Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Desarrollo de una bebida aromática funcional a partir de polvos de mentol y luteolina obtenidos mediante Spray-Drying

L. S. Mora Flórez1*, D. Cabrera Rodríguez1 y M. Hernández Carrión1

1 Departamento de Ingeniería Química y de Alimentos, Grupo de Diseño de Productos y Procesos (GDPP), Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. * ls.moraf@uniandes.edu.co

RESUMEN

Las plantas aromáticas representan alrededor del 0,7% de las hierbas medicinales. Las más comunes son manzanilla (principio activo mayoritario: flavonoides como luteolina) y hierbabuena (principio activo mayoritario: mentol). Estas suelen consumirse en infusiones o tisanas usando "bolsas de té", pero el uso de estas bolsas conlleva tiempos de preparación relativamente largos, genera residuos y acarrea una alta probabilidad de ingerir microplásticos y nanoplásticos. En este trabajo se utilizaron polvos de mentol y luteolina obtenidos mediante secado por atomización a partir de una infusión de manzanilla y hierbabuena (75% agua, 8% hierbas 1:1 y 17% material de pared (MP)). Para evaluar su potencial como nuevo producto en el mercado, se elaboraron 3 bebidas con adición de vitaminas B1 y B9, usando polvos (1 g, 2 g y 3 g) con maltodextrina y proteína de soya al 15% (p/p) (MP). Se realizó un análisis sensorial con 57 consumidores, donde la formulación con 2 g de cápsulas obtuvo mejores puntuaciones para color, aroma y aceptabilidad global. Además, el 95% de los encuestados afirmó que consumiría alguna de las bebidas evaluadas. Los resultados sugieren el potencial de los polvos como producto innovador, de fácil consumo, ambientalmente amigable y que pueda comercializarse como bebida aromática instantánea o preparada en el mercado.

Palabras clave: Análisis sensorial, Alimento funcional, Solubilidad, Humedad.

ABSTRACT

Aromatic plants represent about 0.7% of medicinal plants. The most common are chamomile (major active ingredient: flavonoids such as luteolin) and spearmint (major active ingredient: menthol). These are usually consumed in infusions or tisanes using "tea bags", but the use of these bags involves relatively long preparation time, generates waste, and carries a high probability of ingesting microplastics and nanoplastics. In this work, menthol and luteolin powders obtained by Spray-Drying from an infusion of chamomile and spearmint (75% water, 8% herbs 1:1 and 17% wall material (WM)) were used. To evaluate its potential as a new product in the market, 3 beverages with vitamins B1 and B9 were prepared using powders (1 g, 2 g and 3 g) with maltodextrin and soy protein at 15% (w/w) (WM). A sensory analysis was conducted with 57 consumers, where the formulation with 2 g of capsules obtained better scores for color, smell, and overall acceptability. In addition, 95% of the participants stated that they would consume any of the evaluated beverages. Results suggest the potential of the powders as an innovative product that is easy to consume, environmentally friendly and can be commercialize as an instant or prepared aromatic beverage in the market.

Key words: Sensory analysis, Functional food, Solubility, Moisture.

