

Juan Manuel Pérez¹; Wilson Cardona^{2*}; Luz Urango³; Fernando Alzate⁴; Benjamín Rojano⁵;
Maria Elena Maldonado⁶

Resumen

Antecedentes: la *Ilex laurina* K., planta colombiana cuya infusión presenta actividad antioxidante y antiproliferativa, pertenece al género del té de yerba mate. **Objetivo:** evaluar las propiedades nutricionales y fisicoquímicas de una infusión de hojas de *Ilex laurina* K. como potencial materia prima, alimento funcional y sustituyente del convencional té de mate *Ilex paraguariensis*. **Materiales y métodos:** análisis por HPLC de fitoquímicos y carbohidratos, solubilidad, medición de minerales por espectrofotometría de absorción atómica y análisis sensorial. **Resultados:** en la infusión de *Ilex laurina* K. en comparación con la de *Ilex paraguariensis* se encontraron mayores concentraciones de ácido clorogénico (429,2±20,2 frente a 47,4±1,9 mg/kg), de p-cumárico (47,3±2,4 versus 24,4±0,9 mg/kg), de metilxantinas (1,4-1,8 veces), hierro, cobre y zinc, y similares de ácido cafeico (52,6±18,8 versus 47,4±1,9 mg/L) (p>0,05). Se detectaron ácido ferúlico (21,5±1,6 mg/L) y fructosa (0,4±0,003 g/L), mientras en la de *Ilex paraguariensis* se encontró glucosa (0,8±0,007 g/L) y mayores concentraciones

- 1 Grupo de Química de Plantas Colombianas, Instituto de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, UdeA. CLL. 67 N.º 53-108, Medellín-Colombia.
- 2* Autor de correspondencia. Grupo de Química de Plantas Colombianas, Instituto de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, UdeA. CLL. 67 N.º 53-108, Medellín-Colombia. wilson.cardona1@udea.edu.co
- 3 Grupo Impacto de los Componentes de los alimentos en la Salud, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, UdeA. Cra. 75 N.º 65-87, Medellín-Colombia. luzurango@gmail.com
- 4 Grupo de Estudios Botánicos, Instituto de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, UdeA. CLL. 67 N.º 53-108, Medellín-Colombia. fernando.alzate@udea.edu.co
- 5 Grupo Ciencia de los Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Medellín-Colombia. brojano@gmail.com
- 6 Grupo Impacto de los Componentes de los alimentos en la Salud, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, UdeA. Cra. 75 N.º 65-87, Medellín-Colombia. maria.maldonado@udea.edu.co

Cómo citar este artículo: Pérez JM, Cardona W, Urango L, Alzate F, Rojano B, Maldonado ME. Aspectos nutricionales y fisicoquímicos de *Ilex laurina* Kunth (Aquifoliaceae): un estudio comparativo con *Ilex paraguariensis*. *Perspect Nutr Humana*. 2017;19:41-54. DOI: 10.17533/udea.penh.v19n1a04

nes de magnesio y manganeso ($p < 0,05$). La infusión de *Ilex laurina* K. fue aceptada por el 64 % de los consumidores, independiente del sexo; así como el color (51 %), olor (47 %), sabor (42 %) y dulzor (47 %). **Conclusiones:** la infusión de *Ilex laurina* K. además de tener buena aceptación contiene mayor cantidad de compuestos fenólicos, metilxantinas, hierro, cobre, zinc y fructosa que la de *Ilex paraguariensis*; y menor aporte de glucosa, magnesio y manganeso.

Palabras clave: *Ilex paraguariensis*, yerba mate, prueba sensorial, fitoquímicos, minerales, macronutrientes.

Nutricional and Physicochemical aspects of *Ilex laurina* Kunth (Aquifoliaceae): A Comparative Study with *Ilex Paraguariensis*

Abstract

Background: *Ilex laurina* K., a Colombian plant whose infusion presents antioxidant and antiproliferative properties, belongs to a species of Yerba Mate tea. Objective: Evaluate the nutritional and physicochemical properties of an infusion using *Ilex laurina* K. leaves as a potential raw material, functional food and substitute for the conventional *Ilex paraguariensis* tea. **Objective:** To evaluate the nutritional and physicochemical properties of an infusion using *Ilex laurina* K. leaves as a potential raw material, functional food and substitute for the conventional *Ilex paraguariensis* tea. **Materials and Methods:** Phytochemicals and carbohydrates by HPLC analysis, solubility, mineral measurement using atomic absorption spectrophotometry, and sensorial analysis. **Results:** The *Ilex laurina* K. infusión compared with *Ilex paraguariensis* infusion found higher concentrations of chlorogenic acid (429.2 ± 20.2 versus 47.4 ± 1.9 mg / kg), p-coumaric (47.3 ± 2.4 versus 24.4 ± 0.9 mg / kg), xanthines (1.4-1.8 times), iron, copper, zinc, and the likes of caffeic acid (52.6 ± 18.8 versus 47.4 ± 1.9 mg / L) ($p > 0.05$). Ferulic acid (21.5 ± 1.6 mg / L) and fructose (0.4 ± 0.003 g / L) were detected, while glucose (0.8 ± 0.007 g / L) and higher concentrations of magnesium and manganese ($p < 0.05$) we found in the *Ilex paraguariensis*. *Ilex laurina* K. infusion was accepted by 64% of consumers, regardless of gender; and respective acceptability of the following characteristics: color (51%), smell (47%), flavor (42%) and sweetness (47%). **Conclusions:** *Ilex laurina* K. infusion is well accepted by consumers, and contains a higher concentration of phenol compounds, xanthines, iron, copper, zinc and fructose than *Ilex paraguariensis* infusion, and contributes less glucose, magnesium and manganese.

Keywords: *Ilex paraguariensis*, mate, sensory test, phytochemicals, minerals, macronutrients.

