



II PARTE

PONENCIAS
(Talks)

Determinación de metales en matrices orgánicas mediante espectrometría de absorción atómica en llama y horno de grafito

Determination of metals in organic matrices by flame atomic absorption spectrometry and graphite furnace

Briceño J.* / Morales D.C. / Milton R. / Paredes M.

Laboratorio de Alimentos Funcionales, Universidad Técnica de Ambato.

Campus Huachi: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Ambato, Ecuador

*ja.briceno@uta.edu.ec

Introducción

El contenido de micronutrientes en alimentos debe ser evaluado con la finalidad de garantizar su calidad nutricional. Estas determinaciones típicamente se han resuelto en la mayoría de las ocasiones, mediante el desarrollo de métodos de análisis que implican la puesta en disolución del analito. En este trabajo se presenta la determinación de calcio, hierro y magnesio en muestras de harinas vegetales de la cultura alimenticia en el Ecuador mediante atomización con llama, FAAS, usando los métodos AOAC, 2005 para hierro y AOAC, 1997 para calcio y magnesio, fue necesario una etapa previa para acondicionar la muestra. Esta metodología se ha mantenido de forma mayoritaria aun cuando algunas de las técnicas que han aparecido recientemente son capaces de ofrecer nuevas alternativas. Tal es el caso de la determinación directa desde la muestra sólida empleando atomización electrotérmica donde se logran obtener resultados rápidos, confiables, con escaso tratamiento de la muestra, mínimo uso de reactivos contaminantes y bajo riesgo de contaminación. Es este sentido, cuando el objetivo es obtener información analítica elemental a partir de una muestra sólida, la espectrometría de absorción atómica utilizando un horno de grafito como atomizador (SS-ETAAS) ha demostrado ser una técnica especialmente prometedora.

Materiales y métodos

Las muestras de fréjol (frutilla y bolón) adquiridas en un supermercado local de Ambato fueron pulverizadas con un molino IKA WORKS-M20 y tamizadas con un tamiz N° 2. La humedad se determinó por triplicado con un analizador de humedad Mettler Toledo HX204, la harina se calcinó por quintuplicado en una mufla Nabertherm a 550 °C durante 12 horas seguido de digestión con agua regia (HCl y HNO₃ marca Fisher Scientific de calidad Trace-Metal) y aforadas a 25 mL. Los patrones acuosos de calcio, hierro y magnesio se prepararon diariamente diluyendo los estándares de 1 g/L disponibles comercialmente (Merck, Darmstadt, Alemania) con soluciones 0,14 M de HNO₃ en agua purificada de un sistema Milli Q (Thermo Scientific, Inglaterra, UK). Los metales se midieron con un espectrómetro de absorción atómica de fuente de línea, PG Instruments: AA500 con atomizadores de llama y horno de grafito y corrección de fondo con D₂.

Resultados y Discusión

La concentración de calcio, hierro y magnesio se obtuvo a partir de comparación directa de la señal de la muestra frente a la de las respectivas señales de los patrones acuosos. Se realizaron quintuplicados en cada determinación, los valores se indican en la Tabla 1.

Se siguió el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher para el análisis de los datos ($p < 0,05$). De las harinas estudiadas, no se encontró diferencia significativa en las concentraciones de hierro y calcio. En el caso del magnesio la variedad Bolón resultó con mayor contenido en este metal. El contenido de humedad en ninguno de los casos superó 13%, límite establecido en la norma ecuatoriana (INEN, 1987).

Tabla 1: Determinación de minerales en las harinas vegetales mediante absorción atómica con llama

	% Humedad	Calcio*	Hierro*	Magnesio*
Frutilla	9,98(0,27)	456(43)	87(3)	1364(48)
Bolón	10,88(1,08)	486(27)	92(2)	1463(46)

*µg de metal por g de harina seca. Promedio y desviación estándar entre paréntesis.

En la actualidad, se dispone de instrumentación comercial con mejoras analíticas importantes. Becker-Ross en el ISAS de Berlín diseñó un nuevo instrumento para la espectrometría de absorción atómica con fuente continua de alta resolución (HR-CS-AAS) (Heitmann, Schütz, Becker-Roß, & Florek, 1996) con un enfoque radical en el diseño de sus componentes. En lo relativo a la fuente de radiación, posee una lámpara de arco corto de xenón (GLE, Berlín, Alemania) que funciona en el modo de "punto caliente"; monocromador, de doble efecto de alta resolución (DEMON) y el sistema detector cuenta con un CCD de matriz lineal con 588 píxeles que funcionan de manera simultánea, 200 utilizados para el registro de la señal analítica y corrección de BG. Son comercializados por la empresa alemana Analytik Jena (ContrAA 800F con

atomizador de llama, ContrAA 800G horno de grafito y ContrAA 800D con ambos atomizadores en línea) y siguen el prototipo propuesto por el grupo de Becker-Ross. Adicionalmente, pueden equiparse con un accesorio automatizado para el muestreo de sólidos (SSA 600), que incorpora una microbalanza con precisión de 1 µg.

Cuando se emplea HR-CS-AAS se tiene una opción adicional de regular la sensibilidad y de esta manera extender el intervalo lineal (Briceño et al., 2010), mejor corrección del BG, uso de líneas moleculares (Guarda et al., 2017; Resano, Flórez, & García-Ruiz, 2014) y medida simultánea de más de un elemento. Con el mínimo uso de sustancias tóxicas la convierte en una técnica amigable con el medio ambiente.

Conclusiones

Fue posible valorar el contenido de calcio, hierro y magnesio en una de las leguminosas cotidianas de la dieta de los ecuatorianos mediante FAAS, sin embargo, esta determinación podría realizarse de manera rápida empleando SS-ETAAS. En las variedades estudiadas tienen valor nutricional de hierro y calcio similares.

Referencias bibliográficas

- AOAC. (1997). *Official Method of Analysis 985.35. Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods* (18th Editi).
- AOAC. (2005). *Official Method of Analysis 999.10. Lead, Cadmium, Zinc Copper, and Iron in Foods* (18th Editi).
- Aramendía, M., Guarda, A., Leite, D., y Resano, M. (2017). *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1039/C7JA00323D>
- Briceño, J., Belarra, M. A., De Schampelaere, K. A. C., Vanblaere, S., Janssen, C. R., Vanhaecke, F., y Resano, M. (2010). *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1039/b920325g>

- Guarda, A., Aramendía, M., Andrés, I., García-ruiz, E., Cícero, P., y Resano, M. (2017). crossmark. *Talanta*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.10.039>
- Heitmann, U., Schütz, M., Becker-Roß, H., & Florek, S. (1996). *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/0584-8547\(96\)01504-2](https://doi.org/10.1016/0584-8547(96)01504-2)
- INEN. (1987). NTE INEN 1561: Granos y cereales. Fréjol en grano. Requisitos.
- Resano, M., Flórez, M. R., & García-Ruiz, E. (2014). *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s00216-013-7522-9>

Evaluación de la contaminación de cadmio y plomo en arrozales y arroz (*Oryza sativa L.*) de la provincia de Guayas

Evaluation of the contamination of cadmium and lead in rice fields and rice (*Oryza sativa L.*) of the province of Guayas

Ochoa M. / Ruales J.*

Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología.

Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

*jenny.ruales@epn.edu.ec

Introducción

El arroz es el cereal más consumido y demandado en el mundo, en el Ecuador el consumo promedio per cápita es de 53,2 Kg al año (Otero et al., 2016). La demanda está en constante crecimiento debido a su fácil preparación y gran aporte nutritivo. El cultivo de arroz se desarrolla en condiciones de inundación, esto favorece la movilización y posterior acumulación de metales pesados en la planta (Delgado, 2011). El principal objetivo del estudio realizado fue evaluar la contaminación de cadmio y plomo en el sistema de cultivo del arroz en la provincia del Guayas. Para ello se efectuó el muestreo de agua de inundación, suelo y plantas de arroz en once localidades de la provincia; se realizó la digestión con ácidos fuertes en horno de microondas y posterior lectura de la concentración de Cd y Pb en ICP-MS. Para entender la dinámica de migración de Cd y Pb hacia la planta se desarrolló la extracción secuencial de seis muestras de suelo seleccionadas al azar. Por último, se buscó determinar una correlación entre las propiedades físico-químicas del suelo y las concentraciones de Cd y Pb halladas en el suelo. Los valores de concentración del contenido total de Cd y Pb en el sistema de cultivo del arroz no superaron el límite máximo recomendado para suelos, aguas y planta. El 85% del Cd total se halla en la fracción móvil o intercambiable del suelo mientras que el Pb se encuentra fuertemente ligado a óxidos cristalinos del suelo. Se estableció que el carbono orgánico total (COT) y el Nitrógeno total mantienen una correlación significativa ($p < 0,05$) con la concentración de Cd y Pb totales en el suelo. El Cd y Pb presentes en el arroz no representan un riesgo para la salud alimentaria de la población del Ecuador.

