

ANÁLISIS SENSORIAL Y FÍSICOQUÍMICO DE BEBIDAS EN POLVO A BASE DE YERBA MATE (*Ilex Paraguariensis*) Y CASSIS (*Ribes Nigrum*)

Juliana Marcela Orjuela-Palacio^{1,4} (julianaorjuela11@gmail.com); **Damián Marino**^{1,2}; **Maria Clara Zamora**^{3,4} y **Maria Cecilia Lanari**^{1,4}

¹ Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA) Fac. de Ciencias Exactas Universidad Nacional de La Plata, La Plata. Argentina.

² Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CIMA) Fac. de Ciencias Exactas Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

³ Fac. de Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina, Ciudad de Buenos Aires Argentina,

⁴ Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

La yerba mate (YM) y el Cassis (BC) son fuente de compuestos bioactivos como antocianinas, flavonoides y ácidos fenólicos, reconocidos por sus propiedades antioxidantes y beneficios para la salud. Sin embargo el sabor amargo y la sensación de astringencia inducida por altas concentraciones de compuestos polifenólicos provocan una reacción negativa en el consumidor. Una nueva bebida en polvo mezcla de YM/BC que combine un alto contenido de antioxidantes y buena aceptabilidad sensorial sería una forma efectiva de llevar sus ventajas nutricionales a un gran número de consumidores. En el presente trabajo cien participantes evaluaron: aceptabilidad global (escala hedónica de 9 puntos) y perfil de atributos: acidez, dulzor, astringencia y aroma (escala punto ideal) de 3 formulaciones: (YM (120g/L) /BC/ Maltodextrina (MD) /azúcar/edulcorante %): S1 50/30/15/5; S2 60/20/15/5; S3 60/20/15/4.95/0.05. El uso de MD puede ayudar a mejorar la palatabilidad, enmascarando el amargor y reduciendo la sensación de astringencia. S3 tuvo la mayor aceptabilidad y el mejor perfil de atributos (Acidez 52%, dulzor 46%, astringencia 34% y aroma 42% de los consumidores). Los resultados indicaron que debía ajustarse la astringencia de S3, por lo cual se optimizó su nivel de yerba con un test de agrupamiento con descripción. 40 evaluadores probaron 6 muestras: S3 (A sin liofilizar); S3 (B liofilizada); S4 (YM 90g/L); S5 (YM 60 g/L) A y S5B, agrupándolas por descriptores en común. S3B y S4 fueron agrupadas por astringencia, aroma a berries y a yerba mate. S5B fue percibida más dulce, con aroma a compota y viscosa, ubicándose lejos de los descriptores de astringencia y yerba mate y de las otras muestras, siendo 60 g YM/L la concentración más apropiada. Las muestras liofilizadas fueron calificadas con pocos descriptores aromáticos, debido a una posible pérdida de aromas durante la liofilización. El polvo S5B ($A_w = 0.089$; % Humedad = 3.58), fue fluido a temperatura ambiente ($T_g = 47.43^\circ\text{C}$) y soluble en agua fría (89.54%), con alto contenido de polifenoles (33.56 mg GAE/g polvo) y 72.67% de inhibición del radical DPPH*. Por HPLC-MS se detectó la presencia de isómeros de ácido clorogénico ($m/z = 353$; $MS_2 = 191$), derivados de ácido dicafeoilquinico ($m/z = 515$) y cafeoilhexosa ($m/z = 341$).

Palabras clave: Yerba mate; Cassis; Antioxidantes; Polifenoles; Aceptabilidad sensorial.