INTRODUCCIÓN

Las plantas forman parte de la alimentación de animales y humanos ya que otorgan principios inmediatos (moléculas como carbohidratos, lípidos y proteínas) y principios activos (Tovar & Ospina, 2015). De acuerdo con sus efectos en la salud humana (por contacto, absorción o ingestión) pueden ser venenosas, narcóticas, medicinales, especias y aromáticas (Fretes, 2010). Estas últimas representan alrededor de 0,7% del total de plantas medicinales y son aquellas cuyos principios activos se constituyen parcial o totalmente por esencias (Fretes, 2010). En Colombia se producen y comercializan aproximadamente 156 especies de plantas aromáticas medicinales (ICA, 2011). Entre las especies que gobiernan gran parte de estos mercados se encuentran la manzanilla y hierbabuena (Cardona & Barrientos, 2011). Estas son de gran interés ya que poseen una mayor distribución geográfica en el territorio nacional (Cardona & Barrientos, 2011). La hierbabuena (*Mentha spicata*) es originaria de las regiones de la cuenca mediterránea y procede de la hibridación de la menta negra y la blanca. Su principal principio activo es el aceite esencial, que está compuesto por un 70% de mentol libre (monoterpeno) y un 20% de mentol en combinación con ácido acético y resinas. Estas sustancias químicas son las responsables de su fuerte olor y sabor (Castro *et al*., 2005). Según investigaciones presentadas en el Vademécum Colombiano de Plantas Medicinales (VCPM), las hojas de esta planta también contienen taninos, flavonoides como el luteol y aminoácidos libres como la arginina y el triptófano. Tradicionalmente se consume la infusión de sus hojas, así como la inhalación de su aceite esencial, como tratamiento de afecciones gastrointestinales, como el dolor de estómago y las náuseas; respiratorias, como la tos, y nerviosas, como el nerviosismo y el insomnio. Se han realizado varios estudios que demuestran su eficacia contra diversas enfermedades. Por ejemplo, la administración de cápsulas de la planta a niños con síndrome del intestino irritable contribuyó a una disminución significativa de los síntomas. El uso del aceite esencial en pacientes sometidos a colonoscopia redujo los espasmos del colon. Además, estudios en ratas demostraron que la ingestión de la planta genera actividad antidiarreica (Ministerio de la Protección Social, 2008). Por otro lado, la manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.) también es originaria de regiones de la cuenca mediterránea, tiene flores blancas y es parecida a una margarita (ICA, 2011). Está constituida por flavonoides, en particular luteolina, sesquiterpenos como el óxido de bisabolol, ácido salicílico, vitamina C y lactosas sesquiterpénicas que contribuyen a su sabor amargo (Castro *et al*., 2005). Según las investigaciones presentadas por el VCPM, esta hierba se utiliza tradicionalmente para tratar la diarrea, las úlceras, los dolores menstruales y otros trastornos gastrointestinales. También se utiliza como antiespasmódico, antiinflamatorio y bactericida. Los estudios han demostrado que su aceite esencial ejerce una acción bactericida contra el *Helicobacter pylori*. Además, el extracto de sus flores ha demostrado tener actividad antipruriginosa, antiespasmódica (*in vitro*) e inmunomoduladora (*in vitro*) (Ministerio de la Protección Social, 2008).

Así, el consumo de plantas con la intención de usarlas para fines medicinales es una práctica tan antigua como la humanidad misma. Gracias a los remedios herbáceos de muchas civilizaciones antiguas como los egipcios, mesopotámicos, griegos, precolombinos entre otros, se pudo construir una importante farmacopea que continúa aplicándose hoy en día (Berdonces, 2003). Así, de acuerdo con el Centro de Investigación para el Desarrollo (CID) de la Universidad Nacional de Colombia, se resalta el empleo de las plantas aromáticas en infusiones y tisanas (Cardona & Barrientos, 2011), bebidas similares cuya preparación conlleva mayormente a una connotación medicinal (RAE, s. f.-b). Ahora bien, estas bebidas forman parte de la industria del té, sobre la cual va enfocado este trabajo. Conforme las estadísticas presentadas por Passport®, las ventas de estos productos son mayores con el transcurso de los años y las predicciones son que sigan aumentando; especialmente, luego de que la pandemia del COVID-19 fortaleciera el enfoque del cuidado preventivo de la salud (Euromonitor International, 2021). A pesar de los múltiples beneficios y el gran acogimiento en el mercado que tienen los productos de esta índole, existen dos factores en su contra. El primer factor para tener en cuenta es su tiempo de preparación. Regularmente, estas bebidas se preparan dejando las hojas de la planta en agua por más o menos 5 min (Fretes, 2010), sumado al tiempo que toma calentar o hervir este líquido. Este tiempo, si bien parece corto, resulta representativo si se tiene presente que en la sociedad actual todo se mueve más rápido y los consumidores prefieren productos instantáneos o *ready to eat*.

