

NOTAS DESTACADAS DE LA CAPACITACIÓN - INYM

LA QUÍMICA DEL MATE

Nutrientes y compuestos bioactivos de la yerba mate y sus formas de consumo tradicionales

Dra. Ana Thea UNaM

Propiedades nutricionales

La nutrición es una disciplina científica que comprende el estudio integrado de los nutrientes y sus interacciones con el organismo. Se ocupa de estudiar las funciones, deficiencias y excesos de los nutrientes y su relación con la salud a través del cálculo de las necesidades nutricionales o cantidades adecuadas para lograr un estado óptimo de salud.

Los nutrientes son compuesto químicos contenidos en los alimentos que contribuyen a satisfacer las necesidades de materia y energía. Pueden clasificarse según sus características químicas en orgánicos e inorgánicos. Los nutrientes de naturaleza orgánica como los hidratos de carbono, proteínas y lípidos, participan en los procesos de formación de estructuras y en los de transformación de energía. Las vitaminas, que también forman parte de este grupo, son indispensables para ambos procesos y no aportan energía ni son utilizados como unidades estructurales, siendo necesarias en pequeñas cantidades para el normal crecimiento, desarrollo y mantenimiento de la homeostasis, o equilibrio del medio interno del organismo. Los nutrientes de naturaleza inorgánica son el agua y los minerales. Éstos últimos se desempeñan como cofactores o reguladores del metabolismo y también cumplen funciones estructurales.

La yerba mate elaborada es un alimento integrante de la canasta básica de nuestro país y es tradicionalmente consumida bajo tres formas básicas: mate caliente o simplemente *mate*, mate frío o *tereré* y mate cocido.

El mate es una infusión que se prepara colocando una cantidad variable de yerba mate en un recipiente (entre 25 y 50 g, según el tamaño del contenedor), en el cual se vierte agua caliente (a temperaturas que suelen encontrarse entre los 70 y 95 °C según lo prefiera el consumidor) de manera sistemática, la que se succiona mediante una bombilla. El *tereré* es

consumido de igual manera, pero cebando, sobre la yerba mate, agua fría (5 - 8 °C). El mate cocido se prepara infusionando yerba mate, a veces contenidas en un saquito o bien simplemente yerba mate elaborada, con agua a temperatura de ebullición, de manera similar al té.

Existen escasos reportes sobre la composición nutricional de la yerba mate. Schmalko y col. (1995), investigadores de la Universidad Nacional de Misiones, estudiaron el contenido de ciertos nutrientes de la yerba mate elaborada (Tabla 1). En la Tabla 1 se presentan los valores de contenido de proteínas, azúcares, vitaminas y minerales hallados en el producto. Como cualquier otro tejido vegetal, las hojas y tallos de *I. paraguariensis* presentan un complejo químico de carbohidratos, proteínas y lípidos, además de minerales, vitaminas y diversas sustancias bioactivas. Los resultados obtenidos demuestran que la yerba mate posee grandes cantidades de ciertos minerales, entre ellos magnesio, hierro, calcio y potasio.

Tabla 1. Contenido de nutrientes de la yerba mate elaborada y sus infusiones (mate cocido, mate caliente y mate frío).

Contenido de nutrientes				
Componente	Yerba mate elaborada (Schmalko y col. 1995)	Infusiones (Ramallo y col., 1998)		
		Mate cocido	Mate caliente	Mate frío
Proteínas (g/100g)	10,1	3,69	2,14	1,24
<u>Azúcares (g/100g)</u>				
Glucosa	0,5	0,54	0,59	0,15
Sacarosa	3,9	2,97	2,77	1,19
<u>Minerales (mg/100g)</u>				
Fósforo	280	60,5	45,89	21,27
Potasio	1.180	99,64	100,59	41,63
Sodio	18	27,54	14,04	11,07
Hierro	28	2,54	2,22	1,10
Calcio	900	107,25	80,94	43,90
Magnesio	640	86,96	58,58	33,17
<u>Vitaminas (mg/100 g)</u>				
Ácido ascórbico (C)	10,82	4,89	5,11	2,35
Piridoxina (B ₆)	4,35	0,54	0,94	n.d
Riboflavina (B ₂)	2,35	-	-	-

