



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CARACTERIZACIÓN Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE BEBIDAS VEGETALES A BASE DE HORCHATA Y PULPAS DE FRESA, GUAYABA Y MANGO

TRABAJO FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA E
INGENIERÍA DE ALIMENTOS

ALUMNA: Evelyn Tatiana Córdova Fuentes

TUTORA ACADÉMICO: Ana María Albors Sorolla

COTUTORA: María Eugenia Martín Esparza

Curso Académico:
2017-2018

VALENCIA, septiembre 2018

CARACTERIZACIÓN Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE BEBIDAS VEGETALES A BASE DE HORCHATA Y PULPAS DE FRESA, GUAYABA Y MANGO

E.T. Córdova Fuentes¹, A.M. Albors Sorolla¹, M.E. Martín Esparza¹.

Resumen

Actualmente en el mercado se comercializan distintas bebidas vegetales a base de soja, almendra, arroz, coco, etc. Sin embargo, en la comunidad valenciana existe una bebida vegetal típica obtenida a partir de la chufa denominada horchata. En el presente estudio se presentan bebidas vegetales a base de horchata con pulpas de fruta, ofreciendo una alternativa al consumo de este tipo de producto, que permite a la vez ampliar el mercado de la horchata. Las frutas aportarán sabor y nuevas propiedades a la horchata, haciéndola aún más nutritiva y saludable. Se diseñaron y analizaron 12 formulaciones de horchata con pulpas de fresa, guayaba y mango a distintas concentraciones. Las bebidas fueron caracterizadas mediante el análisis de pH, °Brix, color, reología y sensorial. Adicionalmente se determinó la capacidad antioxidante mediante el método de DPPH con objeto de conocer sus propiedades como alimento funcional.

El estudio ha permitido conocer la aportación de la fruta a la horchata en cuanto a su descenso de pH, °Brix y el aumento de su capacidad antioxidante. También se observó que al adicionar mayor cantidad de fruta, la horchata se comporta como un fluido pseudoplástico. Además todas las frutas, a los niveles de concentración ensayados, aportaron a la horchata su color característico. El análisis sensorial realizado mostró una muy buena aceptación del producto por parte del consumidor.

Palabras clave: bebidas vegetales, horchata, fruta, pH, Brix, reología, color, análisis sensorial y capacidad antioxidante.

ABSTRACT

Actually in the market commercialise distinct vegetal drinks to base of soya, almond, rice, coconut, etc. However, in the Valencian community exists a typical vegetal drink obtained from the tigernut designated "Horchata". In this work present vegetable milks of tigernut with pulps of fruit, offering an alternative to the consumption of this type of product, which allows at the same time expand the market of the horchata. The fruits will contribute flavour and new properties to this product, doing it even more nutritious and healthy. Twelve formulations of tigernut milk with pulps of strawberry, guava

¹ Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n. Valencia. 46022. España

and mango to 10 at 25 % concentrations are designed and analysed. The drinks were characterised by means of the analysis of pH, °Brix, colour, rheology and sensory properties. Moreover the antioxidant capacity by means of the DPPH method was determined so as to know his properties like functional food.

The results of this work has allowed to know the contribution of the fruit to the tigernut milk regarding his descent of pH, °Brix and the increase of antioxidant capacity. Moreover observed that when adding main quantity of fruit, the tigernut beverage comports like a pseudoplastic fluid. All fruits, at the levels of concentration assaid, contributed to the tigernut milks his characteristic colour and flavour. Sensory analysis made showed a very good acceptance of the products by the consumer.

Key words: vegetable milks, tigernut milk, fruit, pH, Brix, colour, reology, sensorial analysis, antioxidant capacity

RESUM

Actualment en el mercat es comercialitzen diferents begudes vegetals a força de soia, ametla, arròs, coco, etc. No obstant açò, en la comunitat valenciana existeix una beguda vegetal típica obtinguda a partir de la xufa denominada orxata. En el següent estudi es presenten begudes vegetals a força d'orxata amb polpes de fruita, oferint una alternativa al consum d'aquest tipus de producte, que permet alhora ampliar el mercat de l'orxata. Les fruites aportaran sabor i noves propietats a l'orxata, fent-la encara més nutritiva i saludable. Es van dissenyar i van analitzar 12 formulacions d'orxata amb polpes de maduixa, guaiaba i mànec a diferents concentracions. Les begudes van ser caracteritzades mitjançant l'anàlisi de pH, °Brix, color, reologia i sensorial. Adicionalment es va determinar la capacitat antioxidant mitjançant el mètode de DPPH a fi de conèixer les seues propietats com a aliment funcional.

L'estudi ha permès conèixer l'aportació de la fruita a l'orxata quant al seu descens de pH, °Brix i l'augment de la seua capacitat antioxidant. A més es va observar que en addicionar major quantitat de fruita, l'orxata es comporta com un fluid pseudoplàstic. A més totes les fruites, als nivells de concentració assajats, van aportar a l'orxata el seu color característic. L'anàlisi sensorial realitzada va mostrar una molt bona acceptació del producte per part del consumidor.

Paraules clau: begudes vegetals, orxata, fruita, pH, Brix, color, reologia, anàlisi sensorial, capacitat antioxidant

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las bebidas vegetales están tomando cada vez más fuerza en la industria alimentaria. Esto es debido no solo a que existen personas intolerantes y alérgicas a la lactosa que evitan la leche, sino también a que dichas bebidas vegetales les parece mucho más saludable. Según datos de la consultora IRI para el TAM (total anual móvil) de enero de 2017, el volumen de ventas de leche líquida fue un 2,9% inferior al registrado en el mismo periodo del año anterior, pasando de 2.743,5 millones de litros a 2.663,8 millones. Por otro lado durante el mismo año (2017) la compra de bebidas vegetales aumentó un 8,7% hasta los 167,2 millones de litros con respecto al año anterior (Financial Food, 2017).