INTRODUCCIÓN

El mate es una bebida de té herbal producida y consumida en los países latinoamericanos del sur de América, principalmente en Paraguay, Uruguay, noreste de Argentina y el sur de Brasil. Se procesa a partir de las hojas y tallos de *Ilex paraguariensis* (IP), una planta perteneciente a la familia Aquifoliaceae. Las hojas de mate también se utilizan como ingrediente por la industria alimentaria o en suplementos dietéticos (1). La planta crece hasta

25-30 pies, tiene hojas ovaladas, pequeñas flores blancas y frutos de drupa roja (2). El té de mate muestra una variedad de actividades biológicas, tales como la actividad antioxidante (3,4) efectos cardioprotectores (5,6), efectos antiparkinsonianos (7), hipocolesterolémico, hepatoprotector (3), estimulante del sistema nervioso central y diurético (8). Diferentes especies del género *Ilex* son empleadas como té para la protección contra las enfermedades cardíacas y hepáticas, disfunción cerebral, y para el mantenimiento de un peso cor-

poral adecuado (9). En el sur de Colombia, norte de Ecuador y el Amazonas se utiliza la guayusa (*Ilex guayusa*) como una planta para la producción de té y como un estimulante leve (10).

La infusión de IP contiene metabolitos secundarios entre los cuales están los alcaloides de purina (metilxantinas), flavonoides, taninos, ácido clorogénico y sus derivados, y numerosas saponinas triterpénicas derivadas de ácido ursólico, conocidas como mate-saponinas; también las vitaminas A, del complejo B, C y E; y un contenido significativo de minerales como magnesio (Mg), manganeso (Mn), hierro (Fe) y zinc (Zn), los cuales participan en la regulación de funciones biológicas en el metabolismo humano (11).

La *Ilex laurina* K. (ILK) es una planta nativa de Colombia, se distribuye en el país en el norte de las cordilleras central y occidental a 1600 y a 2900 ms. n. m. (12). Estudios realizados *in vitro* mostraron que la infusión de esta planta presenta mayor actividad antioxidante, antiproliferativa y apoptótica (13) que el té de mate. Colombia importa más de 20 millones de dólares en la yerba mate y especias por año (14), por lo cual, el objetivo del presente trabajo fue evaluar las propiedades nutricionales y fisicoquímicas de una infusión de hojas de ILK como potencial materia prima, alimento funcional y sustituyente del convencional té de mate (IP).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Aplicando la norma técnica colombiana NTC-5400 para “Buenas Prácticas Agrícolas para frutas, hierbas aromáticas culinarias y hortalizas frescas” (15), las hojas de ILK fueron colectadas en el corregimiento de Santa Elena (Antioquia), Colombia, durante junio de 2012. Una muestra se depositó

en el herbario de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia (*voucher* número Alzate-50622). La IP (mate) utilizada fue una muestra comercial de nombre Taragui, que se cultiva en Corrientes, Argentina.

Preparación de las infusiones para análisis

Se utilizaron 13 g de material vegetal, se mezcló con 500 mL de agua destilada y se dejó en ebullición por 10 min. A continuación, la infusión se filtró sobre papel Whatman N.º 1. Los filtrados se congelaron y se liofilizaron en un Labconco, Freezome 2-5 Plus System (Fisher Scientific, Pittsburg). El extracto se almacenó a -20 °C en tubos de plástico, sellado y protegido de la luz hasta su uso para la preparación del té (16).

Preparación del té

Se preparó el té a partir del material liofilizado (16). Se mezclaron 78 g de material vegetal con 3 L de agua y, posteriormente, se colocó en ebullición por 10 min. A continuación, el extracto se filtró inicialmente por un cedazo y luego sobre papel Whatman N.º 1. El filtrado se empacó en botellas y fue llevado a refrigeración a 5 °C; posteriormente se realizaron los análisis (17,18,19).

Cuantificación de ácidos cinámicos, metilxantinas y carbohidratos

La determinación de ácidos cinámicos (ácido clorogénico, ácido cafeico, ácido *p*-cumárico y ácido ferúlico) y metilxantinas (cafeína y teobromina) se realizó en un cromatógrafo HPLC Shimadzu LC-20AD/T, equipado con un detector SPD-6AUV (Kyoto-Japan), un detector de matriz de fotodiodos (PDA) y una columna C-18 de 250*4,6 mm (Restek®, Bellefonte, EE. UU.). Las infusiones liofilizadas de las dos muestras se filtraron antes de inyectar al cromatógrafo usando un filtro de nylon de 0,45 µm. Los compuestos se identificaron y

se cuantificaron con el uso de estándares de alta pureza $\geq 98\%$, todos estos obtenidos de Sigma-Aldrich®. Las lecturas se realizaron a 320 nm. La fase móvil utilizada para la separación de ácidos cinámicos fue una mezcla de acetonitrilo: agua acidificada (ácido fosfórico a pH=2,5) 40:60 v/v y suministrada a una velocidad de 0,8 mL/min. Las inyecciones fueron de 10 μ L (20); la separación de la teobromina y cafeína se realizó utilizando una columna C-18 ultra acuosa, según lo descrito por Zapata et al., 2015 (21). Como fase móvil se utilizó metanol al 100 % en modo isocrático a un flujo de 1,0 mL/min (21).

Análisis de carbohidratos

Este se realizó por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) utilizando una columna SHODEX 1011, 5 μ m (4,6X350 mm) y un detector de índice de refracción. Para el corrido se utilizó como fase móvil ácido sulfúrico al 0,01 M, a una velocidad de flujo de 0,8 mL/min y a una temperatura de 25 °C. Se inyectaron 20 μ L de infusión para cada análisis y el tiempo de corrido fue de 25 min. La cuantificación e identificación de cada uno de los carbohidratos analizados se realizó con la ayuda de estándares para la determinación de este nutriente.

Prueba de solubilidad

De cada muestra, 0,1 g se suspendió en 15 mL de solución tampón en diferentes condiciones de pH (2; 4,5 y 6,5). Las suspensiones se incubaron a temperatura ambiente con constante agitación (100 r/min) durante 18 h y, luego, se centrifugaron durante 15 min. El sobrenadante se secó a 50 °C hasta que se alcanzó un peso constante. El porcentaje de solubilidad se calculó como sigue: % solubilidad=(Ws/Wi) x 100. En el que Wi fue definido como el peso inicial de la muestra y Ws como el peso del sobrenadante después de secado (22).