Tiamina (B ₁)	19,82	1,59	1,48	0,15
Niacinamida	9,68	4,38	1,27	n.d
n.d (no detectado)				

En otro estudio, Ramallo y col. (1998) determinaron el contenido de ciertos nutrientes (vitaminas, minerales, glucosa, sacarosa y proteínas) en extractos acuosos de yerba mate obtenidos a partir de las tres formas tradicionales de consumo (mate, tereré y mate cocido) (Tabla 1). Ellos observaron un mayor contenido de los nutrientes estudiados en las infusiones preparadas con saquitos (mate cocido) y en las infusiones calientes de yerba mate (mate), respecto de los niveles obtenidos para el tereré, con excepción de las vitaminas. Los autores señalaron que este fenómeno es debido a que, si bien la difusión de las vitaminas hacia la fase líquida se ve favorecida a mayores temperaturas, este incremento, aumenta la velocidad de degradación de estos nutrientes. Por otro lado, ellos observaron que el contenido de ciertos minerales (calcio, magnesio y sodio) fue mayor en las infusiones preparadas con saquitos que en las de mate caliente.

En un trabajo realizado entre los años 2010 y 2014 en el marco del Programa de Yerba Mate desarrollado en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), se ha evaluado la composición nutricional de las infusiones calientes preparadas con yerba mate elaborada de origen argentino. Las infusiones fueron preparadas utilizando un dispositivo que simula el procedimiento real de beber mate. En la tabla 2 se presenta la composición nutricional promedio de 500 mL de mate cebado caliente, obtenido tras el análisis de 30 infusiones preparadas utilizando yerba mate elaborada de diferentes marcas comerciales. Para la preparación del mate se utilizaron 50 g de yerba mate elaborada y agua a 70 °C, siguiendo el procedimiento descripto previamente por Ramallo y col. (1998). Cabe destacar que los valores observados en la investigación citada son similares a los obtenidos por otro grupo de investigación de la Universidad Nacional del Nordeste (Maiocchi y col., 2016; Maiocchi y col., 2017).

Tabla 2. Contenido de nutrientes de las infusiones calientes de yerba mate (500 mL) y porcentaje de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) alcanzado.

Componente	Cantidad	% IDR alcanzado	IDR*
Valor energético (kcal)	43,4	2,2	2000
Carbohidratos (g)	9,6	3,2	300
Azúcares (g)	2,9	--	--
Proteínas (g)	1,0	1,3	75
Grasas totales (g)	0,0	0	55
Grasas saturadas (g)	0,0	0	22
Grasas trans (g)	0,0	--	--
Fibra alimentaria (g)	0,5	2	25
Cafeína (g)	0,4	--	--
Sodio (mg)	16,8	0,7	2400
Hierro hombre (mg)	1,5	13,6	11
Hierro mujer (mg)	1,5	6,2	24
Magnesio (mg)	65,1	20,3	320
Calcio (mg)	51,0	5,1	1000
Fósforo (mg)	22,0	3,1	700
Vitamina C (mg)	2,8	3,1	90
Tiamina (mg)	0,9	72,3	1,2
Niacina (mg)	1,6	10,1	16
Piridoxina (mg)	0,5	37,2	1,3
*IDR para un adulto sano con requerimiento energético de 2.000 kcal/día			

Como puede observarse, el aporte calórico de las infusiones es muy bajo y está asociado exclusivamente a su contenido de hidratos de carbono (9,6 g), ya que el aporte de proteínas es escaso (1,0 g) y el de lípidos es nulo. Por otra parte, las infusiones preparadas con yerba mate poseen un bajo contenido de sodio (16,8 mg). Respecto a las vitaminas, los aportes de tiamina (B₁) y piridoxina (B₆), cubren en un 72,3 %, y 37,2 % las IDR de estos nutrientes para hombres y mujeres adultos entre 18 y 50 años de edad, respectivamente. El aporte de magnesio a la dieta promedió un 20,3 % del requerimiento diario para la misma población. En lo que respecta al hierro, el aporte de 500 mL de infusión cubre un 13,5 % del requerimiento diario establecido para hombres adultos, y un 6,2 % de la necesidad diaria establecida para las mujeres en edad fértil, en ambos casos, considerando una dieta de biodisponibilidad media. Con respecto a los aportes de estos dos últimos minerales, cabe destacar que su biodisponibilidad a través del consumo de infusiones preparadas con yerba mate fue estudiada (Sánchez Boado y col., 2018) y, en ambos casos se demostraron bajos porcentajes de absorción, siendo el aporte de hierro y magnesio no significativo.