Por su parte, el segundo factor es su envoltura. Uno de los empaques más comunes para el consumo de estas bebidas son las conocidas "bolsas de té". Estas suelen ser fabricadas a partir de papel, con un porcentaje de nylon de grado alimentario o polietileno tereftalato (PET) (Hernandez *et al*., 2019), uno de los materiales más usados para el envasado de alimentos y bebidas (Tsochatzis *et al*., 2020). La presencia de materiales plásticos en los sacos de té hace que el alto consumo de estas bebidas conlleve una alta producción de desechos que son difíciles de degradar (más de 100 años) debido a su inercia química y durabilidad (Julienne *et al.*, 2019). Esto, junto con las maneras en las que se disponen los residuos de estas bolsas, produce un daño al medio ambiente (Lee *et al.*, 2020). Sin embargo, esta no es la única problemática que presenta el uso de este tipo de empaques en las bebidas aromáticas, ya que estos sacos pueden descomponerse en micro y nano plásticos; partículas que pueden llegar al sistema gastrointestinal acarreando consigo una respuesta inflamatoria y cambios en la composición microbiana de los intestinos (Prata *et al*., 2019) Su consumo se ha relacionado con el incremento de enfermedades neurodegenerativas, desordenes inmunológicos y cáncer; aunque actualmente los datos sobre los efectos de dicha exposición sobre la salud humana son limitados, generando así grandes incertidumbres (Prata *et al*., 2019). Dado que el agua usada para la preparación de infusiones o tisanas frecuenta temperaturas de 95°C o superiores, el plástico presente en las bolsas puede degradarse, incluso aquellos de grado alimentario, liberando así sustancias tóxicas al ser calentados por encima de 40°C. Estudios han evidenciado que una bolsa de té plástica en agua a 95°C libera aproximadamente 11,6 billones de microplásticos y 3,1 billones de nanoplásticos en una sola taza de bebida (Hernandez *et al*., 2019). Con lo anterior en mente, se piensa que una forma de evitar cualquier efecto secundario que pueda causar la ingesta de estas partículas es ofrecer las bebidas aromáticas en una presentación que no incluya las bolsas de té. Sumando esto con el ya mencionado factor del tiempo de preparación de estas bebidas, una opción interesante sería encontrar la manera de producirlas en versión instantánea; es decir, en polvo.

Por otra parte, el alcohol es la droga legal más consumida en Colombia y en el mundo. Para 2009, cerca de 2,4 millones de personas en el país presentaron un consumo de riesgo o perjudicial de alcohol. El mayor consumo prevalece entre los jóvenes de 18 a 24 años, seguidos por la población de los 25 a los 34 años (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). A nivel mundial, el consumo total de alcohol per cápita en la población mayor a los 15 años aumentó de 5,5 L de alcohol puro en 2005 a 6,4 L en 2016, siendo más alto el consumo en Europa, pero seguido por el que se presenta en el continente americano (Organización Panamericana de la Salud, 2018). Uno de los problemas que conlleva el consumo de alcohol es la probabilidad de presentar un déficit nutricional, particularmente vitamínico. Se ha visto que cuando la ingesta de alcohol supera el 30% del aporte calórico total, la ingesta de vitaminas A, C y B1 se encuentra por debajo de los límites recomendados, pero también se ven carencias en vitamina B2, B6 y B9 (Moreno Otero & Cortés, 2018). La ingesta excesiva de alcohol dificulta la absorción de vitamina B1 y B9 de los alimentos, produciendo síntomas como fatiga, cansancio, debilidad muscular, falta de concentración, náuseas, entre otros. Además, se puede llegar a padecer de anemia, problemas estomacales, problemas del sueño y problemas cognitivos (Ratner, 2017). Teniendo presente todo lo anterior, en este trabajo se caracterizaron polvos de mentol y luteolina obtenidos mediante encapsulación con secado por atomización para su posterior uso como una bebida aromática instantánea y en el desarrollo de una bebida aromática funcional enriquecida con vitaminas B1 y B9 apta para toda la población, pero enfocada principalmente para las personas que consumen alcohol regular y moderadamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó 1,28 kg de hierbabuena y 1,00 kg de manzanilla. Ambas hierbas aromáticas se adquirieron en un puesto local ubicado dentro de la Plaza de Mercado Paloquemao (Bogotá, Colombia). Se usó un total de 504 g de maltodextrina (Químicos Mandarín), 36 g de caseinato de sodio (Sigma-Aldrich®), 36 g de proteína de soya (Vadequímica), 5,52 mg de vitamina B1 (Sigma-Aldrich®) y 1,92 mg de vitamina B9 (Ácido fólico 97%) (Sigma-Aldrich®). Adicionalmente, se utilizó 1,2 ml de Stevia (Vida Stevia), la cual se adquirió en el supermercado Éxito.

Las cápsulas de mentol y luteolina utilizadas para el proceso de caracterización de los polvos y la elaboración de la bebida aromática funcional se obtuvieron usando un secador por atomización (BÜCHI B-290) a 180ºC con un flujo de alimentación de 4 ml/min. Se desarrolló un diseño experimental factorial 2^2 donde se evaluaron 4 formulaciones de polvos. Para cada una de ellas, se alimentó al equipo una infusión de manzanilla y hierbabuena compuesta por 75% agua, 8% hierbas en proporción 1:1 y 17% material de pared (MP). La variación entre las formulaciones fue la composición del MP; así, las formulaciones analizadas fueron: maltodextrina + caseinato de sodio al 10% (p/p) (F1), maltodextrina + proteína de soya al 10% (p/p) (F2), maltodextrina + caseinato de sodio al 15% (p/p) (F3) y maltodextrina + proteína de soya al 15% (p/p) (F4).