Materiales y Métodos

El muestreo se lo realizó en la provincia del Guayas en las locaciones que se muestran en la figura 1. Se recolectaron 54 muestras de agua (de inundación, de canal, de pozo y río); 55 muestras de suelo y 20 muestras de grano de arroz. Para el estudio de fraccionamiento de Cd y Pb se tomaron 6 muestras de suelo a dos profundidades: 0-20 cm y 20-40 cm. Las propiedades físico – químicas, pH, potencial redox y conductividad se midieron in situ, el contenido de carbono orgánico total, nitrógeno total se determinó en un auto analizador Leco

TruSpec CHN. La concentración total de Cd y Pb de todas las muestras de suelo se determinó mediante ICP-MS previa digestión con ácidos fuertes (Andersen y Kisser, 2004). La distribución de los metales pesados en las fracciones del suelo se llevó a cabo mediante extracción secuencial de seis pasos (Wenzel et al., 2001). El procesamiento estadístico de los datos obtenidos se desarrolló mediante el software STATGRAPHICS Centurion XVI y mediante análisis de componente principal (PCA), se correlacionó las propiedades físico-químicas del suelo con la concentración de los metales de estudio en la planta.



Figura 1: Puntos de muestreo en Guayas

Resultados y Discusiones

El promedio de los valores de pH en las muestras de agua de pozo e inundación, es similar y cercano a la neutralidad (pH ~ 7). El potencial Redox medio (Eh) en las muestras de agua indica las condiciones de oxidación (Eh > 350 mV). La conductividad eléctrica en la mayoría de las muestras es baja, como consecuencia de la baja concentración de iones en solución (Otero et al., 2016). Las concentraciones de Cd y Pb en las muestras de agua no superan las concentraciones establecidas por la norma ecuatoriana para aguas de uso agrícola. En suelos y aguas la concentración de Pb es más alta que la concentración de Cd, la aplicación indiscriminada de fertilizantes, especialmente inorgánicos, estimularía la acumulación de metales pesados en la capa cultivable del suelo.

La concentración promedio, en ppm, de Cd y Pb en granos de arroz integral fue $0,02 \pm 0,04$ y $0,10 \pm 0,06$ respectivamente. El límite máximo permisible para estos metales es de 0,2 ppm (Corguinha et al., 2015; Li, Wang, Zhang, Zhou, & He, 2008).

El contenido de Cd y Pb en muestras de suelo, aguas y grano de arroz no muestra concentraciones que merezcan preocupación o representen un riesgo para la salud alimentaria. El metal pesado que tiene el mayor impacto en este estudio es el Cd, ya que, comparado con el resto de los metales pesados, el 85% del contenido total del Cd es intercambiable, es decir, puede ingresar fácilmente a la planta de arroz. No existe una diferencia estadísticamente significativa entre las profundidades de muestreo de suelo, lo que supone que el Cd tiene un origen principalmente antropogénico y este elemento podría migrar hacia las capas más profundas del suelo de cultivo debido a esta labilidad. Al realizar el Análisis de Componentes Principales (PCA), así como las correlaciones de Pearson, se identificó que las variables que poseen significancia estadística con las concentraciones de Cd y Pb en el suelo son el Carbono Orgánico Total (COT), así como el nitrógeno total (N), en tanto que pH y potencial redox (Eh) muestran que no están correlacionados como se indica en la figura 2.

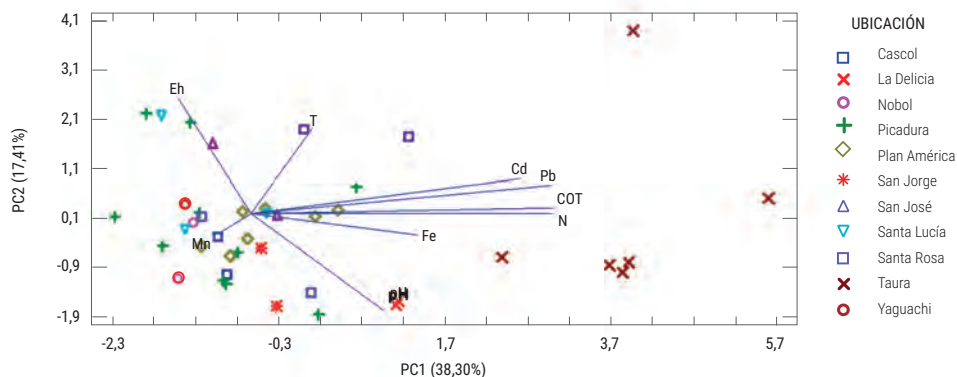


Figura 2: Análisis de componente principal (Pb, Cd, COT, N)

Conclusión

El Cd es el elemento que tiene mayor movilidad puesto que el 85% del Cd total presente en el suelo se encuentra en la fracción intercambiable, el 80% del Pb se encuentra en fracciones residuales del suelo por lo que es difícilmente absorbido por la planta.

La concentración de Cd y Pb en muestras de suelo no excedieron los valores de concentración máxima para suelos de cultivo vigentes en la normativa ecuatoriana, excepto la locación Picadura que mostró valores sobre la norma en el 10% de los sitios muestreados en esta locación.

No se encontró una relación significativa entre el pH y el Eh medidos en suelos y su concentración de Cd y Pb total. Se encontró que el COT y el N total mantienen una correlación significativa ($P < 0,05$) con la concentración de Cd y Pb totales en el suelo, a partir de esto se pudo desarrollar el modelo predictivo.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el proyecto PIJ 15-10 de la Escuela Politécnica Nacional

Referencias bibliográficas

- Andersen, K. J., y Kisser, M. I. (2004). Digestion of Solid Matrices Desk Study -Horizontal. Recuperado de: https://www.ecn.nl/docs/society/horizontal/hor18_digestion.pdf (Junio, 2018)
- Corguinha, A. P. B., Souza, G. A. de, Gonçalves, V. C., Carvalho, C. de A., Lima, W. E. A. de, Martins, F. A. D., Guilherme, L. R. G. (2015). Assessing arsenic, cadmium, and lead contents in major crops in Brazil for food safety purposes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 37, 143–150. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2014.08.004>
- Delgado, F. (2011). Arroz del Ecuador Panorama Nacional. Recuperado de: https://www.equaquimica.com.ec/info_tecnica_arroz.pdf (Junio, 2018)
- Li, P., Wang, X., Zhang, T., Zhou, D., & He, Y. (2008). Effects of several amendments on rice growth and uptake of copper and cadmium from a contaminated soil. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 20(4), 449–455. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18575130>
- Otero, X. L., Tierra, W., Atiaga, O., Guanoluiza, D., Nunes, L. M., Ferreira, T. O., & Ruales, J. (2016). Arsenic in rice agrosystems (water, soil and rice plants) in Guayas and Los Ríos provinces, Ecuador. *Science of The Total Environment*, 573, 778–787. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.162>
- Wenzel, W. W., Kirchbaumer, N., Prohaska, T., Stingeder, G., Lombi, E., & Adriano, D. C. (2001). Arsenic fractionation in soils using an improved sequential extraction procedure. *Analytica Chimica Acta*, 436, 309–323. Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.522.2656&rep=rep1&type=pdf>

Calidad fenólica de extractos de subproductos de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Tommy Atkins obtenidos con solventes verdes

Phenolic quality of extracts of mango byproducts (*Mangifera indica* L.) variety Tommy Atkins obtained with green solvents

Martínez Morales S. / Castillo Carrión M. /
Guamán Balcázar M. del C. / Solano Cueva N. / Martínez Espinosa R.
Universidad Técnica Particular de Loja-Ecuador. Departamento
de Química y Ciencias Exactas

Introducción

En países tropicales el mango (*Mangifera indica* L.) es una de las frutas más comercializadas y consumidas en forma fresca y procesada, a nivel mundial se cultivan más de 1000 variedades (Oliveira et al., 2016). Asimismo, la cantidad de subproductos de mango generados por la industria es muy alta, Berardini et al. (2005) afirman que, dependiendo de la variedad, estos constituyen del 35% al 60% del peso total del fruto; formando parte de los 1300 millones de toneladas de pérdidas y desperdicio de alimentos generados anualmente a nivel mundial, los cuales contaminan el medio ambiente; pues los alimentos en desintegración producen metano que es 25 veces más potente que el dióxido de carbono (FAO, 2012; FAO, 2016).