Actualmente existe una gran variedad de bebidas vegetales, destacando las bebidas a base de soja, almendra, arroz, avena, coco, etc. Cada una posee características nutritivas propias, que permiten al consumidor elegir las de acuerdo a sus necesidades nutricionales o características organolépticas. Por ejemplo, la bebida a base de almendras es mucho más rica en fibra y en energía que la que las bebidas a base de soja, pero esta última contiene isoflavonas, sustancias beneficiosas para la salud femenina. La bebida a base de coco es muy rica en selenio y contiene vitamina C, y la bebida a base de arroz es una buena fuente de vitamina D (Hermida, 2018). De acuerdo a esto, cabe mencionar que entre las alergias alimentarias más comunes en España son justamente a los frutos secos y a la soja (FDA, 2017) por este motivo en los últimos años se ha introducido cada vez más en el mercado la venta de horchata. La horchata, es una bebida vegetal tradicional y originaria de la comunidad valenciana (España), obtenida mecánicamente a partir de los tubérculos *Cyperus sculentus* L. (chufa), sanos, maduros, seleccionados y limpios, rehidratados, molturados y extraídos con agua potable (BOE-A-1988-25809, 1988). Esta bebida vegetal en conjunto es un producto energético, sin lactosa ni fructosa, con porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados muy similar al de aceite de oliva, y bastante parecido al de frutos secos como la avellana (Bixquert, 2015), presenta un aspecto lechoso y las presentaciones comerciales con mayor aceptación son la natural, pasteurizada, ultrapasteurizada y esterilizada. La venta de chufa y de horchata supone un aporte económico importante a nivel regional y nacional, y se pueden encontrar a la venta durante todo el año, aunque su venta y consumo tienen lugar mayoritariamente en la época de verano.

En cuanto a su aporte nutricional, la horchata de chufa presenta un elevado contenido energético en aquellas presentaciones que incorporan azúcares, que son las más consumidas habitualmente. Entre sus nutrientes mayoritarios destacan los hidratos de carbono, debido a su elevado contenido en almidón y fibra dietética, las cuales actúan como prebióticos para las bacterias del colon, que podrían ser eficaces en el tratamiento y prevención de muchas enfermedades incluyendo: cáncer de colon, enfermedades coronarias, obesidad, y diabetes. La horchata es un alimento con un interesante perfil en ácidos grasos, concretamente ácidos grasos

monoinsaturados (dentro de los que destaca el ácido oleico) y poliinsaturados (principalmente ácido linolénico). También es fuente de aminoácidos no esenciales y de minerales, principalmente potasio y fósforo (Calabuig, 2017).

En este trabajo se pretende potenciar estas propiedades mediante la adición de pulpas de frutas, que además de proporcionar un sabor diferente y agradable, aportarán un valor añadido, siendo los nutrientes más característicos: vitamina C, carotenoides y flavonoides, entre otros compuestos orgánicos. Estos nutrientes son los responsables de la propiedad antioxidante característica de estos alimentos, y presentan efectos beneficiosos para la salud. Finalmente cabe mencionar que actualmente no se encuentran en el mercado bebidas vegetales con base de horchata que incorporen sabor a fruta o pulpa de fruta en su composición; aunque sí existen alternativas a los batidos de frutas a base de leche que incorporan otras bebidas vegetales (tales como soja y almendra principalmente), por lo que el producto resultante abarcaría nuevos puntos de mercado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materia prima

Para la realización de este trabajo se utilizaron las siguientes materias primas: horchata de chufa UHT comercial marca Orxata elaborado por Alborchata, S.L. (Valencia, España), pulpa congelada de fresa y mango marca VAPER elaborado por Vaper Foods, S.L. (Madrid, España) y pulpa congelada de guayaba marca Canoa elaborado por Agrofrut S.A. (Antioquia, Colombia).

2.2. Preparación de las bebidas vegetales

Se prepararon 12 formulaciones de bebidas vegetales con fruta y se empleó como muestra control la horchata (C). Para cada formulación se preparó un volumen de muestra de 250 mL, mezclando horchata con pulpa de fruta, tres de ellas a concentraciones de pulpa 10, 15 y 25 % para fresa (F), guayaba (G) y mango (M) en forma separada y tres formulaciones con una mezcla de las tres pulpas de fruta a una concentración del 25% de fruta (MX), tal como se indica en la tabla 1. Cada muestra fue mezclada con un agitador magnético a 200 rpm durante 2 minutos cuando las concentraciones eran de 10 y 15% y 600 rpm durante 2 minutos cuando las concentraciones eran de 25%.

TABLA 1. Formulaciones de bebidas vegetales ensayadas (concentración de fruta en 100 g de producto, % p/p).

Muestra	Fresa	Guayaba	Mango
C	0	0	0
F10	10	0	0
F15	15	0	0
F25	25	0	0
G10	0	10	0
G15	0	15	0
G25	0	25	0
M10	0	0	10
M15	0	0	15
M25	0	0	25
MX F	15	5	5
MX G	5	15	5
MX M	5	5	15

2.3. Análisis fisicoquímico

Los análisis realizados para la caracterización de las bebidas vegetales preparadas fueron pH, °Brix, reología, color y capacidad antioxidante.

2.3.1. DETERMINACIÓN DE pH

La determinación del pH se realizó a 25°C en un potenciómetro con electrodo de punción Crisonbasic 20+ (Barcelona, España). Las mediciones se realizaron por triplicado para cada muestra, incluyendo la muestra control de horchata sin pulpa de fruta.

2.3.2. DETERMINACIÓN DE °BRIX

Se analizaron los sólidos solubles usando un refractómetro Bellingham and Stanley mod. RFM300T (Kent, Reino Unido), a 20 °C expresado en ° Brix. La determinación se realizó por triplicado para cada muestra incluyendo el de la muestra control de horchata sin pulpa de fruta.

2.3.3. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS

Para este análisis se utilizó un reómetro rotatorio modelo RS1 con un sensor del tipo Z34DIN Haake RheoStress 1 (Karlsruhe, Alemania), programado para trabajar con una ranura de 7,200 mm, volumen de 40,1 mL y equipado con un baño termostático el cual se reguló a 20 °C.

Para la obtención de las curvas de flujo se realizaron dos ciclos consecutivos de subida y bajada desde 0 a 200 s⁻¹, con el objetivo de eliminar la dependencia del tiempo. Los datos fueron probados y ajustados a diferentes modelos matemáticos que describen el comportamiento de la viscosidad, seleccionando la Ley de la potencia (ecuación: $\tau=K\dot{\gamma}^n$) y el

modelo de Herschel-Bulkley (ecuación: $\tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n$) mediante el programa Rheowin Data Manager, que fueron los que presentaron coeficientes de correlación (r) más cercanos a 1. Los análisis se realizaron por triplicado para cada muestra, incluyendo el de la muestra control de horchata sin pulpa de fruta.