Solubilidad

Esta propiedad se calculó como una combinación entre las metodologías planteadas por Serna-Cock *et al*. (2015) y Largo Ávila *et al*. (2015). El porcentaje de solubilidad se calculó por diferencia de peso como se muestra en la Ec. (1). Las mediciones se hicieron por triplicado.

$$Solubilidad\ en\ agua(\%) = \frac{Peso\ inicial\ de\ la\ alicuota(g) - peso\ final\ de\ la\ alicuota(g)}{peso\ inicial\ de\ la\ alicuota(g)}\ x100 \qquad Ec.\ (1)$$

Humedad

El valor de esta propiedad, expresado en porcentaje, se obtuvo por medio de una termobalanza (Precisa® XM 60). Para cada formulación se utilizaron 3 g de polvo. Las mediciones se hicieron por triplicado.

Densidad aparente

Esta propiedad se determinó de acuerdo con la metodología *Tapped density* descrita por Amidon *et al*. (2017), donde para cada formulación se utilizaron 2 g de polvo. Las mediciones se hicieron por triplicado.

Elaboración de la bebida

Con base en las propiedades de los polvos evaluadas, se seleccionó la mejor formulación y con ella se elaboraron tres bebidas: B1, B2 y B3. Para esto, se tuvo en cuenta que, de comercializarse, la bebida vendría en una presentación de 200 ml y se buscaría que contuviera el 40% del Valor Diario de Referencia de Nutrientes (VRN) para la vitamina B1 y la vitamina B9. Debido a que la concentración de mentol en los polvos se considera suficiente para brindar al consumidor el sabor característico de la hierbabuena y la manzanilla, las cantidades de cápsulas usadas para cada formulación se mantuvieron bajas. Así, las bebidas elaboradas se presentan en la Tabla I. Para su proceso de obtención se utilizó un agitador mecánico (Heidolph® Hei-TORQUE® Value 400) a 300 RPM por 10 min.

Tabla I. Composición de las bebidas aromáticas funcionales elaboradas.

Compuesto	Bebida 1 (B1)	Bebida 2 (B2)	Bebida 3 (B3)
Polvos (g)	1	2	3
Vitamina B1 (mg)	0,46	0,46	0,46
Vitamina B9 (μg)	160	160	160
Stevia (2 gotas) (ml)	0,1	0,1	0,1
Agua (ml)	200	200	200
Total (ml)	200	200	200

Análisis sensorial

Esta etapa se desarrolló con un panel sensorial conformado por 57 jueces inexpertos (consumidores), mayores de edad, seleccionados aleatoriamente. La prueba se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad de los Andes (Bogotá, Colombia) y se contó con el aval del comité de ética de la Facultad de Ingeniería. Los datos demográficos de los participantes muestran que el 53% de los encuestados fueron hombres y el 47% mujeres. El 72% tuvo entre 18-26 años, 23% entre 27-59 años y 5% 60 años o más. En cuanto al estrato socioeconómico, el 4% perteneció al estrato 2, 23% al 3, 61% al 4, 7% al 5 y 5% al 6. Adicionalmente, el 72% tenía estudios universitarios, mientras que el 28% alcanzó estudios secundarios. Por otra parte, se preguntó acerca de la frecuencia de consumo de infusiones de plantas y/o frutas y de bebidas alcohólicas. El consumo diario fue de 19% para las infusiones y 0% para las bebidas alcohólicas; semanal de 21% y 37% respectivamente; mensual de 5% y 16%; esporádico de 47% y 40%; y nulo de 7% para ambas bebidas.