INTRODUCCIÓN

La yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hilaire) y el cassis (*Ribes nigrum*) poseen un alto contenido de polifenoles con excelentes propiedades antioxidantes. La yerba posee propiedades antioxidantes y hepatoprotectoras (Filip y Ferraro, 2003). El cassis tiene alto contenido de ácido ascórbico (Casati y col., 2012) y es una excelente fuente de compuestos bioactivos como antocianinas, flavonoides, procianidinas y ácidos fenólicos. Una nueva bebida en polvo mezcla de YM/BC que combine un alto contenido de antioxidantes sería una forma efectiva de llevar sus ventajas nutricionales a un gran número de consumidores. Esta estrategia tiene el inconveniente que las altas concentraciones de polifenoles favorecen la aparición de sabores amargos y de sensación de astringencia en las infusiones capaces de provocar reacciones negativas en los consumidores (Jaeger y col., 2009; Lesschaeve y Noble, 2005). Calviño y col., (2012) concluyeron que la intensidad percibida de ambos atributos aumentaba con el contenido de material herbáceo presente, por consiguiente el éxito comercial de estos productos requiere una cuidadosa optimización de la relación entre el nivel de polifenoles y el perfil sensorial.

El objetivo de este trabajo fue obtener bebidas saludables en polvo que combine alto contenido de antioxidantes y buena palatabilidad, a partir de yerba mate y cassis; analizar y ajustar la aceptabilidad, y nivel óptimo de los atributos sensoriales y estudiar sus características fisicoquímicas (solubilidad, aw, humedad, temperatura de transición vítrea, composición polifenólica y actividad antioxidante).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó cassis producido en condiciones orgánicas (BC; *Ribes nigrum* cv. *Silvergieter*) proveniente de Chacras Cuyen, El Bolsón, Chubut, Argentina, cosechada en enero de 2012. La fruta fue descongelada 24 h antes de la preparación de la bebida y procesada en una pulpera industrial (Filtro con diámetro de poro: 2mm). El extracto de yerba mate (YM; *Ilex paraguariensis* St Hill; La Unión Suave, Argentina) se preparó a partir de 120 g de yerba en 1L de agua a 100°C; 15 min). Se decantó por 15 min a 25°C, filtro y almacenaron a 4°C.

Preparación de las bebidas: se prepararon tres formulaciones [YM (120g/L)/BC/Maltodextrina (MD)/azúcar/edulcorante% (Ciclamateo 5700mg/100g; Sacarina 2000 mg/100g, Dextrosa)]: S1 (50/30/15/5); S2 (60/20/15/5); S3 (60/20/15/4.95/0.05). Todas las muestras contenían aroma comercial de fruta de la pasión 0.01%. Partiendo de S3 se prepararon 2 formulaciones modificando solo la concentración inicial de la infusión de yerba mate; S4 (YM= 90g/L) y S5 (YM= 60 g/L). Las bebidas S3 y S5 se liofilizaron a temperatura ambiente en un liofilizador FIC L1-1-E300-CRT (Buenos Aires, Argentina) con placa de congelación a -35°C y vacío por debajo de 100 µm.

Análisis sensorial

Los participantes en las evaluaciones sensoriales fueron estudiantes de la Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Aceptabilidad y perfil de atributos: Cien participantes probaron 3 muestras (S1, S2 y S3) evaluando el grado de aceptabilidad global usando una escala hedónica de 9 puntos (1= me disgusta mucho; 9= me gusta mucho) y el perfil de atributos (acidez, dulzor, astringencia, aroma y cuerpo) usando una escala de punto justo (just about right scale, JAR; 9-point; Xiong y col., 2006) anclada en los extremos: +4 = demasiado / -4 = muy poco, y el punto central (0) como el punto óptimo.

Agrupamiento por descriptores: A cuarenta participantes se les pidió que probaron 5 muestras por duplicado: S3A (sin liofilizar); S3B (liofilizada); S4 sin liofilizar; S5A (sin liofilizar) y S5B (liofilizada) y que agruparan las muestras según alguna característica que tuvieran en común. Para esto se les proporcionó una lista de descriptores (Tabla 1).

Análisis fisicoquímico

El análisis fisicoquímico se hizo para la muestra seleccionada como mejor por las evaluaciones sensoriales.

Actividad acuosa (aw) y Humedad: La actividad acuosa (a_w) fue determinada usando Aqualab serie 3 (Decagon Device, Pullman, Washington, USA), previamente calibrado con las soluciones salinas saturadas en el rango de interés. La humedad se determinó por secado en estufa San jor serie SL DB (Buenos Aires, Argentina) a $105 \pm 1^\circ\text{C}$ hasta alcanzar peso constante. Todas las determinaciones se hicieron por triplicado.

pH y sólidos solubles totales (SST): el pH fue medido con un pHmetro Hach Sension+ pH3 Lab (Hach Company, Loveland, CO, USA) a 25°C . El contenido de SST expresado en °Brix se determinó con un refractómetro manual Atago N2 (Tokyo, Japan).