La baja disponibilidad de los micronutrientes minerales es debida, en gran parte, al efecto de los polifenoles presentes en las infusiones de yerba mate, los que captan a los minerales e impiden su absorción.

Otra cuestión importante es que las guías alimentarias de la mayoría de las organizaciones que velan por la salud de las personas a nivel mundial, recomiendan el consumo de 8 vasos diarios de agua por día, lo que equivale a unos dos litros de agua aproximadamente. Se estima que entre el 70 y 80 por ciento del agua que debemos ingerir a diario la adquirimos a través de las bebidas y el 20 a 30 por ciento restante se obtiene a través de los alimentos. Si bien siempre es recomendable que el agua como tal sea el líquido más ingerido durante el día, las infusiones como el mate, son un aporte importante para complementar la ingesta de agua recomendada.

Compuestos bioactivos y propiedades funcionales

En el campo de la alimentación humana, el término de componente bioactivo se refiere a las sustancias químicas presentes en los alimentos que ejercen algún efecto sobre los mecanismos fisiológicos de los individuos, produciendo beneficios sobre su salud y bienestar, o reduciendo el riesgo de padecer ciertas enfermedades. Muchas de las propiedades farmacológicas de la yerba mate se han atribuido a su alto contenido de compuestos bioactivos. Las hojas de *I. paraguariensis* contienen tres grupos principales de sustancias bioactivas en su composición, a saber: a) polifenoles, b) saponinas triterpénicas y c) metilxantinas.

Los polifenoles son un grupo heterogéneo de moléculas formadas por un anillo bencénico unido a uno o más grupos hidroxilo, pudiendo ser desde moléculas fenólicas simples hasta compuestos altamente polimerizados. Son metabolitos secundarios de los vegetales que cumplen funciones protectoras frente a organismos herbívoros y fitopatógenos y la acción de los rayos UV. Los compuestos fenólicos forman parte de la dieta humana a través del consumo de frutas, verduras y bebidas como vinos e infusiones de té, café y, por supuesto, las infusiones de yerba mate.

Los polifenoles son los principales compuestos bioactivos presentes en las hojas de *I. paraguariensis* y hasta la actualidad, han sido reportados más de cincuenta de estos compuestos en extractos de yerba mate en la literatura científica, siendo los más abundantes los ácidos clorogénicos (específicamente, los derivados cafeoil) y ciertos flavonoides.

Aproximadamente el 10% del peso seco de las hojas de *I. paraguariensis* corresponde a los cafeoil derivados ácido 5- cafeoilquínico (también denominado ácido clorogénico), los ácidos 3,5-dicafeoilquínico, 4,5-dicafeoilquínico y 3,4-dicafeoilquínico; trazas de ácido cafeico y de los flavonoides rutina, quercetina y kanferol. Es de destacar que, los flavonoides promedian cerca de un 5 % del total de los compuestos fenólicos presentes en los extractos de yerba mate (Jaiswal y col., 2010; Peres y col., 2013).

El contenido de polifenoles de la yerba mate está fuertemente asociado a su capacidad antioxidante. Estos compuestos son fuertes agentes reductores capaces de proveer protección al organismo frente al estrés oxidativo, lo que se asocia con la disminución del riesgo de padecer ciertas enfermedades degenerativas y patologías de carácter inflamatorio crónico. El mecanismo de acción antioxidante de los compuestos fenólicos parece estar relacionado con su capacidad para quelar metales, inhibir a enzimas generadoras de especies reactivas del oxígeno, inhibir a las enzimas proinflamatorias lipooxigenasa y ciclooxigenasa y, además captar y neutralizar radicales libres. Los polifenoles inhiben o retrasan la oxidación de otras moléculas mediante un proceso de secuestro de los radicales libres y su reacción de propagación, colaborando en el ahorro de las defensas antioxidantes propias del organismo (Puangraphant y col., 2011 b; Sánchez Boado y col., 2013; Sánchez Boado y col., 2014. Asimismo, trabajos recientemente publicados dan cuenta de la acción prebiótica de estos compuestos (de Vasconcellos y col., 2022).