Determinación de minerales

El análisis de Mg, Fe, Mn, cobre (Cu) y Zn se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica (23).

Prueba sensorial de ILK

Se hizo análisis sensorial de esta variedad, dado que para este estudio era importante conocer la aceptación con una prueba afectiva de aceptación general y por nivel de agrado con escala hedónica de tres puntos, aplicada a 188 personas que refirieron ser consumidores regulares de té (24). Todos los participantes estaban relacionados con la Universidad de Antioquia, se incluyeron ambos sexos, no había edad establecida para participar y pertenecían a los diferentes estratos socioeconómicos de la ciudad de Medellín, Colombia; fueron seleccionados al azar, para realizar las degustaciones de manera independiente (25). Las categorías de estrato socioeconómico se reagruparon así: estrato bajo correspondiente al 1 y 2; medio al 3 y 4; y alto al 5 y 6.

Análisis estadístico

Las pruebas no sensoriales se realizaron por triplicado y se expresaron los valores como los promedios \pm la desviación estándar (DE). Las diferencias estadísticas se determinaron por medio del modelo lineal general, complementando con la prueba de contraste de Tukey con base en un nivel de significancia estadístico del 5 %. Los datos fueron analizados usando el programa SAS UNIVERSITY.

Para la prueba sensorial se empleó el modelo lineal general (GLM), complementado con la prueba de Tukey al 5 % de significancia, en el que las variables respuesta evaluadas fueron color, sabor, dulzura y olor, empleando la escala de Likert modificada 1= definitivamente no me gusta; 2= ni me gusta, ni me disgusta y 3= definitivamente me gusta. Se validaron

los supuestos estadísticos asociados con la anterior metodología, debiéndose transformar los datos por medio de la familia BOX-COX, se utilizó el paquete estadístico SAS UNIVERSITY. En el diseño experimental de esta prueba se consideraron dos aspectos: la población objetivo y la bebida en sí. Para la población se consideraron características como el estrato social de los participantes y el sexo (26).

RESULTADOS

Las concentraciones de cafeína, teobromina, ácido clorogénico y *p*-cumárico fueron muy superiores en la muestra de ILK en comparación con la de IP ($p < 0,05$). No se encontró diferencia estadística en las concentraciones de ácido cafeico entre las infusiones de las dos muestras, y el ácido ferúlico fue detectado únicamente en la de IP (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de las concentraciones de ácidos hidroxicinámicos y metilxantinas en las infusiones de ILK e IP

Compuesto	<i>I. paraguariensis</i>	<i>I. laurina K</i>
Cafeína (mg/L)	873,0±0,8 ^b	1189,9±0,4 ^a
Teobromina (mg/L)	1112,5±0,5 ^b	2017,7±0,5 ^a
Ácido clorogénico (mg/L)	98,6±4,6 ^b	429,2±20,2 ^a
Ácido cafeico (mg/L)	47,4±1,9 ^a	52,6±18,8 ^a
Ácido <i>p</i> -cumárico (mg/L)	24,4±0,9 ^b	47,3±2,4 ^a
Ácido ferúlico (mg/L)	NT	21,5±1,6

Los valores son expresados como la media±desviación estándar ($n=3$, $p < 0,05$) de determinaciones por triplicado; NT: no detectado. Letras distintas indican diferencia estadística significativa ($p < 0,05$).

En la tabla 2 se puede observar que la infusión de ILK contiene fructosa (0,4±0,003 g/100 mL) mientras que la IP presenta glucosa (0,83±0,007 g/100mL).

La infusión de ILK contiene el carbohidrato fructosa (0,4±0,003 g/100 mL), no detectado en la de IP, en la que se encontró glucosa (0,83±0,007 g/100 mL). Las concentraciones de Mg (30,5±0,8) y Mn (0,5±0,004) fueron superiores en la infusión de IP, en tanto que el contenido

de Fe, Cu y Zn fue más alto en la infusión de ILK ($p < 0,05$) (Tabla 2).

En la tabla 3 se presentan los valores obtenidos para las variables dependientes pH, el porcentaje de solubilidad mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las muestras de ILK (13,2±2,0) e IP (31,4±4,6). El índice de refracción fue de 1,3 y el de viscosidad de 0,9 para ambas muestras.

En la tabla 4 se presentan los resultados de la prueba sensorial para la infusión de ILK, en la que se observa que para el color y el olor hubo diferencia estadística significativa entre hombres y mujeres, con valores más altos para estas últimas ($p < 0,05$). En las variables sabor y dulzor no se reportaron diferencias ($p > 0,05$).

En cuanto a los promedios de aceptación por atributos según estrato socioeconómico para la infusión de ILK, el puntaje para el color fue significativamente más bajo en el estrato alto (2,6±1,7) en comparación con el medio y el bajo (4,2±1,3) ($p > 0,05$), la misma situación se observó con el olor, cuyo puntaje fue más bajo en el estrato alto 2,9±1,7 que en el medio 3,4±1,2 y el bajo 4,6±0,8 ($p > 0,005$). En el sabor no se presentaron diferencias según el estrato, y sobre el dulzor el estrato medio mostró un valor más bajo que los otros dos ($p > 0,005$) (Tabla 5).

El porcentaje de aceptación general mostró que de 188 participantes que degustaron el producto, el 64 % lo aceptó.

En la figura 1 se muestra que al 51, 47, 42 y 47 % de los consumidores les gustó el color, el olor, el sabor y el dulzor respectivamente. No les gustó ni les disgustó al 41, 42, 35 y 42 %, para los atributos analizados; y no les gustó al 8, 10, 22 y 10 % de los participantes que evaluaron el color, el olor, el sabor y el dulzor.