2.3.4. DETERMINACIÓN DEL COLOR

El color de cada muestra se midió con el espectrocolorímetro de laboratorio modelo CM-3600D (Konica Minolta, Inc., Tokio, Japón). Para realizar las medidas se empleó una cubeta para muestras líquidas y se midió el espectro de reflexión entre 400 y 700 nm (Iluminador D65, 10° observador estándar). Con el espectro de reflexión se obtuvo la escala de color en coordenadas CIEL*a*b*. Los parámetros determinados fueron la luminosidad L* (L* = 0 [negro] y L* = 100 [blanco]), la coordenada a* (-a* = verde y +a* = rojo), la coordenada b* (-b* = azul y +b* = amarillo). Los análisis se realizaron por triplicado para cada muestra, incluyendo el de la muestra control de horchata sin pulpa de fruta.

2.3.5. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

La capacidad antioxidante fue evaluada usando el método del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) (adaptado de Brand, *et al.*, 1995). Este método consiste en la capacidad que tiene este radical de reaccionar con compuestos antioxidantes a través de un proceso caracterizado por la donación de un átomo de hidrógeno proporcionado por el agente antioxidante. La reacción puede ser medida espectrofotométricamente gracias a que el DPPH presenta un color azul-violeta el cual se decolora hacia el amarillo pálido cuando reacciona con una sustancia antioxidante (Ramos, *et al.*, 2008).

En este caso el Trolox fue usado como antioxidante de referencia y las absorbancias fueron leídas a 515 nm en un espectrofotómetro Helios Zeta (Thermo scientific, Reino Unido). Además se hizo un tratamiento previo a las muestras que consistió en mezclar 0,25 mL con 5 mL de metanol en un tubo tipo Falcon y se centrifugó a 300 rpm durante 30 segundos, del sobrenadante se tomó 0.1 mL y se añadió 0.2 mL de metanol completándose los 0.3 mL necesarios para continuar con el procedimiento establecido en el método (ver Anexo I). Este tratamiento fue realizado para cada muestra, excepto el de la muestra control de horchata sin pulpa de fruta de la cual se tomó directamente 0.3 mL después de haber sido sometida al proceso de centrifugación. El análisis se realizó por triplicado para cada formulación, incluyendo el de la muestra control de horchata sin pulpa de fruta.

2.4. Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó en tres sesiones mediante un panel de 40 catadores no entrenados que evaluaron en cada sesión tres muestras de

bebida de horchata con frutas. Las muestras fueron evaluadas en una sala de catas equipada para tal efecto según la norma UNE 87-004 (AENOR, 1995) En la sesión 1 se presentaron las muestras con mayor concentración de pulpa (formulaciones F25, G25 y M25); en la sesión 2 se ofrecieron las formulaciones con mezcla de frutas (Formulaciones MXF, MXG y MXM); estas dos sesiones se realizaron con el objetivo de determinar la preferencia del panelista frente al tipo de fruta y mezcla de frutas. Por último, en la tercera sesión se evaluaron tres niveles de concentración de fruta en horchata (10, 15 y 25%) de la fruta con mayor preferencia obtenida en la sesión 1, con la finalidad de determinar el tipo de concentración que el catador considera justo o ideal.

El análisis en la sesión 1 y 2 se llevó a cabo mediante el uso de una escala hedónica de 7 puntos siendo 1 = valor más bajo y 7 = valor más alto, los atributos evaluados por el panelista fueron: el aroma, color, textura, sabor, dulzor y apreciación global. Además se indicó la preferencia de entre las muestras ofrecidas y la intención de compra.

El análisis de la sesión 3 se realizó mediante una prueba JAR de 5 puntos siendo 1=muy poco y 5=demasiado, para los atributos de color, olor a fruta, sabor a horchata, sabor a fruta, acidez, dulzor y viscosidad; para la aceptación global se usó una escala hedónica descriptiva de intervalos que va desde me disgusta muchísimo, hasta me gusta muchísimo. Además se indicó la preferencia de entre las muestras ofrecidas y la intención de compra. Las fichas usadas para las catas se adjuntan en el Anexo II.

2.5. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos en los distintos métodos fueron analizados estadísticamente mediante el software estadístico Statgraphics XVII-X64 (Manugistics Corp., Rockville, MD) usando el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 95%.

3. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la determinación de pH, °Brix, reología, color, capacidad antioxidante y análisis sensorial.

3.1. Determinación del pH

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos del análisis de pH. Como se observa, el pH de la horchata (7.3) va disminuyendo conforme se va adicionando pulpas de fruta, obteniendo en las formulaciones con un solo tipo de fruta valores que varían desde 6.5 como el valor más alto, que corresponde a la formulación M10, hasta 5.12 como valor más bajo, para las formulaciones F25 y G25. Cabe destacar que para las formulaciones con mezclas de frutas (MXM, MXF y MXG), los valores de pH fueron los más bajos, entorno a pH 4.7, por lo que se podría pensar que en estos casos, las

frutas actúan en forma sinérgica para disminuir el pH. Además que al presentar pH cercanos a 4.6 se puede considerar no usar tratamientos térmicos para su conservación (BOE-A-1978-25634, 1978). El descenso de pH era esperado ya que los tres tipos de fruta tienen valores de pH inferiores a 5, siendo los valores de la fresa y la guayaba más bajos que el mango (Jiménez & Zambrano, 2010; Andrade, et al., 2009), este comportamiento se replica en los resultados obtenidos.

Aunque los valores obtenidos de pH de las formulaciones no se pueden comparar con estudios similares, si podemos comparar los resultados de la muestra control (horchata), que comparte similitud con otros estudios realizados (Calabuig, 2017), con lo que se puede argumentar que los valores obtenidos son fiables.

TABLA 2. Resultados de pH para cada formulación.

Formulación	pH
C	7.33 (0.05) ^a
F10	6.283 (0.006) ^c
F15	5.830 (0.017) ^e
F25	5.12 (0) ^g
G10	6.293 (0.012) ^c
G15	5.813 (0.015) ^e
G25	5.12 (0.01) ^g
M10	6.473 (0.006) ^b
M15	6.123 (0.006) ^d
M25	5.193 (0.015) ^f
MX F	4.7 (0) ⁱ
MX G	4.733 (0.006) ^h
MX M	4.69 (0) ⁱ

Letras diferentes indican diferencias significativas al 99%.