Las infusiones preparadas con yerba mate son una importante fuente de polifenoles. Ha sido demostrado que el mate posee un contenido de polifenoles de 586 ± 34 mg equivalentes a ácido gálico (EAG)/ 100 mL, siendo este valor muy superior al aporte de polifenoles de otras bebidas comúnmente consumidas y reconocidas como fuente de estos compuestos. Así, 100 mL de té verde poseen 217 ± 14 mg EAG de polifenoles, 100 mL de vino tinto, 198 ± 33 mg EAG de polifenoles y 100 mL de té negro, 147 ± 28 mg EAG de polifenoles. Sumado a esto, en el mismo trabajo se determinó el contenido medio de polifenoles del tereré, hallándose un valor de 220 ± 74 mg EAG, comparable al aporte del té verde. Asimismo, se observó que el contenido medio de polifenoles totales del mate cocido fue de 150 ± 42 mg EAG, valor comparable al contenido de té negro (Hartwig y col., 2012).

Las saponinas son sustancias altamente solubles en agua que se encuentran en muchos tipos de plantas. Estructuralmente, las saponinas están compuestas por dos porciones, una lipofílica denominada sapogenina o aglicona, que puede ser de naturaleza triterpénica o esteroidea, y otra porción de carácter hidrofílico compuesta por azúcares. Se ha postulado que

las saponinas son uno de los factores que contribuyen al sabor amargo característico de las infusiones preparadas con *I. paraguariensis*. Además de su contribución a las cualidades organolépticas, diversos efectos terapéuticos han sido atribuidos a este grupo de compuestos; propiedades antiinflamatorias e hipocolesterolemiantes, actividad antibacteriana, antifúngica, antiparasitaria y antiviral, además de ser sustancias citotóxicas y antitumorales (Taketa y col., 2004; Puangraphant y de Mejía, 2009; Sugimoto y col., 2009; Treter y col., 2010; Puangraphant y col., 2011a). Las hojas de yerba mate poseen un alto contenido de saponinas triterpénicas (entre 1 y 1,5 % del peso seco total). Se han detectado más de veinte saponinas en las partes aéreas de la planta de yerba mate. Entre ellas, las más abundantes son las matesaponinas 1, 2, 3, 4 y 5 y las saponinas J1a, J1b, J2a, J2b, J3a y J3b (Gosmann y Schenkel, 1989; Gossman y col., 1995; Gnoatto y col., 2005; De Souza y col., 2011; Nagamoto y col., 2022).

Gnoatto y col. (2005) determinaron el contenido de saponinas de una infusión preparada utilizando 15 g de yerba mate en 100 mL de agua en ebullición, dejando infusionar el sistema por 10 min y hallaron un valor de 0,35 g/L.

Las metilxantinas son una clase de alcaloides derivados de la purina presentes en la yerba mate y en otros alimentos de origen vegetal como el té (*Camellia sinensis*), café (*Coffea spp.*), cacao (*Theobroma cacao*) y guaraná (*Paullinia cupana*). Los alcaloides de la purina son metabolitos secundarios de las plantas superiores que desempeñan un papel defensivo frente a insectos y otros patógenos, además de ejercer efectos alelopáticos. Las propiedades estimulantes folclóricamente conocidas de la yerba mate son debidas a la presencia de estas sustancias. Las metilxantinas presentes en la yerba mate son la cafeína (1, 3, 7-trimetilxantina), la teobromina (3, 7-dimetilxantina) y la teofilina (1, 3-dimetilxantina). De estos tres compuestos, la cafeína es la más abundante (0,80 - 2,90 % de la materia seca de las hojas de *I. paraguariensis*), seguida por la teobromina (0,07 – 1,00 % de la materia seca de las hojas de *I. paraguariensis*) y en tercer lugar, la teofilina, aunque esta sustancia no ha sido reportada inequívocamente en muestras de yerba mate (Mazzafera, 1994; Athayde y col., 2007; Brumovsky y col., 2009).