Tabla 2. Comparación del contenido de carbohidratos y minerales entre las infusiones de ILK e IP

Muestra	Carbohidratos (g/100mL)			Minerales (mg/L)				
	Sacarosa	Glucosa	Fructosa	Mg	Mn	Fe	CU	Zn
ILK	ND	ND	0,4±0,003	5,1±0,07 ^b	0,2±0,006 ^b	5,1±0,07 ^b	0,2±0,006 ^b	5,1±0,07 ^b
IP	ND	0,8±0,007	ND	30,5±0,8 ^a	0,5±0,004 ^a	0,05±0,004 ^a	< 0,005 ^a	0,5±0,004 ^a

Los valores son expresados como la media±desviación estándar (n=3); ND: no determinado. Los valores son expresados como la media±desviación estándar (n=3). Letras distintas indican diferencia estadística significativa (p<0,05).

Tabla 3. Comparación de las propiedades fisicoquímicas de las infusiones de ILK e IP

Muestra	pH	% Solubilidad	Índice de Refracción	Viscosidad
ILK	5,6±0,01 ^a	13,2±2,0 ^b	1,3	0,9
IP	5,2±0,01 ^a	31,4±4,6 ^a	1,3	0,9

Los valores son expresados como la media±desviación estándar (n=3). Letras distintas indican diferencia estadística significativa (p<0,05).

Tabla 4. Promedio de aceptación por atributos según sexo para la infusión de ILK

Atributo	Sexo			
	Hombres	CV	Mujeres	CV
Color	3,6±1,3 ^b	36,1	4,1±1,2 ^a	29,2
Olor	3,4±1,3 ^b	38,2	3,9±1,3 ^a	33,3
Sabor	2,9±1,4 ^a	48,2	3,1±1,3 ^a	41,9
Dulzor	3,5±1,5 ^a	42,8	3,2±1,7 ^a	53,1

Los valores son expresados como la media±desviación estándar, coeficiente de variación (CV). Letras distintas indican diferencia estadística significativa (p<0,05).

Tabla 5. Promedio de aceptación por atributos según estrato socioeconómico para la infusión de ILK

Atributo	Estrato socioeconómico					
	Alto	CV	Medio	CV	Bajo	CV
Color	2,6±1,7 ^b	65,3	3,9±1,0 ^a	25,6	4,2±1,3 ^a	30,9
Olor	2,9±1,7 ^c	58,6	3,4±1,2 ^b	35,2	4,6±0,8 ^a	17,3
Sabor	3,1±1,2 ^a	38,7	3,2±1,4 ^a	43,7	2,8±1,3 ^a	46,4
Dulzor	3,9±1,8 ^a	46,1	2,9±1,5 ^b	51,7	3,8±1,5 ^a	39,4

Los valores son expresados como la media±desviación estándar, coeficiente de variación (CV). Letras distintas indican diferencia estadística significativa (p<0,05).

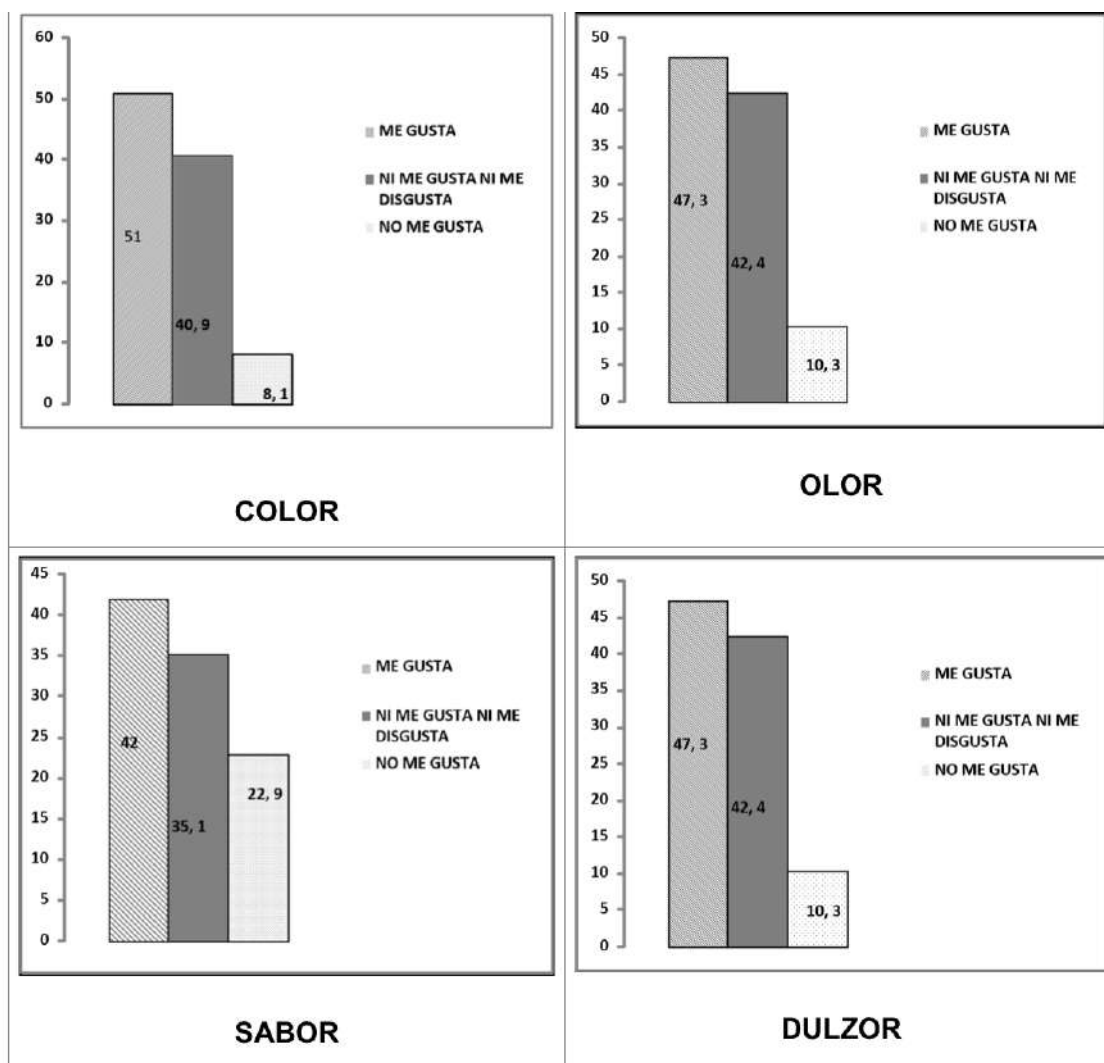


Figura 1. Porcentaje de escala hedónica por atributos de la infusión de ILK. Prueba afectiva de escala hedónica de tres puntos, para el color, olor, sabor y dulzor de la infusión de ILK.