3.2. Determinación de °Brix

Los resultados obtenidos de °Brix (tabla 3) muestran que los °Brix de la horchata (18.4) van disminuyendo cuanto mayor cantidad de pulpa de fruta es adicionada en las formulaciones, siendo más notorio en las muestras con F25 y G25 con un valor de 14.6 °Brix, y en las formulaciones con mezcla de frutas con valores de 14.2 a 14.8 °Brix. Además cabe resaltar que en las formulaciones con diferentes concentraciones de pulpa de mango (M10, M15 y M25) no existen diferencias significativas en cuanto al contenido de sólidos solubles. Estos resultados eran de esperarse ya que los tres tipos de fruta tienen valores inferiores a 13°Brix, siendo el valor del mango mayor de los tres (Colombianfs, 2017), este comportamiento se replica en los resultados obtenidos.

Aunque los valores obtenidos de °Brix de las formulaciones no se pueden comparar con estudios similares, si podemos comparar los resultados de la

muestra control (horchata), que comparte similitud con otros estudios realizados (Calabuig, 2017), con esto se puede argumentar que los valores obtenidos son fiables.

TABLA 3. Resultados de °Brix para cada formulación

Formulación	°Brix
C	18.43 (0.06) ^a
F10	17.37 (0.06) ^c
F15	16.37 (0.12) ^d
F25	14.63 (0.06) ^g
G10	17.57 (0.06) ^b
G15	16.2 (0) ^e
G25	14.63 (0.06) ^g
M10	17.63 (0.15) ^b
M15	17.57 (0.12) ^b
M25	17.53 (0.06) ^b
MXF	14.23 (0.06) ^h
MXG	14.17 (0.06) ^h
MXM	14.83 (0.06) ^f

Letras diferentes indican diferencias significativas al 99%.

3.3. Determinación de las propiedades reológicas

En cuanto a los resultados reológicos (tabla 4) de las formulaciones evaluadas se observa que, tanto la muestra control (horchata) como las muestras preparadas con 10% de fruta se comportan como un fluido newtoniano, es decir, se comportan como un fluido puramente viscoso, donde el esfuerzo de corte aplicado guarda proporcionalidad directa con el gradiente de velocidad de corte, ajustándose al modelo matemático de la Ley de Potencia. En cambio las muestras con mayor concentración de fruta presentaron valores que indican su comportamiento como un fluido no newtoniano pseudoplástico, es decir que su viscosidad no tiene un valor definido y constante, y no presenta una relación lineal entre el esfuerzo y la velocidad de corte aplicado, en este caso, los valores se ajustaron al modelo matemático de Herschel-Bulkley. De acuerdo con el índice de comportamiento al flujo (n), se determinó que las formulaciones de mayor carácter pseudoplástico son las que tienen mayor concentración de guayaba, G25 y MXG, con un valor de 0.7, y la de menor carácter pseudoplástico la muestra M10 con un valor de 0.99, y de acuerdo a los valores de índice de consistencia (K), se determinó que igualmente las formulaciones con más consistencia son las que tienen mayor contenido de pulpa de guayaba (G25 y MXG), siendo la formulación G25 más consistente al presentar un valor de 0.1, y las de menor consistencia las formulaciones con menor contenido de pulpa de fruta, presentando la M10 el menor valor de 0.004, que aunque es el valor más bajo no presenta diferencia significativa con las formulaciones F10 y G10. Estos resultados eran

esperados ya que según estudios, el comportamiento pseudoplástico es típico en las pulpas de frutas, como mango y guayaba (Andrade, et al., 2009).

TABLA 4. Parámetros reológicos obtenidos para cada formulación

Formulació	Modelo	τ_0 [Pa]	K [Pa.s ⁿ]	n
C	Ley de potencia	-----	0.0029 (0.0003) ^h	1.053 (0.007) ^a
F10	Ley de potencia	-----	0.0064 (0.0002) ^{gh}	0.977 (0.005) ^c
F15	Ley de potencia	-----	0.01299 (0.00011) ^{fg}	0.9215 (0.0008) ^e
F25	Herschel-Bulkley	0.17 (0.02) ^c	0.042 (0.003) ^d	0.850 (0.009) ^f
G10	Ley de potencia	-----	0.0084 (0.0003) ^{gh}	0.949 (0.007) ^d
G15	Herschel-Bulkley	0.0571 (0.0017) ^d	0.0146 (0.0002) ^f	0.922 (0.002) ^e
G25	Herschel-Bulkley	0.48 (0.08) ^a	0.115 (0.013) ^a	0.739 (0.014) ^j
M10	Ley de potencia	-----	0.00453 (0.00016) ^h	0.992 (0.006) ^{bc}
M15	Herschel-Bulkley	0.043 (0.011) ^d	0.0049 (0.0004) ^h	1.008 (0.018) ^b
M25	Herschel-Bulkley	0.079 (0.011) ^d	0.0274 (0.0015) ^e	0.825 (0.009) ^g
MXF	Herschel-Bulkley	0.22 (0.03) ^c	0.0511 (0.0018) ^c	0.802 (0.009) ^h
MXG	Herschel-Bulkley	0.37 (0.06) ^b	0.085 (0.005) ^b	0.741 (0.014) ^j
MXM	Herschel-Bulkley	0.33 (0.03) ^b	0.054 (0.008) ^c	0.76 (0.02) ⁱ

Letras distintas indican diferencias significativas al 95%. τ_0 : umbral de fluencia, K: coeficiente o índice de consistencia de flujo, y n: índice de comportamiento al flujo (adimensional).

3.4. Determinación del color

Los valores de las coordenadas de color L*a*b* se resumen en la tabla 5 y representados en los diagramas cromáticos de las figuras 5 y 6. En general, indican que la luminosidad (L*) disminuye conforme va aumentando la concentración de fruta en las formulaciones, a excepción de la muestra con mango al 10% (M10) que no presentó diferencia significativa con la horchata (C). Con las demás coordenadas a* y b* se observó que hay mayor diferencia significativa en las tonalidades rojas que en las amarillas. Los resultados obtenidos eran los esperados ya que visualmente se puede ver una tendencia de color rojo en las formulaciones con pulpa de fresa y guayaba, presentando mayor coloración la muestra de guayaba G25 al tener un valor de 13.5 y menor coloración la formulación F10 con un valor de 4.8, las muestras con pulpa de mango también presentaron valores en la coordenada a*, aunque estos son bajos considerando que su color predominante es el anaranjado, en este caso los valores de la coordenada b* son los más altos de todas las formulaciones, presentando mayor valor la muestra M25 con 24.4, las muestras con pulpa de fresa y guayaba también presentaron valores aunque menores en esta coordenada, siendo la formulación F10 la que presentó el valor más bajo de 10.6.



FIG. 1. Formulaciones con fresa.



FIG. 2. Formulaciones con guayaba.