Temperatura de transición vítrea (Tg): se determinó por calorimetría diferencial de barrido DSC (TA Instrument, Serie Q-100, USA). Las determinaciones se hicieron por duplicado.

Solubilidad (%S): Se calculó según el método de Chen, J. y Jane, J. (1994; Ec. 1) con modificaciones. La bebida se reconstituyó en función del rendimiento del polvo liofilizado obtenido (18%p/v), FD = factor de dilución. Las determinaciones se hicieron por duplicado.

$$\% S = \frac{(\text{g sólidos secos sobrenadante} * \text{FD} * 100)}{\text{g polvo reconstituida}} \quad (\text{Ec. 1})$$

Polifenoles totales; actividad antioxidante y composición polifenólica: El contenido de polifenoles totales (PT; mg eq ácido gálico (GAE)/g polvo) se determinó por el método Folin-Ciocalteu (Schlesier y col., 2002) y la actividad antioxidante por el ensayo DPPH* y se expresó en %Inhibición ecuación 2 (%I; Brand-Williams y col., 1995). La composición polifenólica se determinó mediante HPLC-MS. Todas las determinaciones se hicieron por duplicado.

$$\%I = \left(\frac{Abs_b - Abs_m}{Abs_b} \right) * 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

Análisis de datos: Las comparaciones de las medias se realizaron con el test de Tukey ($p < 0.05$). Los datos de la escala JAR se analizaron como la frecuencia de respuestas de los consumidores en cada categoría y se utilizó el test de Chi-cuadrado para detectar diferencias. Los extremos de la escala se convirtieron de 1 a 9 para su análisis (-4= 1; 0=5; 4=9). El agrupamiento de los descriptores se evaluó por la técnica estadística de Análisis de Correspondencias con el software Infostat v. 2008 (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer ensayo sensorial 100 participantes evaluaron 3 muestras: S1 (pH=3.45; 26°Brix; 68.65±1.46 mg GAE/g b.s) S2 (pH= 3.64; 25°Brix; 72.92±2.03 mg GAE/g b.s) y S3 (pH= 3.64; 25°Brix; 74.07±0.63 mg GAE/g b.s). La aceptabilidad global para S1, S2 y S3 fue 5.0, 5.0 and 5.6, respectivamente reflejando una mayor preferencia por la formulación S3 ($F [2, 299] = 5.037$, $p = 0.007$). El 57% de los participantes calificaron S3 en las categorías 7-8-9 de la escala hedónica, mientras que para S1 fue del 40% y del 37% para S2 (Figura 1).

S3 presentó el mejor perfil de acidez, dulzor, astringencia, aroma y cuerpo, con la mayor frecuencia de consumidores (%) en el punto ideal. 52% de los consumidores ($p < 0.001$) estimó que S3 presentó el punto óptimo de acidez, el 46% para dulzor ($p < 0.01$), el 34% para astringencia ($p < 0.05$), el 42% para el aroma ($p < 0.01$) y el 53% para cuerpo ($p < 0.01$). La misma comparación realizada para S1 y S2 indicó que 26% y 37% de los consumidores consideraron la acidez en el punto óptimo, respectivamente; 36% y 20% para dulzor, 21% y 30% para astringencia, 39% y 32% para aroma y 42% (S1 y S2) para cuerpo.

Las diferencias en pH y sólidos solubles (°Brix) entre S1 y S2/S3 se vieron reflejados en los resultados sensoriales. S1 fue percibida más ácida que las otras muestras, dado que 54% de los consumidores lo calificaron por encima del punto justo. La misma comparación para S2 y S3 indicó que sólo 33% y 20% de los consumidores consideraron que la acidez era alta (>0), respectivamente. Mientras 55% y 74% estimaron que S1 y S2 eran poco dulces (<0), respectivamente. Una pequeña variación en °Brix produce una clara diferencia en la percepción del dulzor. 58, 48 y 41%, de los consumidores percibió que la astringencia de S1, S2 y S3, respectivamente era mayor que la óptima.