Al mango y a sus subproductos se les ha atribuido propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígenas, analgésicas e hipoglucemiantes (Masibo & He, 2009; Olivera, 2013; Vega-Vega et al., 2013), ligadas a su contenido de compuestos bioactivos como polifenoles, carotenoides y fibra dietaria (Berardini et al., 2005; Olivera, 2013); lo que motivó esta investigación con el objetivo de evaluar los compuestos fenólicos y su capacidad antioxidante en extractos de subproductos de mango (piel y pulpa agotada), utilizando solventes verdes (etanol y agua) y diferentes temperaturas de extracción.

Los resultados reflejaron que la mezcla etanol agua (50:50 v/v) permite obtener extractos de subproductos de mango ricos en compuestos fenólicos y de alta capacidad antioxidante, superiores a los reportados por otros autores y comparables a los de la pulpa de açaí, considerada con buenas propiedades antioxidantes benéficas para la salud (Rufino et al., 2011; Schauss et al., 2006); constituyendo un aporte significativo para la utilización de éstos subproductos como ingredientes alimentarios, lo que potenciará el desarrollo económico del sector agroindustrial y contribuirá a la disminución del desperdicio de alimentos y contaminación ambiental.

Materiales y Métodos

Como materia prima se utilizó la mezcla deshidratada de pulpa agotada y piel de mango (*Mangifera indica L.*) variedad Tommy Atkins, procedente de la provincia de Guayas. Los extractos se obtuvieron mediante maceración dinámica, con una relación muestra-solvente de 1:20 (Sogi et al., 2013), aplicando diferentes temperaturas (20, 40 y 60 °C). Como solventes se utilizaron etanol, agua y mezcla de éstos en proporción 50:50.

El contenido de fenoles totales se determinó, utilizando el método colorimétrico de Folin Ciocalteu en base a lo descrito por Swain y Hills (1959) con modificaciones de Thaipong et al. (2006). Para cuantificar la actividad antioxidante se utilizaron los métodos DPPH y FRAP, según las técnicas descritas por Brand-Williams et al. (1995) con modificaciones de Thaipong et al. (2006) y Benzie y Strain (1996) con modificaciones de Thaipong et al. (2006), respectivamente. Los resultados fueron estadísticamente tratados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y el test de rango múltiple (Tukey), con 95% de intervalo de confianza.

Resultados y Discusión

Los extractos obtenidos con etanol-agua (50:50 v/v) presentaron el mayor contenido de fenoles totales (Figura 1), no existiendo diferencia significativa entre ellos; mientras que los obtenidos con etanol fueron diferentes entre sí. De éstos el tratamiento a 60 °C fue el que mostró mayor contenido de compuestos fenólicos. En los extractos acuosos se observó un comportamiento diferente, el mayor valor se obtuvo en la extracción a 40 °C.

En todos los tratamientos el contenido de fenoles de subproductos de mango fue superior al de subproductos (piel y pulpa) de guayaba (85 mg EAG/100 g) (Jiménez-Escrig et al., 2001) y al reportado por Vasco, et al. (2008) para la fracción comestible de mango (60 mg EAG/100 g), guayaba (462 mg EAG/100 g) y maracuyá (61 mg EAG/100 g); sin embargo, fue inferior al de semilla de mango deshidratada (12535 mg EAG/100 g) (Bensadón et al., 2010).

La capacidad de reducción del radical libre DPPH y reducción férrica (FRAP) fue mayor en los extractos obtenidos con etanol-agua (50:50 v/v); Meneses et al. (2013) afirman que la mezcla entre éstos dos solventes extrae mayor cantidad de antioxidantes que solamente etanol. Entre los extractos obtenidos a 20 y 40 °C no existió diferencia significativa; a 60 °C se evidenció una disminución de la capacidad antioxidante.

EAG: Equivalente de ácido gálico. **BS:** Base seca.

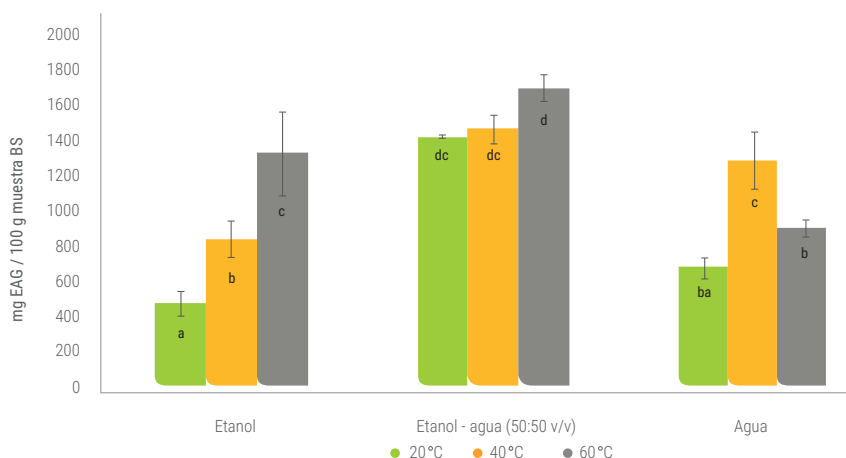


Figura 1: Contenido de fenoles totales en extractos de subproductos de mango.

La capacidad antioxidante cuantificada mediante el método DPPH (Figura 2) fue mayor a la de la pulpa comestible ($3,1 \pm 0,6 \mu\text{M ET/g}$) y menor a la de semilla de mango ($1799,54 \mu\text{M ET/g}$) (Vasco et al., 2008; Sogi et al., 2013). Martínez et al. (2012) cuantificaron la capacidad de reducción del radical DPPH en extractos de subproductos de mango obtenidos con etanol a temperatura ambiente y reportó un valor de $31,7 \pm 0,99 \mu\text{M ET/g}$; éste es inferior a los obtenidos en la presente investigación.

La actividad antioxidante cuantificada por método FRAP (Figura 3) fue superior a la de subproductos de tuna roja y verde

($47,35$ y $40,39 \mu\text{M ET/g}$ respectivamente) (Bensadón et al., 2010); pero menor a la reportada por Rojas Jiménez (2014) para subproductos de guayaba ($173 \mu\text{M ET/g}$). Los extractos obtenidos con etanol-agua (50:50 v/v) a 20 y 40 °C evidencian un poder de reducción férrica similar al de la pulpa de açai ($128,44 \mu\text{M ET/g}$) considerada de alto poder antioxidante (Rufino et al., 2011). La capacidad antioxidante de los extractos etanol-agua (50:50 v/v) fue mayor a la de la cáscara de banano y cacao ($119 \pm 0,4$ y $122 \pm 0,2 \mu\text{M ET/g}$ respectivamente) (Espinosa Cumbicus, 2014).

ET: Equivalente de trolox. **BS:** Base seca.