La cafeína es el estimulante más comúnmente consumido en el mundo y el promedio de consumo diario por persona es de unos 200 mg, lo que produce concentraciones en sangre farmacológicamente activas. Ha sido demostrado que esta metilxantina, es un antagonista no selectivo de los receptores de la adenosina, encargados de los procesos de neuromodulación inhibitoria del sistema nervioso central. Entre los principales efectos de la cafeína se destacan el aumento del estado de alerta, la reducción de la sensación de cansancio y fatiga, el incremento

de la capacidad de mantener un esfuerzo intelectual y el mantenimiento del estado de vigilia. Asimismo, la cafeína activa circuitos de recompensa en el cerebro, estimula el centro respiratorio, aumenta la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción músculo cardíaco (sin riesgo incluso a dosis única de 450 mg), genera vasodilatación a nivel muscular, estimula la lipólisis en el tejido adiposo e incrementa la secreción gástrica. No se ha confirmado que la cafeína ejerza un efecto diurético (Barreda Abascal y col., 2012; Falconi y col., 2013; de Mejía y Ramírez Mares, 2014; Temple y col., 2017; Verster y Koenig, 2018).

Según reportes científicos, medio litro de mate aporta entre 0,35 y 0,45 g de cafeína, mientras que, 500 mL de tereré aportan unos 0,2 g. Por otro lado, 200 mL de mate cocido contienen entre 0,02 y 0,04 g de este estimulante (Ramallo y col., 1998; Maiocchi y col., 2012)

Consideraciones finales

Desde el punto de vista nutricional, las infusiones de yerba mate son hipocalóricas, bajas en sodio y con aporte de lípidos nulo. Además, 500 mL de mate aportan cantidades importantes de las vitaminas tiamina y piridoxina.

Las infusiones de yerba mate son ricas en compuestos bioactivos como los polifenoles, las metilxantinas y las saponinas. Todos estos compuestos son los responsables de las propiedades funcionales de las infusiones preparadas con yerba mate ya que, por su actividad biológica, les otorgan efectos estimulantes del sistema nervioso central y actúan colaborando en la prevención de enfermedades crónicas y degenerativas, entre otras funciones.

Las infusiones preparadas con yerba mate contribuyen a la hidratación diaria representando una forma inteligente de ingesta de agua ya que, como se ha mencionado anteriormente, se trata de bebidas hipocalóricas, de bajo contenido de sodio y que además, aportan buenas dosis de compuestos biológicamente activos (polifenoles, metilxantinas y saponinas) y de las vitaminas tiamina y piridoxina.

Teniendo en cuenta el efecto antinutricional probado de los polifenoles en lo que respecta a los micronutrientes minerales, una recomendación acertada es que las infusiones preparadas con yerba mate deben ser consumidas alejadas de las comidas principales.

Tomar mate, tereré y/o mate cocido es un hábito saludable que, junto con una dieta equilibrada, el consumo diario de frutas y verduras, la práctica de algún tipo de actividad física, evitar fumar, disminuir el consumo de sal de mesa y de bebidas alcohólicas, entre otras acciones, colaboran con el bienestar y promueven la salud de los consumidores.