DISCUSIÓN

Los ácidos hidroxicinámicos, tales como ácido cafeico, ácido *p*-cumárico y ácido ferúlico están ampliamente distribuidos en el reino vegetal y se encuentran en los granos de café, las aceitunas, el propóleo, las frutas y verduras, y pueden presentarse en forma esterificada con ácido quínico o glucosa (27). Los ácidos hidroxicinámicos son

antioxidantes naturales con mecanismos que implican captación de radicales libres, quelación de iones metálicos y acciones inhibitorias sobre enzimas específicas que inducen radicales libres y la formación de hidroperóxidos lipídicos (28,29).

Las concentraciones de los ácidos hidroxicinámicos y metilxantinas en ILK, entre ellos cafeína ($1189,9 \pm 0,4$), teobromina ($2017,7 \pm 0,5$) y ácido clorogénico ($429,2 \pm 20,2$) entre otros, son más al-

tos que en IP. Esto se confirmó en un estudio realizado que reportó que ILK contenía 2,2 y 4,4 veces mayor cantidad de derivados fenólicos y caqueoílicos totales, respectivamente, que IP, mostrando mejor actividad antioxidante (13). Lo cual hace de esta infusión una fuente potencial de compuestos reductores para la prevención los daños oxidativos *in vivo*, en relación con las enfermedades tales como el cáncer, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, Alzheimer y Parkinson (30,31).

Las metilxantinas, cafeína y teobromina son alcaloides que se encuentran presentes en el café, el cacao, el mate y el té verde; estos compuestos actúan como estimulantes del sistema nervioso central, de la actividad muscular, de la actividad provascular, son diuréticos, vasodilatadores, aceleran el metabolismo y la ingesta de oxígeno por los tejidos del cuerpo, mejoran la actividad cerebral y sistemas circulares del cuerpo humano. Un estudio sugirió que la ingestión crónica de extracto acuoso de IP promovió una disminución de la hidrólisis de ATP, ADP y AMP en suero sanguíneo de rata. Por lo tanto, parece que este tratamiento puede alterar la vía de la nucleotidasa modulando el equilibrio en los niveles de purina que pueden producir efectos relevantes en el sistema cardiovascular (32,33).

En un estudio comparativo del contenido de metilxantinas en mate y en infusiones preparadas con hojas de otras especies de plantas del género *Ilex*, se registró que solo ILK posee cantidades cuantificables de metilxantinas, en tanto que las demás especies estudiadas contenían solo trazas (no cuantificables, en las condiciones de experimentación, por debajo de 1 ppm) o no contenían (34); en el caso de nuestra investigación, se observó cómo la infusión de ILK presenta un contenido de metilxantinas mayor que el encontrado en la IP (Tabla 1). Buduba (35) describe que en:

ILK, los valores de cafeína se encuentran en mayor concentración (1 a 2 % en masa seca), seguida de la teobromina (0,3 a 0,9 % en masa seca) y en menor cantidad la teofilina; estos valores en la teofilina se asocian a la intermediación en el catabolismo de la cafeína en la planta. (p. 33)

El mate contiene compuestos bioactivos que son reconocidos por las poblaciones del sur de América, de donde son los principales consumidores de esta bebida desde principios del siglo XV; preparada por los indios guaraníes de Brasil y Paraguay con las hojas de té que a los españoles les “producía alegría y alivio de la fatiga” (36).

Estos resultados indican que bebidas a base de hojas de ILK podrían exhibir un potencial farmacológico, pues se conoce su efecto en el sistema nervioso, Calle Aznar (37) explica que

a dosis bajas estimula los centros bulbares y la corteza cerebral, produciendo efectos en la disminución de los síntomas de fatiga y a dosis muy elevadas, actúa sobre la médula espinal causando hiper excitabilidad muscular y convulsiones. Como estimulante cardíaco es un potente vasodilatador a nivel periférico y un vasoconstrictor a nivel de las arterias cerebrales. (p. 23)

La cafeína en *Ilex* actúa como antagonista de los receptores de adenosina (neurotrasmisor), que regula las funciones celulares que producen sedación; efecto que es bloqueado por la cafeína, a nivel de las membranas celulares del sistema nervioso central y del sistema nervioso periférico (38). En el caso de nuestra investigación, se encontraron valores de 1189,9 mg/L para ILK de cafeína, lo cual podría ser referente para futuros estudios de comparación entre bebidas energizantes e ILK.

La concentración de cafeína en el té oscila entre 20-73 mg/100 mL según el método de elaboración y el tiempo de extracción; en las bebidas energi-

zantes comerciales se encuentra 80 mg de cafeína equivalente a una taza de café (39).

La infusión preparada a base de hojas de ILK (Tabla 2) presentó bajo índice glucémico (39-41), que podría resultar en mayores beneficios para la salud de los consumidores, dado que no genera aumento de la glucosa en sangre y debido a que el contenido de carbohidratos de los alimentos se relaciona con enfermedades como la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares (42); por lo cual puede resultar conveniente la determinación de estos tanto en yerba mate como en infusiones de ILK.