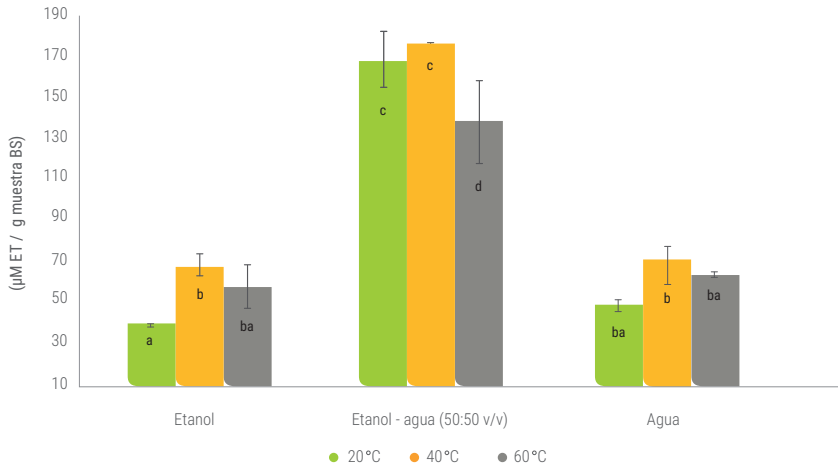


Figura 2: Actividad antioxidante (DPPH) en extractos de subproductos de mango

ET: Equivalente de trolox. **BS:** Base seca.

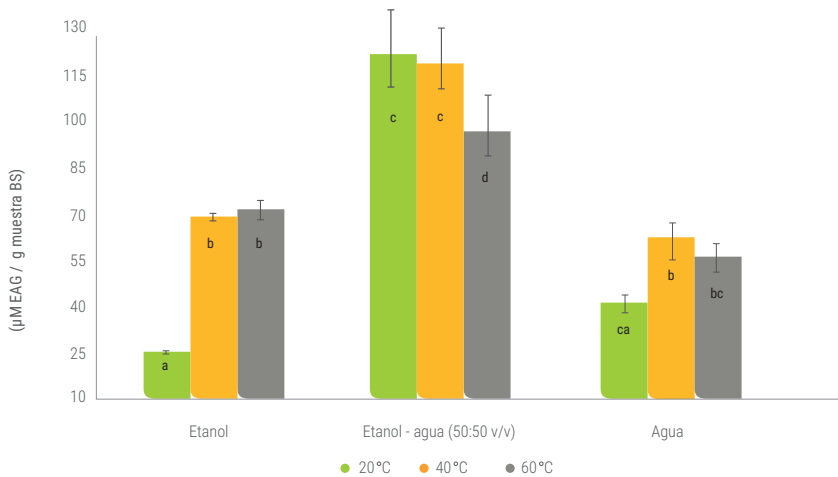


Figura 3: Actividad antioxidante (FRAP) en extractos de subproductos de mango.

Conclusión

La extracción etanol-agua (50:50 v/v) fue la más eficiente, debido a que los solventes se complementan entre sí, el etanol extrae el grupo de compuestos fenólicos menos polares (taninos, flavonoles), mientras que el agua extrae los compuestos más polares (antocianinas, terpenoides) (Azmir et al., 2013; Cowan, 1999; Dorta et al., 2012; Dorta Pérez, 2014). Estos extractos se pueden utilizar para la elaboración de productos de consumo directo o para enriquecer matrices alimentarias; los resultados obtenidos en éste trabajo permiten tener un panorama del contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante que pudiera tener el producto que se elabore industrialmente.

Referencias bibliográficas

- Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., & Omar, A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: a review. *Journal of Food Engineering*, 117(4), 426-436.
- Bensadón, S., Hervert-Hernández, D., Sáyago-Ayerdi, S. G., & Goñi, I. (2010). By-products of *Opuntia ficus-indica* as a source of antioxidant dietary fiber. *Plant foods for human nutrition*, 65(3), 210-216.
- Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Berardini, N., Knödler, M., Schieber, A., & Carle, R. (2005). Utilization of mango peels as a source of pectin and polyphenolics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6(4), 442-452.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.
- Dorta, E., Lobo, M. G., & Gonzalez, M. (2012). Reutilization of mango byproducts: study of the effect of extraction solvent and temperature on their antioxidant properties. *Journal of Food Science*, 77(1), C80-C88.
- Dorta Pérez, E. (2014). Obtención de extractos con elevada actividad antioxidante y/o antimicrobiana a partir de piel y semilla de mango.
- Espinosa Cumbicus, Johanna Del Cisne. (2014). *Potencial de los subproductos de cacao (Theobroma cacao L.) y banano (Musa sapientum) como fuente de fibra dietaria antioxidante*. (Ingeniero en Industrias Agropecuarias), Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.
- FAO. (2016). *El clima está cambiando. La alimentación y la agricultura también*. Roma.
- FAO. (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención*. Roma.
- Jiménez-Escrig, A., Rincón, M., Pulido, R., & Saura-Calixto, F. (2001). Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5489-5493.

- Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(3), 1520-1526.
- Masibo, M., & He, Q. (2009). Mango bioactive compounds and related nutraceutical properties—a review. *Food Reviews International*, 25(4), 346-370.
- Meneses, N. G., Martins, S., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2013). Influence of extraction solvents on the recovery of antioxidant phenolic compounds from brewer's spent grains. *Separation and Purification Technology*, 108, 152-158.
- Oliveira, B. G., Costa, H. B., Ventura, J. A., Kondratyuk, T. P., Barroso, M. E., Correia, R. M., & Romão, W. (2016). Chemical profile of mango (*Mangifera indica* L.) using electrospray ionisation mass spectrometry (ESI-MS). *Food chemistry*, 204, 37-45.
- Olivera Fox, E. M. (2013). *Evaluación de subproducto obtenido en la elaboración de jugos de mango y guayaba como fuente de fibra antioxidante* (Doctoral dissertation).
- Rojas Jiménez, Ximena Alexandra. (2014). *Valoración de los subproductos de mango (Mangifera Indica L.) y guayaba (Psidium Guajava L.) como fuente de fibra dietaria y antioxidante*. (Bioquímico Farmacéutico), Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.
- Rufino, M., Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Alves, R. E., de Brito, E. S., Oliveira, M. S., & Saura-Calixto, F. (2011). Açai (Euterpe oleraceae) 'BRS Pará': A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. *Food Research International*, 44(7), 2100-2106.
- Schauss, A. G., Wu, X., Prior, R. L., Ou, B., Huang, D., Owens, J., & Shanbrom, E. (2006). Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm berry, Euterpe oleraceae mart.(acai). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(22), 8604-8610.
- Sogi, D. S., Siddiq, M., Greiby, I., & Dolan, K. D. (2013). Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of 'Tommy Atkins' mango peel and kernel as affected by drying methods. *Food chemistry*, 141(3), 2649-2655.
- Swain, T., & Hillis, W. E. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10(1), 63-68.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of food composition and analysis*, 19(6), 669-675.
- Vasco, C., Ruales, J., & Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chemistry*, 111(4), 816-823.
- Vega-Vega, V., Silva-Espinoza, B. A., Cruz-Valenzuela, M. R., Bernal-Mercado, A. T., Gonzalez-Aguilar, G. A., Ruiz-Cruz, S., & Ayala-Zavala, J. F. (2013). Antimicrobial and antioxidant properties of byproduct extracts of mango fruit. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 86(1).

Adición de puré de uvilla (*Physalis peruviana*) en pan de molde: propiedades fisicoquímicas y bioaccesibilidad de antioxidantes

Addition of uvilla mashed (*Physalis peruviana*) in molded bread: physicochemical properties and bioavailability of antioxidants

Quishpe A.¹ / Guijarro Fuertes M.¹ / Vernaza M.G.^{2*} / Andrade Cuvi M.J.¹

¹Centro de Investigación de Alimentos, CIAL, Universidad Tecnológica Equinoccial.

²Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería - El Politécnico

* mgvernaza@usfq.edu.ec.

Introducción

La uvilla posee un importante valor nutricional debido a su contenido de vitaminas A y C, complejo vitamínico B, minerales (fósforo, calcio, potasio) y ácidos orgánicos como el ácido cítrico y ácido málico. Además, se destaca por ser una fuente rica en compuestos bioactivos con capacidad antioxidante, como carotenoides, polifenoles, ácido ascórbico y flavonoides. Algunos de los beneficios de la uvilla se relacionan con la reconstitución y fortificación del nervio óptico, eliminación de albúmina de los riñones por sus propiedades diuréticas, purificación de la sangre siendo beneficioso para los diabéticos, además favorece al tratamiento de la inflamación de próstata, disminuye los niveles de colesterol (adelgazante), es un excelente tranquilizante por su contenido de flavonoides y se ha comprobado que ayuda a la eliminación de parásitos. Gracias a su contenido de ácidos orgánicos facilita la digestión, estos ácidos estimulan la secreción de los jugos digestivos como la saliva, jugos gástricos, secreción del hígado y páncreas, lo cual favorece al tránsito intestinal debido a la presencia de fibra del fruto (Fischer, 2000; Balaguera et al., 2014; Altamirano, 2010).