Al momento de ejecutar el análisis sensorial, la hoja de cata se facilitó por medio de un formulario de Google Forms y las muestras se presentaron a cada juez de una en una y en orden aleatorio. A cada bebida se le asignó un código de 3 dígitos generado también aleatoriamente. Se realizó una prueba afectiva o prueba de aceptabilidad en escala hedónica, donde se evaluaron 3 atributos: aceptabilidad global, aroma y color (apariencia visual) de cada una de las tres bebidas formuladas, mediante el uso de una escala de nueve puntos (1 = me disgusta muchísimo; 9 = me gusta muchísimo). Adicionalmente, se les preguntó a los jueces su intención de consumo y compra de las bebidas y el valor que estarían dispuestos a pagar por ellas.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los resultados obtenidos en la caracterización de los polvos se analizaron por medio de un diseño experimental factorial 2^2, donde las variables de respuesta fueron la solubilidad, humedad y densidad aparente y los factores que se variaron fueron la combinación de MP que cubre la matriz y las concentraciones de caseinato y proteína de soya con respecto al total del MP. Por otro lado, el análisis estadístico de los resultados recolectados para la evaluación de la bebida se hizo por medio de un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor (atributo evaluado) con 3 niveles (B1, B2 y B3). Se hizo uso del software Minitab® teniendo en cuenta el criterio de la prueba Tukey con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Solubilidad

Serna-Cock *et al.* (2015) definen la solubilidad como la velocidad con la que los compuestos presentes en las partículas de polvo se disuelven en agua. Este es un factor de gran importancia a la hora de presentar al mercado un producto para reconstituir. Dependiendo de la facilidad que tenga un polvo para dispersarse en la fase líquida, se puede ver influenciada la decisión del consumidor sobre adquirir el producto. Debido a que se busca que esta propiedad sea cercana al 100%, se hace uso de materiales de pared que presenten altos porcentajes de solubilidad.

La Tabla II presenta los porcentajes de solubilidad obtenidos para cada formulación, donde se realizó la prueba de Tukey para este parámetro. Se observó que entre las formulaciones F1, F2 y F3 no hubo una diferencia estadísticamente significativa ($p>0,05$) para este atributo, al igual que entre F2, F3 y F4. Sin embargo, entre F1 y F4 si se pudo evidenciar una diferencia entre sus medias estadísticamente significativa. Se observó que F4 mostró la mejor solubilidad, mientras que F1 fue la menos soluble. En general, las formulaciones elaboradas con proteína de soya como material de pared fueron más solubles que aquellas elaboradas con caseinato. Además, se obtuvieron valores más altos de esta propiedad cuando la concentración del material de pared fue del 15% (p/p). La solubilidad

de los polvos depende de diversos factores: microestructura, densidad, tamaño de partícula, condiciones de operación del secador por atomización, humedad y, como ya se mencionó, la selección de un material de pared altamente soluble como lo es la maltodextrina, caseinato de sodio o proteína de soya y la concentración de estos. Generalmente, un polvo con baja higroscopicidad, bajo contenido en agua y una alta solubilidad es considerado un buen polvo (Jafari *et al.*, 2017). Basado en esta última característica, se podría considerar que el producto obtenido podría ser tentador para el mercado.

Tabla II. Resultados de las pruebas de caracterización de los polvos de mentol y luteolina.

Formulación	Material No.2	%p/p	Solubilidad (%)	Humedad (%)	Densidad (g/ml)
F1	Caseinato	10	97,73^{b} (0,76)	2,69^{a} (0,53)	0,250^{b} (0,020)
F2	Proteína	10	98,07$^{a\ b}$ (0,50)	2,71^{a} (0,21)	0,302^{a} (0,046)
F3	Caseinato	15	97,99$^{a\ b}$ (0,20)	3,11^{a} (1,42)	0,248^{b} (0,07)
F4	Proteína	15	98,29^{a} (0,29)	2,78^{a} (1,28)	0,291$^{a\ b}$ (0,038)

Los valores entre paréntesis representan la desviación estándar.
*Para una misma columna letras diferentes indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con la prueba Tukey ($p < 0,05$).

Humedad

Este parámetro suele utilizarse como un índice de estabilidad del producto; por ello, el contenido de humedad de los alimentos es de gran interés. Se entiende como humedad a la cantidad de agua presente en un medio y que puede influir en la conservación o resistencia al deterioro de los productos (Bianco *et al*., 2014). Para alimentos granulados, un alto porcentaje de humedad indica que las fuerzas de cohesión entre las partículas son mayores, fenómeno que puede afectar la velocidad de dispersión de estos (Gómez Arciniegas, 2016).