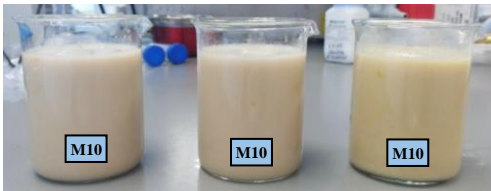


FIG. 3. Formulaciones con mango.



FIG. 4. Formulaciones con mezcla de frutas.

TABLA 5. Coordenadas de color obtenidos para cada formulación

Formulación	L*	a*	b*
C	71.27 (0.04) ^a	1.18 (0.03) ^l	10.52 (0.07) ⁱ
F10	67.48 (0.06) ^c	4.76 (0.03) ^h	10.5633 (0.0006) ^{hi}
F15	65.93 (0.08) ^e	5.94 (0.04) ^g	10.61 (0.03) ^{hi}
F25	61.73 (0.15) ⁱ	8.33 (0.05) ^d	11.18 (0.03) ^g
G10	67.77 (0.12) ^c	7.92 (0.09) ^e	10.74 (0.07) ^h
G15	66.02 (0.09) ^e	9.6 (0.2) ^c	11.1 (0.3) ^g
G25	63.4 (0.6) ^h	13.5 (0.3) ^a	13.8 (0.2) ^e
M10	71.3 (0.2) ^a	3.28 (0.04) ^k	15.94 (0.08) ^d
M15	70.1 (0.6) ^b	3.74 (0.03) ^j	19.31 (0.13) ^b
M25	70.4 (0.3) ^b	4.39 (0.07) ⁱ	24.4 (0.4) ^a
MXF	63.98 (0.06) ^g	8.46 (0.06) ^d	12.56 (0.08) ^f
MXG	64.69 (0.16) ^f	10.164 (0.013) ^b	13.88 (0.07) ^e
MXM	66.61 (0.15) ^d	7.131 (0.013) ^f	18.05 (0.08) ^c

Letras distintas indican diferencias significativas al 99%. L* = luminosidad, a* = rojo/verde, b* = amarillo/azul.

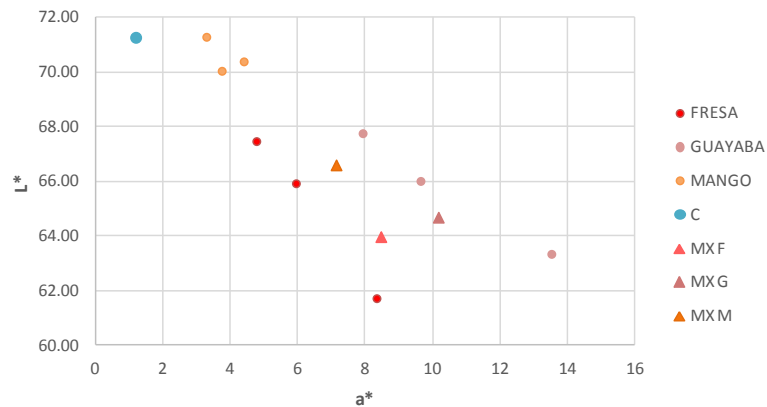


FIGURA 5. Diagrama cromático L* vs a* de las formulaciones de bebidas vegetales con fruta.

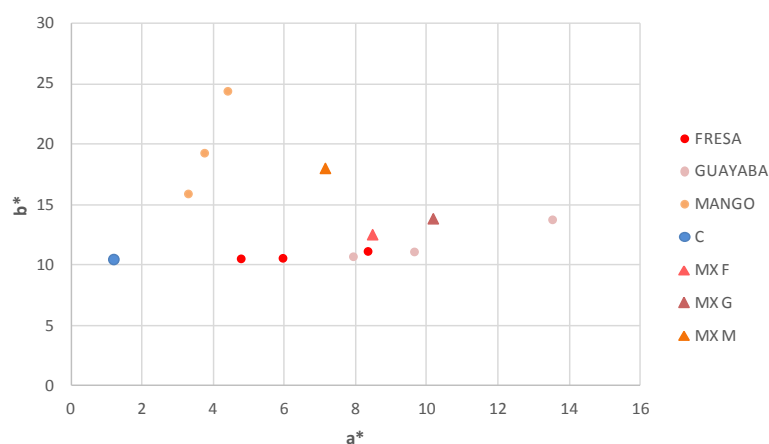


FIGURA 6. Diagrama cromático b* vs a* de las formulaciones de bebidas vegetales con fruta.

3.5. Determinación de la capacidad antioxidante

En cuanto a los valores obtenidos de capacidad antioxidante (CA) (tabla 6) se observó una diferencia significativa entre la horchata (C) y todas las formulaciones evaluadas, estos valores aumentaron conforme se aumentó la concentración de fruta en las muestras. En la figura 7 se muestra la CA para las formulaciones analizadas. Estos resultados eran esperados ya que una de las características de las frutas es que poseen propiedades antioxidantes debido a la presencia, entre otros, de vitaminas A, C, E, y compuestos fenólicos (Zulueta, et al., 2006). Siendo en este caso las frutas con mayor capacidad antioxidante, el mango (M25) y la guayaba (G25) que no presentaron diferencia significativa entre formulaciones preparadas al 25%. Estos resultados concuerdan con estudios realizados anteriormente por Kuskoski et.al, 2006 donde muestra que la fresa, guayaba y mango contienen valores altos de actividad antioxidante, siendo este último mayor entre los tres.

TABLA 6. Capacidad antioxidante expresada en mg /100 mL.

Formulación	CA (mg /100 mL)
C	72 (6) ^e
F10	49.8 (0.5) ^d
F25	98 (2) ^d
G25	129 (9) ^{bc}
M25	142 (8) ^{ab}
MXF	123 (6) ^c
MXG	152 (5) ^a
MXM	144 (15) ^a

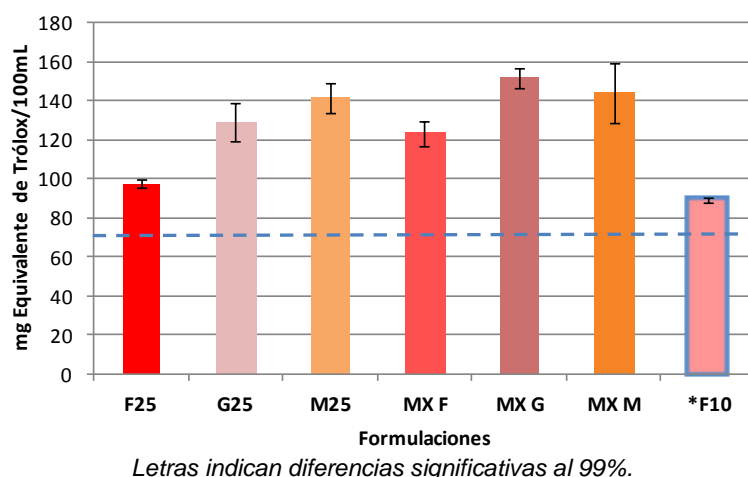


FIGURA 7. Capacidad antioxidante para las formulaciones de bebidas vegetales.