Los minerales son muy importantes en el metabolismo y en el desarrollo humano; en función de los valores obtenidos en la infusión de hojas de ILK, se pueden encontrar los micronutrientes: Mg, Mn, Zn, Fe y trazas de Cu; y desde el punto de vista bromatológico los valores en el contenido de estos minerales son comparables entre ambas infusiones.

La función del Mg en la salud humana es la participación en la regulación de diversas reacciones bioquímicas en el cuerpo humano, entre estas la síntesis de proteínas, la función muscular y nerviosa, el control de la glucosa en sangre, la regulación de la presión arterial (43-45), y funciones mitocondriales y oxidativas (46).

Los valores obtenidos de micronutrientes en ILK en este estudio son bajos, en relación con la RDA (Ingesta Diaria Recomendada) que establece 420 mg de Mg, 11 mg de Zn para hombres adultos y 8 mg para mujeres, 900 µg de Cu y, se recomienda, de 2,5-5 mg/día para Mn (47).

Es importante tener en cuenta que el contenido de minerales presentes en las hojas de IP varía considerablemente según las condiciones ambientales en las que se cultiva, esto se debe al hecho

de que el metabolismo de la planta es afectado por estas condiciones; se sabe que el grado en que las plantas toman metales no depende de factores genéticos, sino exclusivamente de la unión de estos elementos traza a los constituyentes del suelo, así como de las condiciones macro y microambientales del suelo (48,49).

Se debe señalar que se ha encontrado una correlación inversa entre la cantidad de minerales lixiviados en infusiones de mate y la concentración de polifenoles, capaces de formar complejos con los polifenoles. Se debe tener en cuenta que esto podría, en la medida en que disminuye el contenido de polifenoles en la infusión, disminuir su capacidad antioxidante, lo cual está en concordancia con los resultados obtenidos (13). La composición del extracto es determinada por la solubilidad en agua de compuestos que presenta la planta. Esta composición le confiere las propiedades fisicoquímicas y farmacológicas a la infusión.

En el presente estudio se puede afirmar que la infusión de ILK fue calificada con una buena aceptación general, reconociendo que tradicionalmente en Colombia se consume la bebida de café, pero considerando que los consumidores ahora se preocupan más por su salud. La demanda de bebidas tipo infusión como el té ha ido en aumento, como lo reportó el análisis de la industria del té y las aromáticas en Colombia (50,51).

Las condiciones de procesamiento (tiempo/temperatura de las etapas de secado) y otros parámetros como el sexo de la planta, la variabilidad genética y el tipo de suelo pueden diferir entre los diversos productores y tienen influencia en la calidad, características sensoriales y cantidad de sustancias bioactivas del producto final (52).

En relación con la aceptación entre hombres y mujeres aquí observada, los atributos sensoriales

mejor evaluados fueron el color, seguido por el olor y el dulzor; contrario a lo reportado por un estudio en el que tanto los hombres como las mujeres de los diferentes grupos de edades evaluaron que la razón de consumo del té fue el sabor (53).

Las bebidas no alcohólicas han aumentado su consumo entre la población, el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) reportó que entre el 2009 y el 2013 aumentó en un 7 % el consumo per cápita de las bebidas no alcohólicas entre los diferentes estratos socioeconómicos (54,55).

En una investigación de tipo transversal del año 2003, que se basó en la investigación de las diferencias en la ingesta alimentaria entre los adultos con diferente estatus socioeconómico y las tendencias en el tiempo, se asoció el estrato socioeconómico alto con una mayor proporción de usuarios hombres que consumían té, jugo de fruta y vino; además se concluyó que tanto los hombres como las mujeres de los estratos socioeconómicos más altos consumen mayor cantidad de té que los de la clase social baja, y que durante los diez años de duración del estudio aumentó el consumo de té en todos los estratos socioeconómicos (56).

Por otra parte, el aumento en el consumo de bebidas no alcohólicas como el té se asocia a que un mayor número de personas prefieren consumir bebidas con menos cantidad de nutrientes trazadores de riesgo para salud, como son el sodio y los azúcares, y prefieren aquellas bebidas que contienen fibra, las deslactosadas y las que contienen adición de extractos de plantas; entre las que la promoción del consumo de té ILK podría ser una alternativa saludable (56).

CONCLUSIONES

La infusión de ILK es una bebida que presenta un bajo contenido de azúcares, que puede ser favorable para las personas con alteración del metabolismo de la glucosa, dado su bajo contenido de esta. Los datos podrían indicar que la infusión de ILK es un alimento que puede ser dirigido a poblaciones con restricción calórica en su dieta.

El contenido de Mg encontrado en ILK es importante, ya que cumple funciones de cofactor en numerosas reacciones enzimáticas, así como estructurales en macromoléculas y huesos.

Estos hallazgos pretenden beneficiar a toda la cadena productiva de plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines en Colombia, al consumidor final y apoyar la importancia del consumo de bebidas naturales bajas en calorías, para la dieta humana.

El contenido hallado de metilxantinas resulta interesante para continuar estudiando las bebidas a base de hojas de ILK, pues podrían exhibir un amplio potencial farmacológico y ser referente para futuros estudios de comparación entre bebidas con propiedades energizantes.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Antioquia (Estrategia de Sostenibilidad 2013–2014) por el financiamiento de la investigación.