Los valores de esta propiedad para cada formulación se muestran en la Tabla II, donde puede verse que F3 presenta el mayor porcentaje de humedad mientras que F1 el menor. Sin embargo, al realizar el análisis estadístico por medio de la prueba de Tukey, se puede evidenciar que las 4 formulaciones no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) entre sí. En términos generales, se observa que, para obtener porcentajes de humedad más bajos, es mejor que la concentración de caseinato de sodio y proteína de soya sea del 10% (p/p). Por otro lado, usar maltodextrina como parte del material de pared puede acarrear que se presenten valores de humedad más altos debido a que esta podría tener un contenido alto de dextrosa. Las maltodextrinas con alto contenido de dextrosa presentan un mayor número de ramificaciones con grupos hidrófilos y, por ello, las moléculas de agua del ambiente pueden adherirse más fácilmente a los polvos (Martínez Iturralde, 2015). Aun así, las cuatro formulaciones presentan valores bajos de humedad, lo cual contribuye a una buena estabilidad del producto. Por último, si se toma la leche en polvo como referencia, se sabe que para esta el porcentaje de humedad tiene un límite superior de 4% (Augustin & Margetts, 2003). Al comparar este porcentaje con el obtenido en los polvos estudiados, se observa que estos están dentro del rango común para este tipo de productos.

Densidad aparente

Es importante recalcar que esta no es una propiedad intrínseca del polvo puesto que puede variar conforme la manipulación de estos (Brady, 1984). En la Tabla II se muestran los resultados obtenidos para cada formulación. Al realizar la prueba de Tukey, se pudo observar como las formulaciones F1, F3 y F4 no presentaron medias significativamente diferentes entre sí ($p>0,05$), al igual que las formulaciones F2 y F4. Por otra parte, F1, F2 y F3 sí presentaron una diferencia estadísticamente significativa para este parámetro. Se observa que las formulaciones que contenían caseinato presentaron una menor densidad que aquellas con proteína de soya. Esta propiedad es útil para calcular otros parámetros como la porosidad y así conocer la fluidez que tendrían los polvos, ya que indica la cohesividad que presentan. Así, si se tiene un producto muy cohesivo no será fácil que se disperse en el medio, lo

cual afectaría la velocidad de disolución. Si el material es poroso, este tendrá un mayor contacto con el medio facilitando así la dispersión de los polvos en la solución (Martínez Iturralde, 2015).

Análisis sensorial de la bebida aromática funcional

La Fig. 1 muestra las 3 formulaciones de bebidas elaboradas y la forma en la que fueron presentadas a los consumidores durante el desarrollo de la evaluación sensorial. Analizando los resultados de las propiedades evaluadas para los polvos y, dando prioridad a la solubilidad, la mejor formulación para la elaboración de la bebida fue F2 (maltodextrina + proteína de soya al 10% p/p). Por ello, el análisis sensorial se llevó a cabo con 3 formulaciones de bebidas que contenían estos polvos en diferentes cantidades. Ahora bien, en primer lugar, se evaluó el color. La Tabla III presenta la prueba de Tukey para este parámetro. Se observa que en este aspecto las 3 bebidas no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el color. A pesar de que la tonalidad de las bebidas muestra un cambio considerable debido a su diferencia en concentración de polvos, especialmente entre B1 y las otras dos, este no fue un factor de peso, estadísticamente hablando, sobre la preferencia de los consumidores. Si bien no hubo diferencias representativas en las medias de esta propiedad, la bebida 2 obtuvo la mejor puntuación (6,96), seguido de la bebida 3 (6,89) y, por último, la bebida 1 (6,70) sugiriendo que una mayor cantidad de polvo tiende a originar mejores puntuaciones en el color de las bebidas.

Figura 1. Presentación de las bebidas a los jueces durante el análisis sensorial.

Por otra parte, se evaluó el aroma de las bebidas. La prueba Tukey (Tabla III) mostró que entre B1 y B3 no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) para este atributo; mientras que B2 presentó los puntajes en aroma significativamente más altos ($p < 0,05$). Los resultados evidencian una notoria diferencia entre la media de la puntuación de la bebida 2 (6,63) y las medias de las bebidas 1 (5,79) y 3 (5,82). Cabe destacar que algunos encuestados expresaron que no lograban percibir olor alguno en B1, razón por la cual esta fue la que menor calificación obtuvo.

Tabla III. Resultados de la prueba Tukey para propiedades de la bebida evaluadas en el análisis sensorial.