3.6. Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial de las distintas sesiones se obtuvieron de acuerdo al apartado 2.3.6 de Materiales y Métodos. Participaron en dicho análisis 40 personas en cada sesión, 18, 20 y 16 hombres y 22, 21 y 24 mujeres en las sesiones 1, 2 y 3 respectivamente, comprendidos en un intervalo entre los 18 y más de 65 años. Este panel de catadores no entrenados probó 3 formulaciones en la sesión 1 y 2 (sesión 1 muestras F25, G25 y M25; sesión 2 muestras MXF, MXG y MXM), de los cuales se obtuvieron los resultados de la preferencia en porcentaje, 57% y 52% respectivamente para las formulaciones con mayor concentración de pulpa de fresa (figura 8). Con los resultados de la sesión 1 y 2 se presentó al panel de catadores 3 formulaciones (F10, F15 y F25) en la sesión 3, que corresponden a diferentes concentraciones de pulpa de fresa.

En la tabla 7 se muestra una comparación de los valores obtenidos para cada atributo sensorial de las diferentes formulaciones presentadas en la sesión 1 y 2. Los resultados obtenidos en estas sesiones se muestran representados mediante una gráfica de dispersión radial en las figuras 9 y 10.

TABLA 7. Media y desviación estándar obtenidas en la evaluación sensorial.

Formulación	SESIÓN 1			SESIÓN 2		
	F25	G25	M25	MX F	MX G	MX M
Aroma	5,6 (1,1) ^a	4,4 (1,6) ^b	4,0 (1,1) ^b	5,5 (1,0) ^a	4,8 (1,1) ^b	4,63 (1,10) ^b
Color	4,2 (1,2) ^a	5,2 (1,3) ^b	4,8 (1,2) ^b	4,8 (1,1) ^a	5,1 (1,1) ^a	4,78 (1,03) ^a
Textura	5,6 (1,1) ^a	4,7 (1,6) ^b	4,7 (1,2) ^b	5,4 (1,2) ^a	4,8 (1,4) ^b	5,25 (1,13) ^{ab}
Sabor	5,6 (1,3) ^a	4,9 (1,5) ^b	4,7 (1,4) ^b	5,6 (1,5) ^a	5,2 (1,3) ^a	5,15 (1,44) ^a
Dulzor	5,1 (1,7) ^a	5,0 (1,4) ^a	4,6 (1,4) ^a	5,3 (1,5) ^a	5,0 (1,5) ^a	5,0 (1,6) ^a
Acep. Global	5,5 (1,2) ^a	5,0 (1,2) ^{ab}	4,6 (1,3) ^b	5,5 (1,3) ^a	5,0 (1,2) ^a	5,1 (1,3) ^a

Letras diferentes indican diferencias significativas al 99%.

En la sesión 1 se observa una diferencia significativa entre la mayoría de atributos de la formulación con pulpa de fresa frente a los atributos de las otras dos frutas, en cambio entre las formulaciones de la sesión 2 casi no existe diferencia entre ellos. Fue más sencillo al panel de catadores evaluar las bebidas vegetales con una única pulpa, mientras que las mezclas de frutas presentadas en la sesión 2 se mostraron más complejas de evaluar al presentar cierta similitud entre ellas. Pese a ello, en las dos sesiones se puede observar claramente que hay una tendencia de preferencia hacia las formulaciones con sabor a fresa (figura 8).

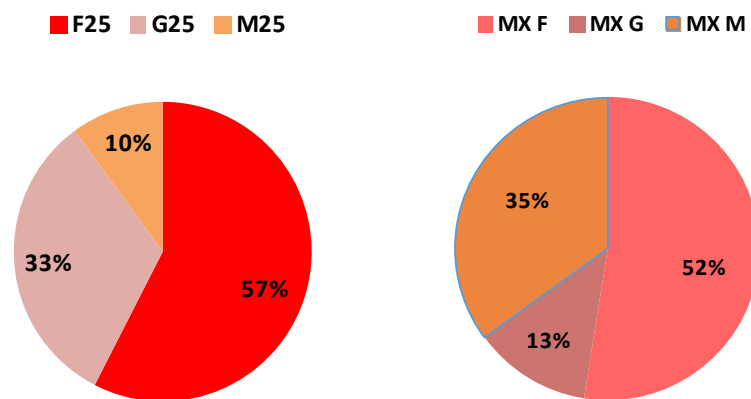


FIGURA 8. Preferencia del sabor. Sesión 1 (izquierda) y sesión 2 (derecha).

Cabe resaltar que en las tres sesiones el atributo de dulzor no presenta diferencias significativas entre las muestras, resultado que concuerda con lo esperado, ya que este atributo es aportado en gran medida por la horchata comercial (18 °Brix). Igualmente se puede observar que no existe diferencia significativa entre las muestras en cuanto a la aceptación global por lo que se puede considerar que, todas las formulaciones con frutas ofrecidas al panel están en el rango de aceptación del consumidor. En los gráficos de dispersión radial de las figuras 9 y 10 pueden observarse la valoración global de los atributos evaluados en las sesiones 1 y 2.

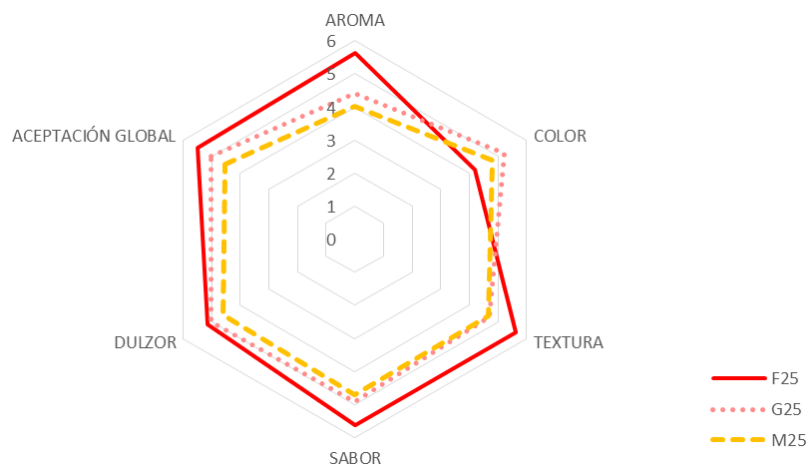


FIGURA 9. Resumen del análisis sensorial. Sesión 1.



