitamina C, si se detectaron diferencias estadísticas significativas para ambos tipos de tejido, exhibiendo promedios de mg de ácido ascórbico más altos en PS y más bajos en PSC, los genotipos de Veracruz en comparación con los de Irapuato. Los promedios de las tres variables son mayores en el extracto PS, debido a que la cáscara no aporta nutraceuticos. La variabilidad genética de *P. edulis* var. *flavicarpa* es muy alta (De Moraes, 2005), y la madurez del fruto está directamente correlacionada con los °Brix e inversamente con la acidez del jugo (Espitia *et al.*, 2008), sin embargo, no se encontraron reportes en la literatura donde se afirme que las condiciones climáticas y geográficas afecten las propiedades nutraceuticas de esta especie vegetal, pero de acuerdo a lo obtenido en este trabajo, se concluye que ni la zona ni el genotipo alteraron las propiedades fisicoquímicas y nutraceuticas del maracuyá amarillo, bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente ensayo.

Tabla III. Prueba de t para el contraste de medias de dos genotipos de maracuyá amarillo procedentes de Irapuato y Veracruz, para las características nutraceuticas de los extractos PS y PSC.

Extracto	Procedencia	Antioxidantes (µmol TE)	Fenoles totales (mg de ácido gálico)	Vitamina C (mg de ácido ascórbico)
PS	Veracruz Irapuato	t=4.1380 P=0.0145 **	t=-1.1322 P=0.3208 NS	t=-10.0495 P=0.0006 **
		0.11 a 0.16 b	12.30 a 11.81 a	8.95 b 7.85 a
PSC		t=0.0000 P=1.0000 NS	t=1.2956 P=0.2648 NS	t=4.5277 P=0.0106 **

	Veracruz	0.09 a	8.10 a	6.24 a
	Irapuato	0.09 a	8.42 a	6.65 b

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th Edition. Published by the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., U.S.A.
- AOVC. 1966. Methods of vitamin assay. 3rd ed. Association of Vitamin Chemists. Interscience Publ. New York, U.S.A. 287 p.
- Arthey, D., & Ashurst, P.R. 1996. Procesado de frutas. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 273 p.
- Aular, J., Bautista, D., & Maciel, N. 1995. Características de la fruta de parchita en tres localidades del lago de Maracaibo. *Agronomía Tropical*, 46(2), 119-127.
- Basurto, G.J.F., & Córtez, V.M.A. 2000. Seminario de Agro Negocios Maracuyá. Facultad de Administración y Contabilidad. Universidad del Pacífico. Perú. 45 p.
- Cintra, R.M.G., & Mancini, F.J. 2001. Efeito antioxidante de especiarias: avaliação e comparação de métodos in vitro e in vivo. *Nutrire*, 22, 49-62.
- De Moraes, M.C., Geraldi, I.O., Matta, F., & Carneiro, M.C. 2005. Genetic and phenotypic parameter estimates for yield and fruit quality traits from a single wide cross in yellow passion fruit. *HortScience*, 40(7), 1978-1981.
- Espitia, C.M., Araméndiz, T.H., & Cardona, A.C. 2008. Correlaciones para algunas propiedades físicas y químicas del futo y jugo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). *Agronomía Colombiana*, 26(2), 292-299.
- Faller, A., & Fialho, E. 2009. The Antioxidant Capacity and Polyphenol Content of Organic and Conventional Retail Vegetables after Domestic Cookig. *Food Research International*, 42, 210-215.
- Folin, C., & Ciocalteau, V. 1927. Tyrosine and tryptophan determination in proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 73, 627-650.
- García, H.S., Angel, O., Cruz, J., & Vargas, O.M. 2010. Estudio de las características sensoriales, fisicoquímicas y fisiológicas en fresco y durante el almacenamiento refrigerado de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener), para tres cultivares de Veracruz, México. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11, 130-142.
- García, T.M.A. 2002. Guía técnica cultivo de maracuyá amarillo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). El Salvador. 35 p.
- Kasper, G., Mao, L., Geissler, S., Draycheva, A., Trippens, J., Kühnisch, J., & Tschirschmann, M. 2009. Insights into mesenchymal stem cell aging: involvement of antioxidant defense and actin cytoskeleton. *Stem Cells*, 27(6), 1288-1297.
- Kuskoski, E., Asuero, A., Troncoso, A., Fett, R., Mancini, F.J. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia y Tecnología*, 25(4), 726-732.
- Meletti, L.M.M., Soares, S.M.D., Barnacci, L.C., & Passos, I.R.S. 2005. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. En: Faleiro, F.G., Junqueira, N.T.V., & Braga, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados. Vol. 1. p. 55-78.

- Mercadante, A., Britton, G., & Rodríguez, D. 1998. Carotenoid from yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4102-4106.
- Morton, J. 1987. Passion fruit. En: Dowling, C.F., & Morton, J. (Eds). Fruits of warm climates. Creative Resource Systems. Inc. U.S.A.
- Romano, M., Vitaglione, P., Sellitto, S., & D'Argenio, G. 2012. Nutraceuticals for protection and healing of gastrointestinal mucosa. *Current Medicinal Chemistry*, 19(1), 109–17.
- Swi, B.W., & Ming, J.S. 1996. Tropical fruits. En: Somogyi, L, Barret, D.M.Y.H. (Eds). Processing fruits: Science and technology. Vol. 2. Techmonic Publishing, A.G. Pennsylvania, U.S.A.
- SAGARPA. 2012. Estudio de la Factibilidad de la producción de maracuyá al norte del país. Informe Técnico. 38 p.
- Schwentenius, R.R., Gómez, C.M.A., & Gómez, T.L. 1995. La producción y el mercado mundial del maracuyá. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). México.