Bebida	Aroma	Color	Aceptabilidad General
1	$5,789^{b*}$ (0.475)	$6,632^{a}$ (0.443)	$6,491^{a}$ (0.393)
2	$6,632^{a}$ (0,474)	$6,965^{a}$ (0.443)	$6,772^{a}$ (0.393)
3	$5,825^{b}$ (0,474)	$6,895^{a}$ (0.443)	$6,404^{a}$ (0.393)

Los valores entre paréntesis representan la desviación estándar.

*Para una misma columna letras diferentes indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con la prueba Tukey ($p < 0,05$).

Por último, se evaluó la aceptabilidad global de las bebidas. A pesar de haberse obtenido diferencias estadísticamente significativas en las medias de la puntuación para el aroma de las bebidas, esa propiedad no influenció estadísticamente ($p > 0,05$) en la aceptabilidad global de las 3 formulaciones tal y como se observa en la Tabla III. Si bien no hubo diferencias representativas en las medias de dos de los atributos evaluados, la bebida 2 fue la que obtuvo las puntuaciones más altas en las 3 propiedades evaluadas. Adicionalmente, cuando se les preguntó a los encuestados sobre cuál o cuáles de las bebidas evaluadas estarían dispuestos a consumir, el 95% afirmó que consumiría alguna de las tres, mientras que el 5% ninguna. En este caso, B2 también presentó mayor preferencia ya que el 53% de los encuestados la consumiría; mientras que el 44% del total de jueces consumiría las bebidas 1 y 3.

Las personas que afirmaron no tener disposición para consumir alguna de las bebidas mencionaron que su decisión se debió a que visualmente no lucen agradables por la turbidez que presentan. Aquellos que prefirieron únicamente B1, lo hicieron en su mayoría por su color claro que se asemeja más a una bebida aromática y su olor suave que no se siente penetrante. Por su parte, los que decidieron elegir solamente a B2 justificaron que esta brinda un balance entre un color no tan claro, pero tampoco turbio, y un aroma agradable que se percibe fácilmente, pero sin llegar a ser molesto. En el caso de B3, la preferencia por ella se basó en su concentración, ya que para varios evaluadores entre más intenso fue el color y el aroma, mejor fue la bebida. Finalmente, los participantes respondieron cuánto estarían dispuestos a pagar por una presentación de las bebidas de 200 ml, independientemente de la formulación. La mayoría de los encuestados (81%) pagaría entre 1.000 COP y 3.000 COP, el cual es un valor que les resulta cómodo y acorde con el precio de las bebidas que actualmente se ofrecen en el mercado.

CONCLUSIÓN

Se observó que las cuatro formulaciones de polvos obtuvieron valores de solubilidad considerablemente altos y prometedores al querer reconstituir estas cápsulas en agua. Además, las cápsulas presentaron valores de humedad bajos, los cuales son ideales para productos instantáneos y, a su vez, se pueden considerar seguros en una primera instancia por el hecho de que presentan bajas probabilidades de crecimiento de microorganismos. Respecto a la densidad aparente no se encontraron variaciones entre las formulaciones, aunque las formulaciones que presentaron una menor densidad fueron aquellas preparadas con caseinato como material de pared en vez de proteína de soya.

El análisis sensorial realizado evidenció que una bebida formulada con 2 g de polvos de la formulación F2 (maltodextrina + proteína de soya al 15% p/p) presenta buena aceptabilidad por parte de los consumidores ya que su color y aroma fueron considerados agradables y equilibrados. Los resultados muestran un buen potencial para la bebida aromática funcional como producto nuevo en el mercado debido a que la mayoría de los encuestados afirmaron estar dispuestos a consumirla y adquirirla. Asimismo, se impulsaría el interés de los consumidores por este producto ya que se vio que existe una alta frecuencia de consumo de infusiones herbales. Los resultados sugieren un alto potencial en los polvos formulados al momento de desarrollar un nuevo producto que sea innovador, de fácil consumo, amigable con el ambiente y que pueda comercializarse como una bebida aromática instantánea o preparada en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

Amidon, G., Meyer, P. J., & Mudie, D. M. (2017). Particle, Powder, and Compact Characterization. *Developing Solid Oral Dosage Forms*, 271–293. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-802447-8.00010-8

Augustin, M., & Margetts, C. (2003). POWDERED MILK | Milk Powders in the Marketplace. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 4694–4702.

Berdonces, J. L. (2003). Historia de la fitoterapia. Natura Medicatrix, 21(3), 142–152.

Bianco, H., Capote, T., & Garmendia, C. (2014). Determinación de humedad en harina precocida de maíz blanco utilizando un horno de microondas doméstico. Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel, 45(2).