FIGURA 10. Resumen del análisis sensorial. Sesión 2.

Los resultados de prueba JAR de la sesión 3 se muestran en la tabla 8, en dicha sesión se evaluó la concentración de fresa (fruta escogida en la sesión 1) cuyos atributos son considerados como justos o ideales para el consumidor. Los valores obtenidos para las tres formulaciones (F10, F15 y F25), muestran que el 47% del panel de catadores prefirió la muestra F10 como formulación ideal (figura 12), y que además el 40% de ellos lo compraría (figura 12). Estos resultados podrían haberse dado, ya que a esta concentración, la formulación F10 aún mantiene sus características organolépticas a horchata con un leve sabor a fresa, un sabor con el que el consumidor está familiarizado. En el gráfico de dispersión radial de la figuras 11 se puede observar la valoración global de los atributos evaluados en la sesión 3.

TABLA 8. Media y desviación estándar obtenidas en la evaluación sensorial.

Formulación	SESIÓN 3		
	F10	F15	F25
Color	2,80 (0,91) ^a	3,23 (0,95) ^b	3,73 (0,91) ^c
Olor a Fruta	3,03 (0,89) ^{ab}	2,83 (0,84) ^a	3,43 (1,03) ^b
Sabor a Horchata	2,83 (0,96) ^a	1,93 (0,89) ^b	1,48 (0,68) ^c
Sabor a Fruta	2,60 (0,93) ^a	3,60 (0,96) ^b	4,00 (0,96) ^b
Acidez	2,15 (0,95) ^a	2,45 (0,93) ^a	2,93 (1,10) ^b
Dulzor	3,60 (0,84) ^a	3,53 (0,82) ^a	3,20 (1,11) ^a
Viscosidad	2,45 (0,81) ^a	2,85 (0,74) ^b	3,50 (0,99) ^c
Aceptación Global	4,83 (1,06) ^a	4,65 (1,10) ^a	4,55 (1,32) ^a

Letras distintas indican diferencias significativas al 99%.



FIGURA 11. Resumen del análisis sensorial. Sesión 3.

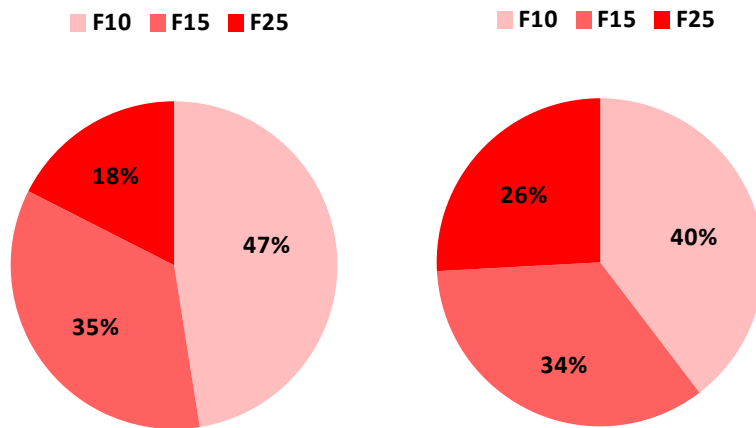


FIGURA 12. Preferencia (izquierda) e intención de compra (derecha) en la sesión 3.

4. CONCLUSIONES

Se han diseñado y evaluado 12 formulaciones de bebidas vegetales a base de horchata y fruta a diferentes concentraciones (10-25%). La adición de fruta supuso un descenso en el pH y °Brix. Así mismo la introducción de fruta incremento la capacidad antioxidante de las bebidas obtenidas, lo cual supone una mejora del perfil funcional del producto.

La incorporación de fruta en la horchata modificó el color de las muestras y su comportamiento reológico. La horchata y las mezclas de horchata con fruta al 10% mostraron un carácter newtoniano mientras que a partir del 15% se obtuvo un carácter pseudoplástico. Este carácter pseudoplástico resulto más evidente en las bebidas que contenían la mezcla de todas las frutas.

Por último, el análisis sensorial realizado ha mostrado una muy buena aceptación de los productos obtenidos siendo las formulaciones que contenían fresa las mejor valoradas en cuanto a preferencia e intención de compra.

Como conclusión general se puede decir que se ha desarrollado un nuevo producto a base de horchata con una gran aceptación, con lo que podría ser una buena oportunidad para ampliar el mercado de la industria de la horchata y bebidas vegetales.

REFERENCIAS:

AENOR, 1995. *UNE 87-004, Análisis Sensorial-Guía para la instalación de una sala de cata*, s.l.: s.n.

Andrade, R. y otros, 2009. *Caracterización fisicoquímica y reológica de la pulpa de guayaba (Psidium guajava L.) variedades híbrido de Klom Sali, Puerto Rico, D14 y RED*. [En línea] Available at: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v16n1/v16n1a02.pdf> [Último acceso: 13 Septiembre 2018].

ARAL, 2017. El consumo de leche sigue cayendo en beneficio de otras bebidas. *ARAL Revista del gran consumo*.

Bixquert, M., 2015. La horchata de chufa: propiedades saludables y de prevención de enfermedades digestivas. p. 16.

BOE-A-1978-25634, 1978. *Real Decreto 2420/1978, de 2 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración y venta de conservas vegetales..* [En línea] Available at: <https://www.boe.es/boe/dias/1978/10/12/pdfs/A23702-23707.pdf> [Último acceso: 12 Septiembre 2018].

BOE-A-1988-25809, 1988. *Real Decreto 1338/1988, de 28 de octubre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración y Venta de Horchata de Chufa..* [En línea] Available at: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1988/BOE-A-1988-25809-consolidado.pdf>

Brand, W., Cuvelier, M. & Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT- Food Science and Technology*, pp. 25-30.

Calabuig, B., 2017. *Nuevas estrategias para garantizar la estabilidad microbiológica de horchata de chufa fresca*, Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.

Colombianfs, 2017. *Ficha técnica pulpa de fruta congelada*. [En línea] Available at: <http://colombianfs.com/FTPULPASSINAZUCARCFS.pdf> [Último acceso: 13 Septiembre 2018].