Referencias bibliográficas

- Athyde, M.L.; Coelho, G.C. y Schenkel, E.P. (2007). Populational Diversity on Methylxanthines Content of Maté (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae). *Latin American Journal of Pharmacy* 26 (2), 275-279.
- Barreda Abascal, R., Molina, L., Haro Valencia, R., Alford, C. y Verster, J. C. (2012). Actualización sobre los efectos de la cafeína y su perfil de seguridad en alimentos y bebidas. *Rev Med Hosp Gen Méx*, 75(1), 60-67.
- Brumovsky, L.A.; Scherer, R.A.; Fretes, R.M. y Yagas, A. (2009). Informe final del Proyecto: Selección de plantas de yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) con atributos especiales de calidad. PRASY - INYM, Posadas (Argentina), 1-11.
- de Mejia, E. G. y Ramirez-Mares, M. V. (2014). Impact of caffeine and coffee on our health. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 25(10), 489–492. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2014.07.003>
- de Souza, L. M., Dartora, N., Scoparo, C. T., Cipriani, T. R., Gorin, P. A. J., Iacomini, M. y Sasaki, G. L. (2011). Comprehensive analysis of maté (*Ilex paraguariensis*) compounds: Development of chemical strategies for matesaponin analysis by mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1218 (41), 7307-7315. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2011.08.047>
- de Vasconcellos, A.C., Frazzon, J. y Zapata Noreña, C.P. (2022). Phenolic Compounds Present in Yerba Mate Potentially Increase Human Health: A Critical Review. *Plant Foods Hum Nutr.* 77(4):495-503. <https://doi.org/10.1007/s11130-022-01008-8>
- Falconi, A., Gutiérrez, M., Benedetto, L., Abin-Carriquiry, J.A., Bracesco, N. y Torterolo, P. (2013). Waking-promoting action of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*). *Sleep Science* 6 (1), 9-15.
- Gnoatto, S.C.B.; Schenkel, E.P. y Bassani, V.L. (2005). HPLC Method to assay total saponins in *Ilex paraguariensis* aqueous extract. *Journal of Brazilian Chemical Society* 16, 723-726. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532005000500007>
- Gosmann, G. y Schenkel, E.P. (1989). A new saponin from Mate, *Ilex paraguariensis*. *Journal of Natural Products* 52, 1367-1370. <https://doi.org/10.1021/np50066a036>
- Gosmann, G.; Guillaume, D.; Taketa, A.T. y Schenkel, E.P. (1995). Triterpenoids saponins from *Ilex paraguariensis*. *Journal of Natural Products* 58, 438-441. <https://doi.org/10.1021/np50117a015>
- Hartwig, V. G., Brumovsky, L. A. y Fretes, R. M. (2012). A Total Polyphenol Content of Mate (*Ilex paraguariensis*) and Other Plants-derived Beverages. *Journal of Food Research*, 1 (3), 58-67. <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v1n3p58>
- Jaiswal, R., Sovdat, T., Vivan, F. y Kuhnert, N. (2010) Profiling and characterization by LC-MSn of the chlorogenic acids and hydroxycinnamoylshikimate esters in maté (*Ilex paraguariensis*). *J Agric Food Chem*, 58(9),5471-84. <https://doi.org/10.1021/jf904537z>
- Maiocchi, M. (2012). Optimización del proceso de producción de *Ilex dumosa* para la obtención de infusiones y su caracterización farmacobotánica y farmacognóstica- Estudio comparativo con *Ilex paraguariensis*. Tesis de Doctorado en Ciencias Químicas. Universidad Nacional del Nordeste.
- Maiocchi, M., Corrales, L., Cardoso-Schiavi, P., Serrano, N., Petenatti, E., Marchevsky, E. y Del Vitto, L. (2017). Parámetros físico-químicos de muestras comerciales de yerba mate en saquitos y valor nutricional del “mate cocido con leche” para la población en edad escolar. VII Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 453-459.
- Maiocchi, M.G., Del Vitto, L.A., Petenatti, M.E., Marchevsky, E.J., Avanza, M.V., Pellerano R.G. y Petenatti, E.M. (2016). Multielemental composition and nutritional value of “dumosa” (*Ilex dumosa*), “yerba mate” (*I. paraguariensis*) and their commercial mixtures in different forms of use. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCuyo* 48 (1), 145-159.