Brady, N. C. (1984). The Nature and Properties of Soils (9th ed.). Macmillan Publishers.

Cardona, J. O., & Barrientos F., J. C. (2011). Producción, uso y comercialización de especies aromáticas en la región Sumapaz, Cundinamarca. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 5(1), 114–129.

Castro M., M. J., Ricaurte C., C. E., & Quijano Parra, A. (2005). Determinación de metales en las estructuras del diente de león (taraxacum officinalis weber) hierbabuena (mentha piperita) y manzanilla (matricaria chamomilla). Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 3(1), 38–44.

Euromonitor International. (2021, enero). Tea in Colombia. Passport. https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.uniandes.edu.co:8443/portal/analysis/tab.

Fretes, F. (2010). Plantas medicinales y aromáticas-Una alternativa de producción comercial. USAID. https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/plantas_medicinales.pdf.

Gómez Arciniegas, J. (2016). Caracterización Granulométrica de un Producto Comercial en Polvo (Suplemento Dietario) y Evaluación de la Capacidad de Dispersión en Agua. UNIVERSIDAD ICESI.

Hernandez, L. M., Xu, E. G., Larsson, H. C. E., Tahara, R., Maisuria, V. B., & Tufenkji, N. (2019). Plastic Teabags Release Billions of Microparticles and Nanoparticles into Tea. Environmental Science & Technology, 53(21), 12300–12310.

ICA. (2011). Plantas Aromáticas y Medicinales Enfermedades de importancia y sus usos terapéuticos - Medidas para la temporada invernal. Produmedios. https://www.ica.gov.co/getattachment/2c392587-f422-4ff5-a86f-d80352f0aa11/Plantas-aromaticas-y-medicinales-Enfermedades-de.aspx.

Jafari, S. M., Ghalegi Ghalenoei, M., & Dehnad, D. (2017). Influence of spray drying on water solubility index, apparent density, and anthocyanin content of pomegranate juice powder. Powder Technology, 311, 59–65.

Julienne, F., Delorme, N., & Lagarde, F. (2019). From macroplastics to microplastics: Role of water in the fragmentation of polyethylene. Chemosphere, 236, 1–8.

Lee, N., Kim, S., & Lee, J. (2020). Valorization of waste tea bags via CO2-assisted pyrolysis. Journal of CO2 Utilization, 44, 1–6.

Martínez Iturralde, A. (2015). Efecto de la maltodextrina y la temperatura sobre kiwi deshidratado por atomización. Universidad Pública de Navarra.

Ministerio de la Protección Social. (2008). Vademécum Colombiano de Plantas Medicinales. Arte y Sistemas Integrados Ltda.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Estrategia nacional de respuesta integral frente al consumo de alcohol en Colombia. Minsalud. Recuperado noviembre de 2021, de https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/estrategia-nacional-alcohol-colombia.pdf.

Moreno Otero, R., & Cortés, J. R. (2018). Nutrición y alcoholismo crónico. Nutrición Hospitalaria, 23(2), 3–7.

Organización Panamericana de la Salud. (2018). Informe sobre la situación mundial del alcohol y la salud 2018. PAHO. Recuperado noviembre de 2021, de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51352/OPSNMH19012_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y .

Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2019). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. Science of The Total Environment, 702, 1–8.

RAE. (s. f.-a). infusión | Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 1 de octubre de 2021, de https://dle.rae.es/infusi%C3%B3n.

RAE. (s. f.-b). tisana | Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 1 de octubre de 2021, de https://dle.rae.es/tisana.

Ratner, R. (2017). Déficit de vitamina B. Nutrición y Salud, 70–73.

Serna-Cock, L., Torres-León, C., & Ayala-Aponte, A. (2015). Evaluación de Polvos Alimentarios obtenidos de Cáscaras de Mango (Mangifera indica) como fuente de Ingredientes Funcionales. Información tecnológica, 26(2), 41–50.

Tovar, C. D. G., & Ospina, J. D. (2015). Cadena de valor de plantas aromáticas, medicinales y condimentarias. Editorial Bonaventuriana-Universidad de San Buenaventura.

Tsochatzis, E. D., Alberto Lopes, J., Kappenstein, O., Tietz, T., & Hoekstra, E. J. (2020). Quantification of PET cyclic and linear oligomers in teabags by a validated LC-MS method – In silico toxicity assessment and consumer's exposure. Food Chemistry, 317, 1–10.