Corrales, M., de Souza, P., Mario, S. & Fernández, A., 2011. *Effects of the decontamination of a fresh tiger nuts' milk beverage (horchata) with short wave ultraviolet treatments (UV-C) on quality attributes*. [En línea] Available at: https://ac.els-cdn.com/S1466856411001111/1-s2.0-S1466856411001111-main.pdf?tid=cde2baf9-fc3a-4681-a63a-736d784a9328&acdnat=1536912261_3cb30d6a2cbac47767daf43e34e4a727 [Último acceso: 28 Junio 2018].

FDA, 2017. Alergias a los alimentos: lo que usted debe saber. *Food & drugs administration*, p. 4.

Financial Food, 2017. Lácteos: las bebidas vegetales impulsan la categoría. *Financial Food*, p. 24.

Hermida, Á., 2018. Leche que no ha visto vaca. El ritmo imparables de las leches vegetales. *Alimente*.

Jiménez, M. & Zambrano, M., 2011. *Cuantificación de Cobre en Polifenoloxidasas de Frutas Tropicales por Espectrofotometría de Absorción Atómica*. [En línea] Available at: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v22n2/art03.pdf>

Kuskoski, M. y otros, 2006. *APLICACIÓN DE DIVERSOS MÉTODOS QUÍMICOS PARA DETERMINAR ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN PULPA DE FRUTOS*. [En línea] Available at: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27642.pdf> [Último acceso: 10 Septiembre 2018].

Ministerio de Relaciones con las cortes y de la secretaría de gobierno, 1988. *Real Decreto 1338/1988, de 28 de octubre, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración y venta de horchata de chufa*, s.l.: BOA.

Prior, R., Joseph, J., Cao, G. & Shukitt, B., 1999. *Can Foods Forestall Aging?*. [En línea] Available at: <https://agresearchmag.ars.usda.gov/AR/archive/1999/Feb/aging0299.pdf> [Último acceso: 14 Septiembre 2018].

Ramos, E., Benjamín, C. & Ibáñez, L., 2008. *Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas medicinales peruanas nativas e introducidas*. [En línea] Available at: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/rev_academia/2008_n1/pdf/a11v15n1.pdf [Último acceso: 10 Julio 2018].

Zulueta, A., Esteve, M. J., Frasquet, I. & Frígola, A., 2006. *Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain*. [En línea] Available at: https://ac.els-cdn.com/S0308814606008363/1-s2.0-S0308814606008363-main.pdf?tid=70e43bfd-d0e1-4aeb-b4f8-4541371e9419&acdnat=1536912647_38d4b0830627f515cded497d73905ff3 [Último acceso: 12 Septiembre 2018].

ANEXO I

Antioxidative Activity-DPPH

- *Preparation*

- DPPH-solution: 12.8 mg DPPH solved in 50 mL of metanol 1:10 dilution in 200 mL. Equivalente a tomar 5.12 mg y llevar a 200 mL y poner 1-2 min al US.
- 1000 ppm Trolox-solution: 5 mg solved in 5 mL metanol dilutions according to the calibration.
- Prepare a 100 ppm solution from that of 1000 ppm.
 - 10 ppm: 150 μ L of 100 ppm + 1350 μ L
 - 20 ppm: 300 μ L of 100 ppm + 1200 μ L
 - 30 ppm: 450 μ L of 100 ppm + 1050 μ L
 - 40 ppm: 600 μ L of 100 ppm + 900 μ L
 - 50 ppm: 750 μ L of 100 ppm + 750 μ L

- *Assembly of the cuvettes:*

- Blank task (REF): 3 mL methanol
- 0:300 μ L methanol + 2.7 mL DPPH
- **Calibration:** 300 μ L dilution + 2.7 mL DPPH
- **Samples:** 6 μ L sample + 294 μ L methanol + 2.7 mL DPPH
- **Incubation:** 1 hour in darkness

- *Mediation*

- Photospectrometer: 517 nm

$$\%DPPH_{red} = 100 \cdot \frac{DPPH_{muestra}}{DPPH_{blanco}}$$

ANEXO II

FICHA DE CATA (sesión 1 y 2)

DATOS PERSONALES:

EDAD

Entre 18 y 25

Entre 26 y 40

Entre 41 y 65

Más de 65

SEXO

Masculino

Femenino

¿Consumes Horchata?

Nunca

Ocasionalmente

Frecuentemente

INSTRUCCIONES:

- Frente a usted hay tres muestras de horchata con frutas, evalúe siempre las muestras en el orden establecido en la TABLA. Pruébelos y espere al menos 30 segundos entre las muestras y beba agua.
- Evalúe cada uno de los atributos puntuando del 1 al 7 según la siguiente escala:

1. Me disgusta muchísimo
2. Me disgusta mucho
3. Me disgusta ligeramente
4. Ni me gusta ni me disgusta
5. Me gusta ligeramente
6. Me gusta mucho
7. Me gusta muchísimo

Referencia	AROMA	COLOR	TEXTURA	SABOR	DULZOR	APRECIACIÓN GLOBAL
527						
325						
183						

¿Qué muestra prefiere por su sabor? (marque su elección) 527 __ 325 __ 183 __

¿Compraría este producto? (indique sí o no) 527 __ 325 __ 183 __

COMENTARIOS: _____

FICHA DE CATA (sesión 3)

DATOS PERSONALES:

EDAD

Entre 18 y 25

Entre 26 y 40

Entre 41 y 65

Más de 65

SEXO

Masculino

Femenino

¿Consume Horchata?

Nunca

Ocasionalmente

Frecuentemente

INSTRUCCIONES:

- Frente a usted hay tres muestras de horchata con frutas, evalúe siempre las muestras en el orden establecido en la TABLA.
- Espere al menos 30 segundos entre las muestras y beba agua.
- Evalúe cada uno de los atributos puntuando del 1 al 5 según la siguiente escala:

1. **Muy poco**
2. **Poco**
3. **Lo justo**
4. **Poco aceptable**
5. **Demasiado**

Referencia	Color	Olor a fruta	Sabor a horchata	Sabor a fruta	Acidez	Dulzor	Viscosidad
501							
221							
432							

ACEPTACIÓN GLOBAL

Muestra	Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
501	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
221	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
432	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Qué muestra prefiere? (marque su elección) 501 ___ 221 ___ 432 ___
¿Compraría este producto? (indique sí o no) 501 ___ 221 ___ 432 ___

COMENTARIOS: _____