El conocimiento de la biodisponibilidad de un alimento es necesario para emitir recomendaciones dietéticas, formular suplementos, enriquecer y/o fortificar alimentos o diseñar estrategias de intervención que permitan al consumidor obtener compuestos de importancia nutricional o nutracéutica (Farré & Frasquet, 2002). La bioaccesibilidad se define como la fracción de un compuesto que se libera de la matriz del alimento en el tracto gastrointestinal (digestión) para luego llevar a cabo su absorción intestinal (Fernández-García et al., 2009). La biodisponibilidad corresponde a la fracción de alimento ingerido que es absorbido y que llega al sistema circulatorio. El objetivo fue determinar propiedades fisicoquímicas del pan de molde enriquecido con puré de uvilla y la bioaccesibilidad de su capacidad antioxidante mediante digestión *in vitro*.

Materiales y Métodos

Se preparó puré de uvilla cosechada en estado de madurez comercial de la zona de Tabacundo (sierra norte, Ecuador). Se elaboró el pan de uvilla (PU) con harina de trigo (100%), azúcar (25%), levadura fresca (7%), sal (1%) y agua (60%, sustituida el 50% con puré de uvilla). Los resultados se compararon con pan sin añadir puré de uvilla (pan control, PC). Se analizó el volumen específico (AACCI, 2010), color de la miga y corteza (colorímetro Konica Minolta CR-400, espacio CIE Lab) y la fracción bioaccesible (digestión *in vitro*) de la capacidad antioxidante (determinada por el método ABTS). Se aplicó un diseño experimental AXB, siendo las variables la uvilla (producto panificado con uvilla y sin uvilla) y las etapas de la digestión *in vitro* (masticación, gástrica e intestinal). Los resultados se analizaron mediante un ANOVA y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey con una significancia de 0.05

Resultados

El PC tuvo mayor volumen específico (4.80 cm³/g) que el PU (3.76 cm³/g), debido a la sustitución del 50% de agua por puré de uvilla. El volumen del pan depende de la calidad de la harina y de la cantidad de agua en la masa para formar el gluten. Por otro lado, se puede relacionar con el pH de la masa (Cauvain, 2015), la levadura tiene un pH óptimo (4.8-5.2) que pudo verse afectado por la adición del puré de uvilla.

El color de la corteza del pan se produce durante el horneado por la reacción de

Maillard dando el color marrón característico (Roncero, 2013). La adición de puré de uvilla en la formulación influyó en su color debido al aporte de carotenoides del fruto (Figura 1), la corteza del PC presentó mayor luminosidad (L=70.65) respecto al PU (L=63.54). Los valores de *a* de la miga del PC fueron mayores que el PU (-1.78 y -3.19, respectivamente). Los valores de *a* y *b* de la miga y corteza fueron más altos en el PU (*a*=37.24 y *b*=43.29) en relación al PC (*a*=18.77 y *b*=40.03).



Figura 1: Pan de uvilla y pan control

Se presentó mayor actividad antioxidante en el PU durante el proceso de digestión *in vitro* (Tabla 1). La masticación no afectó a los compuestos con capacidad antioxidante (CA) y estos valores aumentaron en la etapa gástrica (7.57 y 6.69 μM Trolox/g pan, PU y PC, respectivamente), esto debido a la protección de los compuestos antioxidantes por la red de gluten (Bedolla et al., 2014).

Tabla 1: Capacidad antioxidante del pan de uvilla y pan control durante la digestión *in vitro*

Fases de digestión	Pan de uvilla (μM Trolox/g)	Pan de control (μM Trolox/g)
Masticación	4.15 ^{de}	3.22 ^e
Gástrica	7.57 ^c	6.69 ^{cd}
Duodenal	22.77 ^a	18.68 ^b
Fracción bioaccesible	6.20 ^{cde}	4.30 ^{de}

Letras distintas en la misma línea indican diferencia significativa entre las muestras Tukey $\alpha = 0.05$

En la etapa duodenal el PU presentó mayor liberación de compuestos con CA que el PC, diferencia producida por la adición de enzimas pancreáticas y sales biliares que descomponen los lípidos emulsionados (Hur et al., 2011) transportando a la superficie del fluido los compuestos antioxidantes procedentes del puré de uvilla. Al comparar la fracción bioaccesible con la etapa duodenal se encontró una retención del 27 y 23% para PU y PC, respectivamente. Diferencia dada por el proceso de diálisis que permite el paso de componentes según su peso molecular limitando el paso de compuestos con CA en el intestino delgado (Gil-Izquierdo & Lafay, 2002). La fracción bioaccesible se limita a componentes de bajo peso molecular con CA, que mantienen sus características antirradicales.

Conclusiones

La adición de puré de uvilla afectó significativamente las propiedades fisicoquímicas del pan: el volumen específico disminuyó un 22% y los parámetros de color (L^* , a y b) se vieron influenciados debido a la presencia de carotenoides de la fruta. Las condiciones gastrointestinales (pH, temperatura y enzimas) afectaron directamente a los compuestos con actividad antioxidante reduciéndolos a lo largo del proceso de digestión. El PU presentó mayor actividad antioxidante durante el proceso de digestión *in vitro*, obteniéndose una fracción bioaccesible mayor en el PU que el PC. De esta forma fue posible desarrollar un alimento con valor nutricional agregado para el consumidor.

Referencias bibliográficas

- AACC International (2010). Approved Methods, St. Paul- Mn, U.S.A. (2010).
 Bedolla, S., Dueñas, C., Esquivel, I., Flavela, T., Guerrero, R., Mendoza, E. y Trujillo, M. (2004). Introducción a la tecnología de alimentos. 2da Edición. Mexico.
 Cauvain, S. (2015). Technology of breadmaking. 3a edición, Ed. Springer, Witney - UK.

- Chaovanalikit, A., y R. E. Wrolstad (2004). Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties. *Journal of Food Science*, 69:1, FCT67-FCT72.
- Farré, R. y Frasquet, I. (2002). Biodisponibilidad de vitaminas liposolubles y licopeno de origen dietético. *ANS. Alimentación, nutrición y salud*, 9:2, 39-4.
- Fischer, G., Florez, V., y Sora, A. (2000). Producción, Poscosecha y exportación de la Uchuva. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Colombia.
- Gil-Izquierdo, A., Lafay, S. (2008). Bioavailability of phenolic acids. *Phytochem Rev.* 7, 301-311.
- Hur, S. J., Lim, B. O., Decker, E., y McClement, J. (2011). In vitro Human digestion models for food applications. *Food Chemistry*. 125:1,1-12.
- Roncero Ramos, I. (2013). Consumo de glicoproteínas del pan: implicaciones en el metabolismo fosfocálcico y óseo. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Granada, España.

Cereales y leguminosas en la alimentación complementaria

Cereals and leguminous in complementary food

Aguirre M.* / Andrade M.