S3 fue la muestra con mayor aceptabilidad y mejor perfil de atributos, sin embargo los resultados obtenidos indicaron que debía mejorarse el nivel de astringencia. Debido a esto se probaron dos concentraciones del extracto de yerba mate: 90 g/L (S4) y 60 g/L (S5A sin liofilizar; S5B Liofilizado).

En la figura 2 se muestra como se agruparon las muestras con diferente concentración de yerba mate y los descriptores asociados por los evaluadores. Las muestras S3B y S4 fueron agrupadas por los descriptores de astringencia, aroma a yerba mate, mientras S5B fue percibida como más dulce, con aroma a berries y compota, y más viscosa, ubicándose lejos de los descriptores de astringencia y yerba mate y de las otras muestras, siendo la concentración 60 g/L de extracto de yerba mate la más apropiada. Se observó que las muestras liofilizadas fueron calificadas con pocos descriptores aromáticos, debido a una posible pérdida de aromas durante la liofilización.

Análisis fisicoquímico

El rendimiento de la liofilización de la bebida en polvo **S5** (pH= 3.54; 18°Brix); fue del 18%, con $a_w=0.089$, %H= 3.58% y $T_g(I)= 47.43^\circ\text{C}$, siendo fluido a temperatura ambiente y humedades relativas bajas. El polvo fue un $89.54 \pm 2.8\%$ soluble en agua fría (Figura 3). El contenido de polifenoles totales de la mezcla fue de 33.57 ± 1.01 mg GAE/g polvo. Los valores de actividad antioxidante fueron $\%I= 72.67 \pm 0.94\%$.

Los resultados obtenidos por HPLC-MS se presentan en la figura 4. Basados en patrones se detectó la presencia de Catequina (**a**; $t_r= 24.63$ min), Rutina (**b**; $t_r= 36.93$ min), Quercetina (**c**; $t_r= 41.02$ min), p-cumarico (**d**; $t_r= 34.56$ min). Los picos mayoritarios 1, 3 y 4 pueden atribuirse al ion $m/z= 353$ y fragmentos $MS^2= 191$ correspondientes a isómeros del ácido clorogénico y $m/z= 707$ posibles dímeros formados. El pico 2 podría corresponder al ion $m/z= 341$ cafeoilhexosa presente en el cassis (Gavrilova y col., 2011). El ion $m/z= 515$ compatible con derivados del ácido dicafeoilquinico se corresponde con el pico 5.

CONCLUSIÓN

Los análisis sensoriales arrojaron que la formulación S3 (120 g/L) con el mayor contenido de polifenoles y mejor actividad antioxidante, obtuvo mayor aceptabilidad, sin embargo los resultados obtenidos indicaron que debía mejorarse el nivel de astringencia. Mediante el ensayo de agrupamiento con descripción se determinó que la muestra S5B fue la que presentó la concentración óptima del extracto de yerba mate pues se redujo la astringencia. Esta nueva formulación mejoraría la aceptabilidad de la bebida en polvo manteniendo las características antioxidantes y buena calidad del polvo.