Referencias

1. Burris KP, Harte FM, Davidson PM, Stewart CN Jr., Zivanovic S. Composition and bioactive properties of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hi l.): A review. *Chil J Agr Res.* 2012;72:268-74.
2. Miachon-Silva L. (*Ilex paraguariensis*) Family Aquifoliaceae. [Internet]. [Citado junio de 2016]. Disponible en: <https://www.amherst.edu/system/files/media/1678/Mate.pdf>
3. Filip R, Ferraro GE. Researching on new species of "Mate": *Ilex brevicuspis*. *Phytochemical and pharmacology study.* *Eur J Nutr.* 2003;42:50-4. DOI: 10.1007/s00394-003-0399-1
4. Gugliucci A. Antioxidant effects of *Ilex paraguariensis*: induction of decreased oxidability of human LDL in vivo. *Biochem Biophys Res Commum.* 1996;224(2):338-44. DOI: 10.1006/bbrc.1996.1030
5. Mosimann AL, Wilhelm-Filho D, Da Silva EL. Aqueous extract of *Ilex paraguariensis* attenuates the progression of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Biofactors.* 2006;26:59-70. DOI: 10.1002/biof.5520260106
6. Schinella G, Fantinelli JC, Mosca SM. Cardioprotective effects of *Ilex paraguariensis* extract: evidence for a nitric oxide-dependent mechanism. *Clin Nutr.* 2005;24(3):360-6. DOI: 10.1016/j.clnu.2004.11.013
7. Milioli EM, Cologni P, Santos CC, Marcos TD, Yunes VM, Fernandes MS, et al. Effect of acute administration of hydroalcoholic extract of *Ilex paraguariensis* St HI laire (Aquifoliaceae) in animal models of Parkinson's disease. *Phytother Res.* 2007;21(8):771-6. DOI: 10.1002/ptr.2166
8. Gonzalez A, Ferreira F, Vazquez A, Moyna P, Paz EA. Biological screening of Uruguayan medicinal-plants. *J Ethnopharmacol.* 1993;39(3):217-20. DOI:10.1016/0378-8741(93)90040-C
9. Heck CI, de Mejia EG. Yerba mate tea (*Ilex paraguariensis*): A comprehensive review on chemistry, health implication, and technological consideration. *J Food Sci.* 2007;72(9):R138-51. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00535.x
10. Cardozo EL, Ferrarese-Filho O, Cardozo-Filho L, Ferrarese MLL, Donaduzzi CM, Sturion JA. Methylxanthines and phenolic compounds in mate (*Ilex paraguariensis* St. HI l.) progenies grown in Brazil. *J Food Compos Anal.* 2007;20:553-8. DOI: 10.1016/j.jfca.2007.04.007
11. Bastos DH, Moura D, Teixeira MR, De Oliveira CP, Lima RM. Yerba maté: pharmacological properties, research and biotechnology. *Medicinal Aromatic Plant Sci Biotech.* 2007;1:37-46.
12. León JD, Vélez G, Yepes AP. Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. *Rev Biol Trop.* 2009;57(4):1165-82.
13. Pérez JM, Maldonado ME, Rojano B, Alzate F, Sáez J, Cardona W. *Ilex laurina* K and *Ilex paraguariensis*: Comparative Antioxidant, Antiproliferative and Apoptotic Effects on Colon Cancer Cells. *Trop J Pharm Res.* 2014;13(8):1279-86. DOI: 10.4314/tjpr.v13i8.12
14. República de Colombia. DANE. Comercio exterior – importaciones y balanza comercial. Boletín de prensa, Bogotá, D. C., 16 de mayo de 2012. [Internet]. [Citado junio de 2015]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/importaciones/bol_impo_mar12.pdf
15. Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Norma técnica colombiana NTC- 5400: Buenas prácticas agrícolas. 12 de diciembre de 2012.
16. Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Norma técnica colombiana NTC-4396: Té preparación de una muestra de té y determinación de su contenido de materia seca. 20 de mayo de 1998.

Estudio nutricional *Ilex laurina*

17. Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Norma técnica colombiana NTC-3407: Industria Agrícola, plantas Aromáticas. Té, determinación de la alcalinidad de las cenizas solubles en agua. 19 de agosto 1992.
18. Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Norma técnica colombiana NTC-3506: Industria agrícola, té. 23 de septiembre de 1998.
19. Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Norma técnica colombiana NTC-3408: Industria Agrícola. Plantas aromáticas. Preparación de la infusión para uso en análisis sensorial. 19 de agosto de 1992.
20. Kelebek H, Serkan S, Ahmet C, Turgut C. HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made from a Turkish cv. Kosan. *Microchem J.* 2009;91(2):187-92. DOI: 10.1016/j.microc.2008.10.008
21. Zapata S, Tamayo A, Rojano B. Efecto del Tostado Sobre los Metabolitos Secundarios y la Actividad Antioxidante de Clones de Cacao Colombiano. *Rev Fac Nal Agr Medellín.* 2015;68(1):7497-507. DOI: 10.15446/rfnam.v68n1.47836
22. Gan CY, Manaf NA, Latiff AA. Physico-chemical properties of alcohol precipitate pectin-like polysaccharides from *Parkia speciosa* pod. *Food Hydrocolloids.* 2010;24(5):471-8. DOI : 10.1016/j.foodhyd.2009.11.014
23. Pearson D. *Chemical analysis of foods.* 7th ed. London: Church Hill Livingstone; 1976.
24. Espinosa J. *Análisis sensorial de los alimentos.* Ciudad de la Habana: Editorial Universitaria; 2007.
25. Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Norma técnica colombiana NTC-3501: Análisis sensorial. Vocabulario. 18 de abril de 2012.
26. Akira FC, SI Iveira ML, Cardoso RL, Ferreira DC. Sensory acceptance of mixed nectar of papaya, passion fruit and acerola. *Scientia Agricola.* 2004;61(6):604-8. DOI: 10.1590/S0103-90162004000600007
27. Herrmann, K. Occurrence and content of hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acid compounds in foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1989;28(4):315-47. DOI: 10.1080/10408398909527504
28. Sugiura M, Naito Y, Yamaura Y, Fukaya C, Yokoyama K. Inhibitory activities and inhibition specificities of caffeic acid derivatives and related compounds toward 5-lipoxygenase. *Chem Pharm Bull.* 1989;37(4):1039-43.
29. Michaluart P, Masferrer JL, Carothers AM, Subbharamaiah K, Zweifel BS, Koboldt C, et al. Inhibitory effects of caffeic acid phenethyl ester on the activity and expression of cyclooxygenase-2 in human oral epithelial cells and in a rat model of inflammation. *Cancer Res.* 1999;59(10): 2347-52.
30. Tanaka T, Kojima T, Kawamori T, Wang A, Suzui M, Okamoto K, et al. Inhibition of 4-nitroquinoline-1-oxide-induced rat tongue carcinogenesis by the naturally occurring plant phenolics caffeic, ellagic, chlorogenic and ferulic acids. *Carcinogenesis.* 1993;14(7):1321-5.
31. Tsuchiya T, Suzuki O, Igarashi K. Protective effects of chlorogenic acid on paraquat-induced oxidative stress in rats. *Biosci Biotechnol Biochem.* 1996;60:765-8. DOI: 10.1271/bbb.60.765
32. James JE. *Caffeine and health.* San Diego, CA,: Academic Press Inc.; 1991.
33. Gorgen M, Turatti K, Medeiros AR, Buffon A, Bonan CD, Sarkis JJ, et al. Aqueous extract of *Ilex paraguariensis* decreases nucleotide hydrolysis in rat blood serum. *J Ethnopharmacol.* 2005;97(1):73-7. DOI: 10.1016/j.jep.2004.10.015
34. Filip R, Lopez P, Coussio J, Ferraro G. Mate substitutes or adulterants: study of xanthine content. *Phytotherapy Res.* 1998;12(2):129-31. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1573(199803)12:2<129::AID-PTR191>3.0.CO;2-1