Unidad Académica Salud y Bienestar,
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador
**maaguiREQ@ucacue.edu.ec*

Introducción

Los niños lactantes consumen pequeñas cantidades de alimentos sin embargo, la calidad de la comida es primordial y determina entonces la importancia de la alimentación complementaria (AC). Los padres deben acceder a información nutricional objetiva que permitan fijar hábitos saludables que impacten positivamente en el desarrollo, crecimiento y la prevención de enfermedades relacionadas con la dieta. En el estudio descriptivo de corte transversal, participaron 1760 niños y niñas de uno a tres años que asisten a las unidades de cuidado infantil públicas de los cantones de Azogues, Biblián y Déleg (919 niños y 841 niñas). Las mediciones principales fueron frecuencia de consumo y conducta alimentaria. Entre los resultados obtenidos se destaca que el 9.77% introdujo alimentos diferentes a la leche materna a los 4 meses de edad a diferencia del 62.26% que lo hizo a los 6 meses. La edad de introducción de los cereales fue menor que el de las leguminosas a los 12 meses. El cereal más consumido por los niños es el arroz con una media de 4,53 equivalente a muy frecuente y el menos consumido es la quinua que se ubica en el indicador de eventual. En relación a las leguminosas la media de consumo es de 4,67 para lenteja a diferencia de la soya que es 1.47. El 86.82% de los investigados afirma no seleccionar para la alimentación papillas de cereales industriales y entre las causas señalan que los sabores no les gustan a los niños, no son productos naturales, no se los consigue con facilidad y el costo. Con los resultados de esta investigación, se espera aportar con información relevante para que las instituciones vinculadas a la prestación del servicio de cuidado infantil oferten apoyo especializado para la introducción adecuada de alimentos en esta etapa.

Materiales y Métodos

El tipo de estudio correspondió a una investigación descriptiva, de corte transversal. Se realizó con el auspicio del Distrito 1 Azogues del Ministerio de Inclusión Económica y Social, a la fecha de la recolección de información se contaba con una nómina de 2378 niños de 1 y 3 años, con un error del 1% y un nivel de confianza del 90% se trabajó con una muestra de 1760 participantes. En el estudio se incluyeron a todos los niños matriculados pero se excluyeron a todos los que ingresaron al programa durante la investigación. Adicionalmente se incluyó a un representante por cada niño. La recolección de la información se hizo a través de un cuestionario que incluyó categorías de condiciones socioeconómicas, conducta alimentaria y frecuencia de consumo. Para el procesamiento de la información se utilizó el programa Excel y el análisis de datos se realizó con el cálculo de medidas de tendencia central.

Resultados y discusión

Las condiciones socioeconómicas identifican al nivel de instrucción de la madre o del cuidador con el 35.80% para 4 a 6 años de secundaria seguida del 29.66% de 4 a 5 años de primaria, el 16.65% para estudios superiores, el 14.05% de 1 a 3 años de secundaria, el 3.80% de 1 a 3 años de primaria y el 0.04% no disponen de formación, considerando que mientras mayor sea la formación académica de la persona a cargo del niño/a mejor preparados están para la crianza de los mismos. El 0.99% habitan en infraestructuras de alto riesgo y las familias estudiadas pertenecen al estrato

tres popular alto, en función de las actividades labores a las que accede el jefe de hogar. La edad a la que empezó a recibir otro alimento diferente a la leche materna destaca que el 9.76% y 62.27% iniciaron a los 4 meses y 6 meses respectivamente. La incorporación de los diferentes grupos de alimentos en relación con la edad de consumo se representa para tubérculos, cereales, vegetales y frutas (excepto las cítricas) entre el cuarto y séptimo mes a diferencia de carnes y yema de huevo que muestra una tendencia marcada al mes siete y finalmente las leguminosas a los doce meses. La estadística de frecuencia de consumo para cereales y leguminosas indican que el más consumido por los niños es el arroz con una media de 4,53 equivalente a muy frecuente y el menos consumido es la quinua que se ubica en el indicador de eventual. En relación a las leguminosas la media de consumo es de 4,67 para lenteja a diferencia de la soya que es 1.47. El 86.82% de investigados afirma no seleccionar para la alimentación papillas de cereales industriales y entre las causas señalan que los sabores no les gustan a los niños, no son productos naturales, no se los consigue con facilidad y el costo.

Es indiscutible la incidencia de la nutrición sobre el desarrollo y crecimiento, el proporcionar la energía necesaria y con los nutrientes correspondientes precisa una importante acción de prevención de enfermedades relacionadas con la dieta.

En este contexto el uso de cereales para prevenir la deficiencia de energía y la selección adecuada de otros grupos de alimentos que en las cantidades adecuadas serán la base de futuros patrones de alimentación.

Resumen de estadística de la frecuencia de consumo por leguminosa

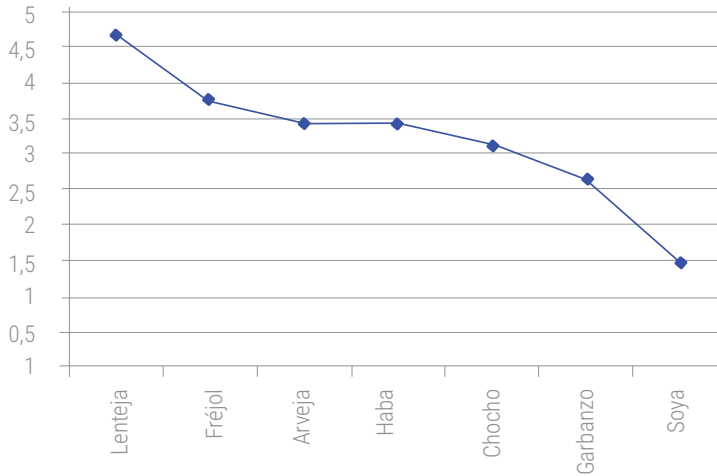


Figura 1: Resumen de estadística de la frecuencia de consumo por leguminosa

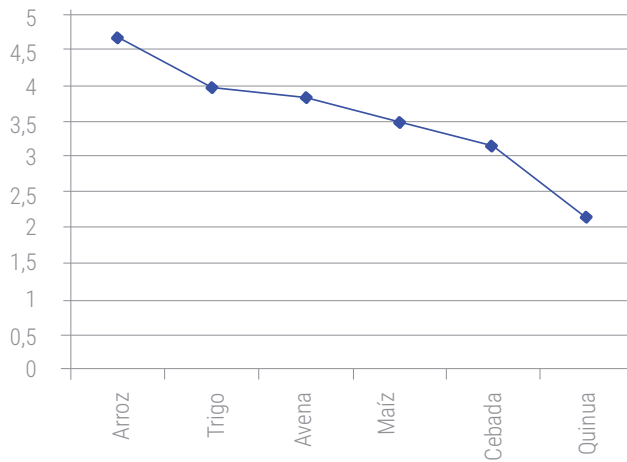


Figura 2: Resumen de estadística de la frecuencia de consumo por cereal

Conclusiones

Los niños lactantes consumen pequeñas cantidades de alimentos, sin embargo, la calidad de la comida es primordial. Debe haber por lo tanto la responsabilidad del padre, madre o cuidador para fijar hábitos de alimentación adecuados pero en la edad propicia que genere aprendizajes significativos y replicables a lo largo de la vida.

Las edades de seis a once meses representan un período indiscutible de oportunidades de trabajo a favor de la nutrición infantil, es ideal poder aprovechar el tiempo para que el niño adquiera el gusto por diferentes sabores, texturas y olores. Su aplicación demanda el entendimiento de esta fase de alimentación en que el aporte de los profesionales resulta trascendental de lo contrario la AC inadecuada ocasionará efectos irreversibles.

Los resultados obtenidos pueden ser complementados con futuros estudios para proporcionar una base sólida que orienten adecuadamente la práctica de promoción de salud, dando énfasis en la alimentación complementaria.

Referencias bibliográficas

- OMS. (2015). Nutrición, Alimentación Complementaria. Informe de una Consulta Mixta de Expertos OMS/FAO. *Serie de Informes Técnicos*. Available: http://www.who.int/nutrition/topics/complementary_feeding/es/
- Hernández. T. (2016). *Alimentación complementaria*. En: AEPap ed. Curso de Actualización Pediatría 2006. Madrid. Exlibris Ediciones.
- MSP. Ecuador. (2012) Normas y protocolos de alimentación para niñas y niños menores de dos años. *Ecuador*: Ministerio de Salud Pública
- FAO. (2013). *Necesidades Nutricionales*. Revista FAO, vol. (2). Recuperado MAYO de 2018, de: <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s03.pdf>
- FAO. (2011). *La importancia de la educación nutricional*. Chile.
- Freire. W, Ramírez. M, Mendieta. K. (2013). *Resumen Ejecutivo. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, ENSANUT-ECU 2011-2013*. Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadística y Censos 1. Available: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/Publicacion%20ENSANUT%202011-2013%20tomo%201.pdf

Efecto de la adición de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) durante la fermentación de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*)

Effect of the addition of passion fruit pulp (*Passiflora edulis*) during the fermentation of national cacao (*Theobroma cacao L.*)

Alta M. / Ruales J.*

Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología. Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador

*jenny.ruales@epn.edu.ec

Introducción

Los productores diferencian su cacao con una búsqueda continua de perfiles organolépticos únicos. El mercado para cacao fino se expande y diversifica continuamente y el reto es buscar nuevos sabores que puedan ser de interés para el mercado (Eskes *et al.*, 2012).