BIBLIOGRAFIA

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. y Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 28, 25-30.
- Calviño, A. M., Tamasi, O.P., Drunday, F., Cossalter, R, y Garrido, D. 2012. Sensory analysis of bitterness and astringency of infusions of Yerba Mate. In A.M. Calviño (Ed.), *Recent Contributions to Sensory Analysis of Foods* (pp. 131-150).
- Casati, C. B., Sánchez V., Baeza R., Magnani N., Evelson P. y Zamora M.C. 2012. Relationships between colour parameters, phenolic content and sensory changes of processed blueberry, elderberry and blackcurrant commercial juices. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 1728-1736.
- Chen, J. y Jane, J. 1994. Preparation of granular cold-water-soluble starches by alcoholic-alkaline treatment. *Cereal chemistry*. 71 (6), 618-622.
- Delwiche, J.F. y Warnock, A.R. 2008. Perception and acceptance of sweeteners. In *Sweetness and Sweeteners Biology, Chemistry and Psychophysics*, D.K. Weerasinghe and G. DuBois, Eds. Oxford University Press/American Chemical Society
- Filip, R., y Ferraro, G. E. (2003). Researching on new species of “Mate”: *Ilex brevicuspis*: Phytochemical and pharmacology study. *European Journal of Nutrition*, 42, 50–54.
- Gavrilova, V., Kajdzanoska, M., Gjamovski, V. y Stefova, M. 2011. Separation, characterization and quantification of phenolic compounds in blueberries and red and black currants by HPLC-DAD-ESI-MSn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 4009-4018.
- González, A., Ferreira, F., Vázquez, A., Moyna, P., y Paz, E. A. (1993). Biological screening of Uruguayan medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 39(3), 217–220.
- Han, X., Shen, T., & Lou, H. (2007). Dietary polyphenols and their biological significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8, 950–988.
- Heck, C., y Gonzalez de Mejía, E. (2007). Yerba mate tea (*Ilex paraguariensis*): A comprehensive review on chemistry, health implications and technological considerations. *Journal of Food Science*, 72(9), 138–151.
- Jaeger, S.R., Axten, L.G., Wohlers, M.W. y Sun-Waterhouse, D. 2009. Polyphenol-rich beverages: insights from sensory and consumer science. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, 2356-2363.
- Lesschaeve, I. y Noble, A. C. 2005. Polyphenols. Factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preference. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 330–335.
- Xiong, R. y Meullenet, J. F. 2006. A PLS dummy variable approach to assess the impact of JAR attributes on liking. *Food Quality and Preference*, 7, 188–198.

Tabla 1. Lista de descriptores evaluación sensorial

Descriptor	Definición
Acidez	Sensación producida por soluciones acuosas de sustancias acidas como el ácido cítrico.
Amargor	Sensación producida por soluciones acuosas de sustancias como la cafeína.
Dulzor	Sensación producida por soluciones acuosas de azúcares como la sacarosa.
Astringencia	Combinación de sensaciones como contracción, sequedad y aspereza en la boca.
Berries	Asociado al Arándano, Cassis, Moras.
Cítrico	Asociado a una impresión general a frutos cítricos.
Compota	Asociado a frutas cocidas.
Especiado	Asociado a especias (vainilla, anís, clavo, canela, pimienta).
Frutal	Asociado a frutas como melón, pera, manzana. No cítrico.
Fruto tropical	Asociado al maracuyá (fruto de la pasión).
Hierbas	Asociado a hierbas que se perciben pero no se puede identificar individualmente.
Yerba mate	Asociado a la infusión de Yerba Mate.
Color	Intensidad de color.
Brillo	Que refleja la luz.
Viscosidad	Consistencia o densidad en la boca por la sensación producida por la muestra.