35. Buduba C. Mutagénesis y antimutagénesis en extractos acuosos, clorofórmicos y acetónicos de *Ilex paraguariensis* var. *paraguariensis* e *Ilex dumosa* var. *Dumosa*. Maestría en Tecnología e Higiene de los Alimentos. La Plata Argentina: Universidad Nacional de la Plata; 2011.
36. Technical Data Report for Yerba mate. *Ilex paraguariensis*. [Internet]. [Citado junio de 2015]. Disponible en: <http://www.rain-tree.com/reports/yerbamate-tech.pdf>
37. Calle Aznar S. Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales. [Trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Técnica Industrial especialidad Química]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya; 2011.
38. Silva LM. Bebidas energizantes: composición química y efectos sobre el organismo humano. [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá; 2015.
39. Méthode Montignac. El concepto: Definición del Índice Glicémico. [Internet]. [Citado junio de 2015]. Disponible en: <http://www.montignac.com/es/el-concepto/>
40. Fernández JM, López Miranda J, Pérez Jiménez F. Índice glucémico y ejercicio físico. *Rev Andal Med Deporte*. 2008;1(3):116-24. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-ndice-glucemico-ejercicio-fisico-13131406>
41. Nutriinfo. Tablas de Índice Glicémico. [Internet]. [Citado junio de 2015]. Disponible en: <http://www.fundacion-barcelo.com.ar/nutricion/documentos%20NCB/Indice-Glucemico.pdf>
42. Erdman Jr JW, Macdonald IA, Zeisel SH. *Present Knowledge in Nutrition*. 10th ed. USA: John Wiley & Sons, Ltd. Publication; 2012.
43. Institute of Medicine (IOM). Food and Nutrition Board. *Dietary Reference Intakes: Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride*. Washington, DC: National Academy Press; 1997.
44. Qais F. The Magnificent Effect of Magnesium to Human Health: A Critical Review. *International Int J Appl Sci Tech*. 2012;2(3):118-26.
45. Gröber U, Schmidt J, Kisters K. Magnesium in prevention and therapy. *Nutrients*. 2015; 7(9):8199-226. DOI: 10.3390/nu7095388
46. National Institutes of Health Office of Dietary Supplements. Magnesium fact sheet for health professionals. [Internet]. [Citado junio de 2015]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Magnesium-HealthProfessional>
47. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. National Academies. *Dietary Reference Intakes (DRIs)*. Washington DC: National Academy Press; 2004.
48. Esmelindro AA, Girardi JS, Mossi A, Jacques RA, Dariva C. Influence of agronomic variables on the composition of mate tea leaves (*Ilex paraguariensis*). Extracts obtained from CO₂ extraction at 30°C and 175 bar. *J Agric Food Chem*. 2004;52(7):1990-5. DOI: 10.1021/jf035143u
49. Bragança VL, Melnikov P, Zaroni LZ. Trace Elements in Different Brands of Yerba Mate Tea. *Biol Trace Elem Res*. 2011;144(1-3):1197-204. DOI: 10.1007/s12011-011-9056-3
50. Jaramillo JF, Riveros DB, Daza RS, Castaño GZ, Rojas NM, Rodríguez HA. Análisis de la industria del té y las aromáticas en Colombia. Bogotá: Universidad del Rosario. Facultad de Administración. Documento de investigación N.º 103; 2011
51. Sotos-Prieto M, Carrasco P, Sorlí JV, Guillén M, Guillém Sáiz P, Quiles L, et al. Consumo de café y té en población mediterránea de alto riesgo cardiovascular. *Nutr Hosp*. 2010;25(3):388-93. DOI:10.3305/nh.2010.25.3.4293

Estudio nutricional *Ilex laurina*

52. Esmelindro MC, Toniazzo G, Waczuck A, Dariva C, Oliveira D. Caracterização físico-química da erva-maté: influência das etapas do processamento industrial. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2002;22(2):193-204. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v22n2/a16v22n2.pdf>
53. Portafolio. El ascenso en el consumo de té en Colombia. [Internet]. [Citado enero de 2016]. Disponible en: <http://www.portafolio.co/negocios/consumo-te-colombia>
54. Tamayo-Borrego DC. Investigación de mercados para la creación de un punto de venta de consumo de productos elaborados a base de té, en la ciudad de Bogotá. Universidad Javeriana; 2010.
55. Legiscomex. Bebidas No alcohólicas en Colombia. [Internet]. [Citado junio de 2015]. Disponible en: <http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/informe-sectorial-bebidas-no-alcoholicas-colombia-completo-rci285.pdf>
56. Hulshof KFAM, Brussaard JH, Kruizinga AG, Telman J, Löwik MRH. Socio-economic status, dietary intake and 10 y trends: the Dutch National Food Consumption Survey. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57(1):128-17. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1601503