La formación de precursores del sabor es crítica para el desarrollo de un buen cacao, por lo que se requiere una mejor comprensión de propiedades sensoriales, aceptabilidad del consumidor y procesos que generan componentes del sabor en el grano (Aprotosoia, Luca y Miron, 2016). Las adiciones de pulpas de frutas aromáticas durante la fermentación podrían promover sabores especiales en el grano y el chocolate, debido a que el cotiledón puede absorber compuestos aromáticos durante la fermentación (Eskes *et al.*, 2012). Una fruta apreciada por su aroma exótico, floral y frutal es el maracuyá (*Passiflora edulis*) (Janzanti y Monteiro, 2014), su pulpa es una fuente de vitamina C, vitamina A y carotenoides (Wijeratnam, 2016).

Actualmente hay métodos sofisticados de análisis que han sido empleados en cacao y sus constituyentes. La espectrofotometría Raman es uno y permite evaluar la calidad del cacao y sus extractos sin emplear métodos destructivos, complejos o que demanden de mucho tiempo (Edwards, Villar, De Oliveira y Le Hyaric, 2005).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la adición de pulpa de maracuyá durante la fermentación del grano de cacao, evaluando el índice de fermentación del cacao Nacional, la calidad física, química y sensorial, además de la obtención de espectros Raman. Se propusieron 4 tratamientos con pulpa a concentraciones de 5 y 2,5% en peso con respecto a la masa de cacao, y otra variable fue la cantidad de sólidos solubles de 13 y 20° Brix.

Materiales y métodos

La fermentación del cacao se realizó durante 96 horas, en cajas de tillo, a las 30 horas las cajas C1 y C2 recibieron 2 Kg de tratamientos con pulpa de maracuyá con 20° y 13° Brix respectivamente; en las cajas C3 y C4 se añadió 1 Kg de pulpa con 20° y 13° Brix respectivamente, además se fermentó un blanco que no recibió ninguna adición.

Se evaluó las absorbancias a 460 nm y 525 nm para conocer el índice de fermentación de las muestras desgrasadas en un espectrofotómetro SHIMADZU UV-160 (Espín y Samaniego, 2016). Se analizó el peso, largo, ancho, espesor y porcentaje de cascarilla, los parámetros físicos analizados fueron pH, grasa, carbohidratos totales, energía, proteína y polifenoles totales del grano. Se evaluaron sabores específicos, básicos y defectos del licor de cacao y se obtuvieron los espectros Raman de cada muestra a 633 nm en un espectrómetro Raman LabRAM HR Evolution.

Resultados y Discusiones

Hubo un incremento continuo de temperatura durante la fermentación con un declive a partir de las 92 horas, además el pH del grano aumentó hasta 5 al final de la fermentación.

Los índices de fermentación alcanzados en cuatro días de fermentación fueron menores que 1 y se muestran en la figura 1, el tratamiento blanco y C3 fueron las que menor IF tuvieron, mientras que las muestras del tratamiento C1 y C2 alcanzaron un mayor índice, esto probablemente fue por-

que según *Castro (2010)*, la adición de azúcares mejora la fermentación del grano.

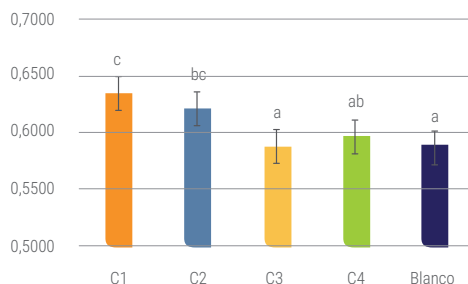


Figura 1: Grado de fermentación del cacao

$\bar{x} \pm \sigma$ (n = 9)

a, b, c, en las filas que corresponde, indican que hay diferencias estadísticamente significativas.

Los parámetros físicos y químicos no sufrieron ninguna variación que pueda ser atribuida a la adición de pulpa de maracuyá. Los granos evidenciaron un grano de calidad con un porcentaje de cascarilla menor al 12% y un contenido de polifenoles totales elevados, los valores reportados fueron entre $143 \pm 3,967$ y $177,74 \pm 5,555$ mg ácido gálico/g de muestra. El extracto etéreo de los granos mientras que el pH del grano seco estuvo entre $5,84 \pm 0,040$ y $6,28 \pm 0,097$.

La calificación alcanzada en el análisis sensorial fue baja, pero se destacó el sabor a cacao presentado por la muestra C4. La muestra blanco presentó un grado de acidez y sabor a verde mayor en comparación a las muestras tratadas, para astringencia las muestras blanco y C3 fueron mayores que las muestras C1, C3 y C4.

Se obtuvieron espectros Raman de las muestras donde se identificaron algunos

grupos orgánicos. La figura 2 muestra el espectro de la muestra C1. Vargas et al. (2016), en su publicación indicó que la región comprendida entre $1\ 800\text{ cm}^{-1}$ - 800 cm^{-1} es propia de las muestras de este estudio con matrices lipídicas, y que el pico a $1\ 444\text{ cm}^{-1}$, puede atribuirse a ácido oléico y palmítico que son los más cuantificados entre los ácidos grasos presentes del cacao (El-Saied, Morsi y Amer, 1981).

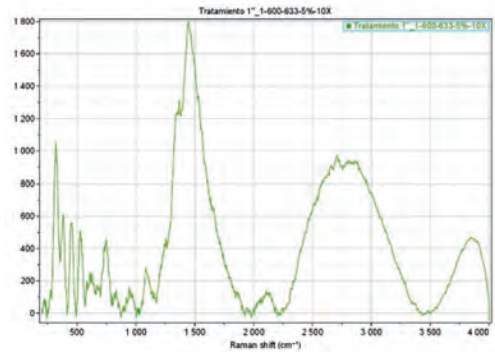


Figura 2: Espectro Raman de la muestra C1 (5%; 20° Brix)

Conclusión

El índice de fermentación alcanzado al cuarto día de fermentación fue menor a 1 para todas las muestras fermentadas con mejores valores de IF en las muestras que mayor cantidad de pulpa de maracuyá recibieron.

La adición de pulpa de maracuyá no influyó en los parámetros químicos y físicos del cacao fermentado. La muestra que recibió el tratamiento de 2,5% pulpa y 13°Brix presentó una alta intensidad de sabor a cacao en esta muestra, pero de manera general los tratamientos con pulpa de maracuyá no mejoraron los sabores específicos del cacao.

Referencias bibliográficas

- Aptosias, A., Luca, S., y Miron, A. (2016). Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products-An Overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 73–91. Doi: 10.1111/1541-4337.12180
- Castro, Z. (2016). Caracterización del proceso de fermentación del grano de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex Spreng). (Proyecto de titulación previo a la obtención del Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Recuperado de: bdigital.unal.edu.co/2388/1/107392.2010.pdf
- Edwards, H., Villar, S., De Oliveira, L. y Le, M. (2005). Analytical Raman spectroscopic study of cacao seeds and their chemical extracts. *Analytica Chimica Acta*, 538, 175–180. Doi: 10.1016/j.aca.2005.02.039
- Espín, S., y Samaniego, I. (2016). *Manual para el análisis de parámetros químicos, asociados a la calidad de cacao. Manual Nro 105*, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina. Quito.
- El-Saied, H., Morsi, M., y Amer, M. (1981). Composition of cocoa shell fat as related to cocoa butter. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 20, 145–151. Doi: 10.1007/BF02021260