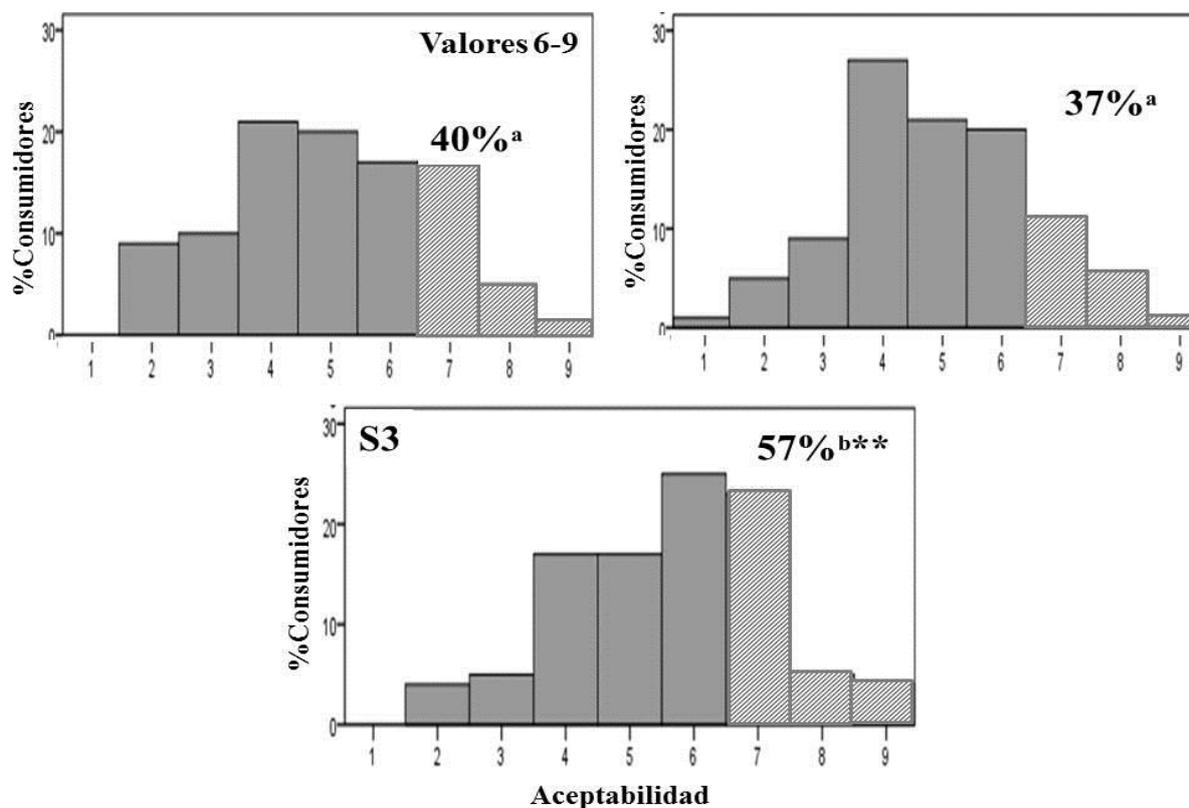


Figura 1. Grado de aceptabilidad de las muestras S1, S2 y S3.