- Martinet, A., Ndojko, K., Terreaux, C., Marston, A., Hostettmann, K. y Schutz, Y. (2001). NMR and LC-MSn characterization of two minor saponins from *Ilex paraguariensis*. *Phytochemical Analysis: PCA* 12, 48-52. [https://doi.org/10.1002/1099-1565\(200101/02\)12:1%3C48::aid-pca560%3E3.0.co;2-#](https://doi.org/10.1002/1099-1565(200101/02)12:1%3C48::aid-pca560%3E3.0.co;2-#)
- Mazzafera, P. (1994). Caffeine, Theobromine and Theophylline in *Ilex paraguariensis*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 6, 149-151.
- Nagatomo, A., Inoue, N., Konno, T., Xu, Y., Sakamoto, C., Sone, M., Shibasaka, A., Muraoka, O., Ninomiya, K., Yoshikawa, M., Manse, Y. y Morikawa, T (2022). Ursane-type triterpene oligoglycosides with anti-hepatosteatosis and anti-hyperlipidemic activity from the leaves of *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. *J Nat Med.*, 76(3):654-669. <https://doi.org/10.1007/s11418-022-01614-5>
- Peres, R.G., Tonin, F.G., Tavares, M.F.M. y Rodríguez-Amaya, D.B. (2013). HPLC-DAD-ESI/MS Identification and Quantification of Phenolic Compounds in *Ilex paraguariensis* Beverages and On-Line Evaluation of Individual Antioxidant Activity. *Molecules* 18, 3859-3871. <https://doi.org/10.3390/molecules18043859>
- Puangpraphant, E. y De Mejía, E.G. (2009). Saponins in Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil) and Quercetin Synergistically Inhibit iNOS and COX-2 in Lipopolysaccharide-Induced Macrophages through NFKB Pathways. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57, 8873-8883. <https://doi.org/10.1021/jf902255h>
- Puangpraphant, S., Berhow, M.A. y de Mejía, E.G. (2011a) Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hilaire) saponins induce caspase-3-dependent apoptosis in human colon cancer cells in vitro. *Food Chemistry* 125 (4), 1171-1178. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.023>
- Puangpraphant, S., Berhow, M.A., Vermillion, K., Potts, G. y González de Mejía, E. (2011b). Dicafeoylquinic acids in Yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hilaire) inhibit NF- κ B nucleus translocation in macrophages and induce apoptosis by activating caspases-8 and -3 in human colon cancer cells. *Molecular Nutrition and Food Research* 55 (10), 1509-1522. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201100128>
- Ramallo, L.A.; Smorcowski, M.; Valdez, E.C.; Paredes, A.M. y Schmalko, M.E. (1998). Contenido nutricional del extracto acuoso de yerba mate en tres formas diferentes de consumo. *La Alimentación Latinoamericana* 225, p. 48-52.
- Sánchez Boado, L., Fretes, M. R., Hartwig, V. G. y Brumovsky, L. A. (2013). Evaluación de la capacidad antioxidante del plasma humano debido a los polifenoles de la yerba mate. *Congreso Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Rosario. Argentina.
- Sánchez Boado, L., Fretes, M.R., Novo, P.S. y Brumovsky, L.A. (2014). Efecto del consumo de yerba mate (*Ilex Paraguariensis*) en el plasma humano. VI Congreso Sudamericano de Yerba Mate y II Simposio Internacional de Yerba Mate y Salud. Montevideo, Uruguay.
- Sánchez Boado, L., Fretes, R. M. y Brumovsky, L. A. (2018). Effects of *Ilex paraguariensis* polyphenols on magnesium absorption and iron bioavailability: preliminary study. *Journal of Food Research* 7(2), 114-126. <https://doi.org/10.5539/jfr.v7n2p114>
- Schmalko, M.E.; Ramallo, L.A.; Herrera, J.L.; Valdez, E.C.; Paredes, A.M.; Morawicki, R.O.; Grosso, S.M.; Smorczewski, M.; Benítez Brítez, S. y Escalada, A. (1995) Programa Eco Mate. Reconocimiento de Calidad. Análisis de Composición General, Minerales y Vitaminas en yerba mate. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Informe Inédito.
- Sugimoto, S., Nakamura, S., Yamamoto, S., Yamashita, C., Oda, Y., Matsuda, H. y Yoshikawa, M. (2009). Brazilian Natural Medicines. III. Structures of triterpene oligoglycosides and lipase inhibitors from Mate, leaves of *Ilex paraguariensis*. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* 57 (3), 257-261.
- Taketa A.T.L., Gnoatto S.C.B., Gosmann G., Pires V.S., Schenkel E.P. y Guillaume, D. (2004) Triterpenoids from Brazilian *Ilex* species and their *in vitro* antitrypanosomal activity. *Journal of Natural Products*, 67, 1697-1700. <https://doi.org/10.1021/np040059>

- Temple, J. L., Bernard, C., Lipshultz, S. E., Czachor, J. D., Westphal, J. A., y Mestre, M. A. (2017). The Safety of Ingested Caffeine: A Comprehensive Review. *Frontiers in Psychiatry*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2017.00080>
- Treter, J., Peixoto, M.P.G., Giordani, R.B., Holz, C.L., Roehle, P.M., Tasca, T. y Ortega, G.G. (2010). Anti-*Trichomonas vaginalis* activity of saponins from *Ilex paraguariensis* (Mate) fruits. *Latin American Journal of Pharmacy* 29 (6), 914-918.
- Verster, J. C., y Koenig, J. (2018). Caffeine intake and its sources: A review of national representative studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(8), 1250–1259. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1247252>