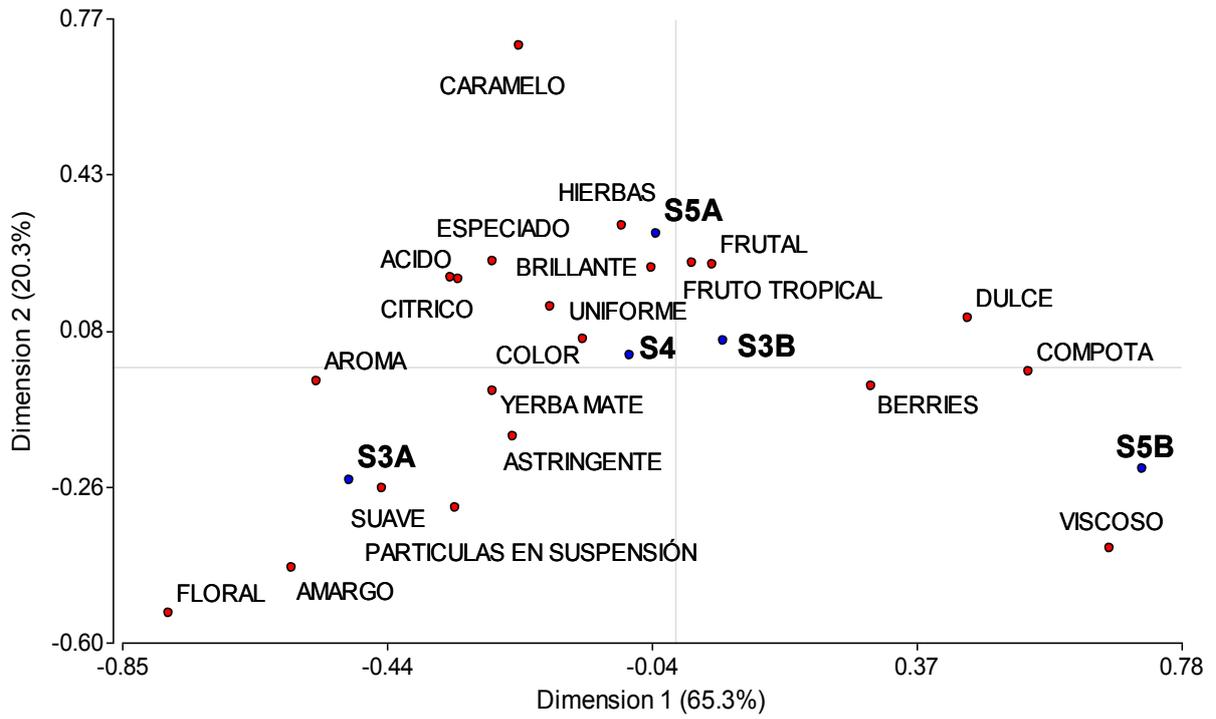


Figura 2. Agrupamiento por descriptores de las formulaciones S3A, S3B, S4, S5A Y S5B.

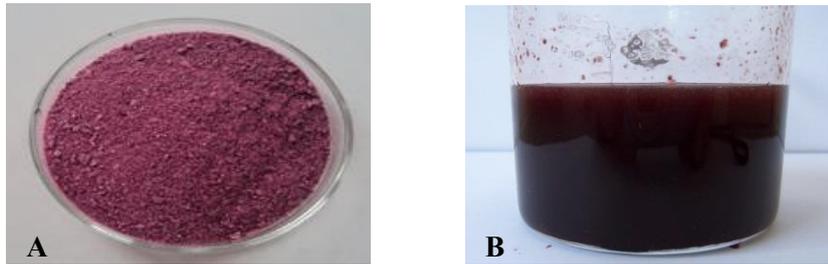


Figura 3. **A.** Bebida en polvo S5; **B.** Bebida reconstituida

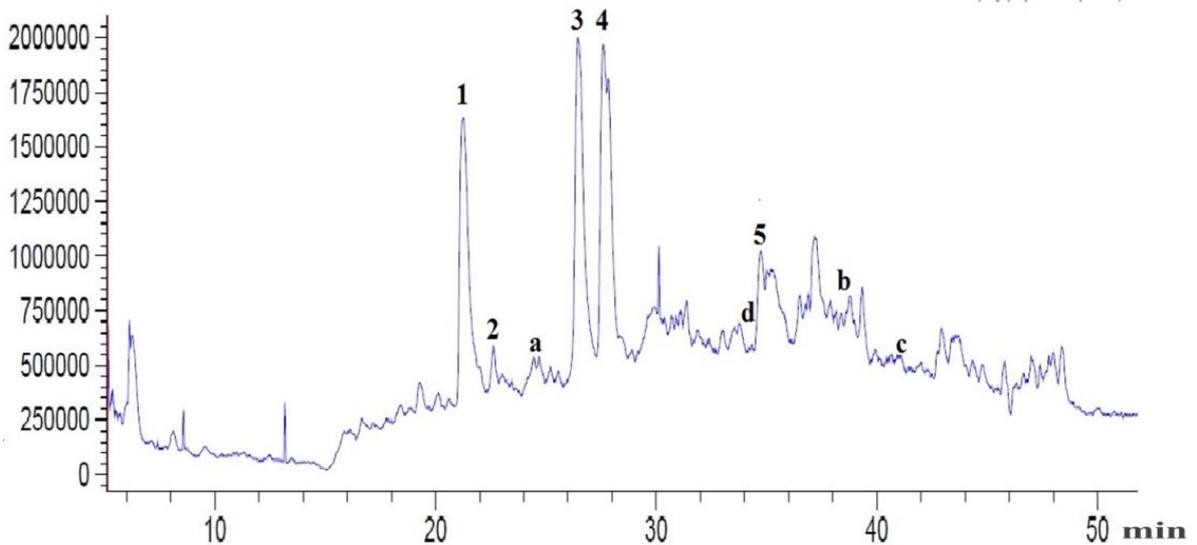


Figura 4. Espectro MS modo negativo fragmentado 120ev polvo liofilizado