- Janzantti, N., y Monteiro, M. (2014). Changes in the aroma of organic passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) during ripeness. *LWT - Food Science and Technology*, **59**, 612–620. Doi: 10.1016/j.lwt.2014.07.044
- Kongor, J., Hinneh, M., Van de Walle, D., Afoakwa, E., Boeckx, P. y Dewettinck, K. (2016). Factors influencing quality variation in cocoa (*Theobroma cacao*) bean flavour profile – A review. *Food Research International*, **82**, 44–52. Doi: 10.1016/J.FOODRES.2016.01.012
- Vargas, P., Ciobotă, V., Salinas, W., Kampe, B., Aponte, P., Rösch, P., Popp, J. y Ramos, L. (2016). Distinction of Ecuadorian varieties of fermented cocoa beans using Raman spectroscopy. *Food Chemistry*, **211**, 274–280. Doi: 10.1016/j.foodchem.2016.05.017
- Wijeratnam, S. (2016). Passion fruit. *Encyclopedia of Food and Health*. 230-234. DOI: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00521-3

Aprovechamiento de las algas rojas de la familia Rhodophytas en las costas de Capaes para la obtención de alginato como recurso espesante para la industria alimenticia

Use of red algae from the Rhodophytas family on the Capaes coasts to obtain alginate as a thickener for the food industry

Bonilla S.¹ / Valdiviezo C.² / Mendieta J.¹

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Guayaquil, 090514 Guayaquil, Ecuador

²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, 090514 Guayaquil, Ecuador

Introducción

El alginato es un polisacárido derivado del ácido algínico que se encuentra en las paredes celulares de las algas marinas, con una variedad de usos, entre ellas destaca el alimenticio e industrial debido a sus propiedades reológicas. Las algas más usadas a nivel comercial para la obtención de alginato son: *Ascophyllum*, *Laminaria* y *Macrocystis pyrifera*; especies que se encuentran en abundancia en todos los océanos. En las costas del Ecuador, específicamente en las costas de Capes, en la época invernal, se multiplican excesivamente causando molestia en la zona, entre las diferentes especies identificadas, se encuentra el alga *Gracilaria textorii*, razón por la cual la presente investigación pretende establecer el uso de la misma, como un recurso alternativo en la obtención de alginato.

La presente investigación utilizó la metodología propuesta por Carmona (1991), basada en un proceso mejorado de extracciones ácidas y alcalinas. El contenido de alginato de esta especie presentó variación entre 0.37 y 0.85 mg/g base seca. Se sabe que el alginato que contienen estas algas varía estacionalmente y está relacionado a diversos factores entre ellos la concentración de nutrientes, estado de desarrollo, temperatura, etc. Se obtuvo un rendimiento del 15.41% y viscosidad promedio de 350 mPa·s, lo que demuestra la viabilidad de obtención del producto, así como el uso del alga de estudio como un alternativo al Alginato comercial existente en el mercado; dado que las cantidades de alga recolectadas en la Playa Capaes en época invernal (enero-mayo) permitiría una producción aproximada de 0.5 ton/día. Sin embargo, es necesario tener en cuenta los principales factores de influencia en calidad de éste, control en el almacenamiento, cabe recalcar que el alga mientras más tiempo esté almacenada, menor será la concentración de arginina para la formación de alginato, y el secado que repercuten directamente en la viscosidad del producto.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Se conoce un total de 1859 especies marinas que han sido identificadas en Ecuador (Cruz, 2003). Las principales especies identificadas en Ballenita, específicamente en las costas de Capaes, se encuentran las algas pertenecientes a la Familia: *Rhodophytas*. Encontrándose en mayor proporción la especie *Gracilaria textorii* (Figura 1).



Figura 1: Algas Rhodophytas.- *Gracilaria textorii*
Fuente: (Druehl 2000).

Análisis químicos y metodología

Se realizó un análisis químico proximal por duplicado en el Laboratorio Analítico UBA. Se determinó humedad, proteína, lípidos y perfil de aminoácidos. La extracción ácido-alcalina y el control de calidad del alginato proveniente del alga *Gracilaria textorii*, se realizó mediante el método mejorado propuesto por Carmona (1991).

Rendimiento y determinación de viscosidad

El rendimiento se calculó con la relación entre el peso de alginato de sodio obtenido y el peso de alga seca (15% de humedad). Para la determinación de la viscosidad se

realizó con una solución del alginato al 5% y 25 °C en un viscosímetro RVT.

Resultados y Discusiones

Análisis químicos proximales

Las algas se consideran un recurso importante como suplemento alimenticio para ganado, así como también para el hombre, por lo que es necesario conocer su composición (Casas-Valdez et al. 2008). La composición química de las algas marinas depende de la especie, lugar de cultivo, condiciones atmosféricas y periodo de recolección (Gómez, 2013). El contenido promedio de humedad de las muestras fue 8.39%. El valor referente a proteína fue 9.73%, aproximándose al rango establecido para algas rojas (5-24%) (Mohamed et al. 2012). El contenido de lípidos fue inferior al 1%, considerado bajo desde un punto de vista nutricional, lo cual concuerda con los análisis proximales realizados por Rupérez y Saura-Calixto (2001).

Rendimiento

El rendimiento promedio de *Gracilaria textorii* fue 15.41%, comparado con el 15% obtenido de algunas especies de los géneros *Sargassum* y *Laminaria* (Yabur-Pacheco, 2005, Hernández-Carmona, 2012), es aceptable, tomando en cuenta que estas otras especies son viables comercialmente para la producción de alginatos.

El contenido de alginato de esta especie presentó una variación de acuerdo a su estado de desarrollo que fue de 850 mg y 370 mg/ 100 g alga seca, verificando la procedencia y el tiempo de recolección del alga en cada prueba, resulta vital considerar que las algas más jóvenes tienen

menor contenido de alginato, viscosidad y capacidad gelificante, que las algas maduras. Algunos autores indican que la variación de contenido de alginatos presente en algas pardas y rojas está relacionado a diferentes factores, como: la concentración de nutrientes, estado del desarrollo, cantidad de luz y temperatura (Hernández-Carmona et al. 1985). En el presente estudio se encontró que las algas muestreadas en las costas de Capaes presentaban mayor contenido de alginatos que aquellas recolectadas en mar abierto.

Viscosidad

La viscosidad obtenida a partir de algas recolectadas en mar abierto con menor contenido de alginato fue de 100 mPa·s. Las algas recolectadas en la Costa mostraron

una viscosidad media de 500 mPa·s. La viscosidad promedio fue de 350 mPa·s, considerado medio de acuerdo a su clasificación (Hernández-Carmona et al. 2012). Comparando la viscosidad obtenida, se observa que la misma es superior a la registrada por otros autores para el género *Sargassum*. El alginato obtenido podría tener varias aplicaciones de tipo alimenticio tales como: gelificante, espesante y estabilizante (Danisco, 2012).

Los resultados obtenidos mediante la Prueba T de Student, mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el contenido de alginato del alga respecto a su rendimiento y viscosidad.

Conclusiones

Es factible la producción de alginato de *Gracilaria textorii*, con los procesos desarrollados para otras algas (géneros *Sargassum*, *Laminaria*, *Macrocystis*, etc.). Dado que las cantidades de alga recolectadas en la Playa Capaes en época invernal, permitiría una producción aproximada de 0.5 ton/día.

El rendimiento obtenido del 15.41% es aceptable, comparándolo con las especies anteriormente mencionadas. La viscosidad de este alginato es media alta, por lo que puede tener aplicación como espesante en la industria alimenticia.

El rendimiento y sus parámetros de calidad mostraron diferencias significativas respecto al contenido de alginato. Lo cual está asociado a factores: físicos, químicos y biológicos.

Referencias bibliográficas

- Carmona. G.H. (1991). Proceso mejorado para la obtención de alginato. Mayo 25 del 2017, de México Sitio web: <http://www.bashanfoundation.org/gustavo/gustavomejorado.pdf>
- Casas-Valdez M., Contreras-Hernández H., Marín-Álvarez A., Águila-Ramírez R.N., Sánchez-Rodríguez I., Rodríguez-Astudilla S., Hernández-Guerrero C.J. & Carrillo-Domínguez, S. (2008). Uso de algas marinas como alimentación de ganado. Baja Sur. pp 17-19

- Cruz, M. (2003). Instituto Oceanográfico de la Armada(INOCAR).EC. Consultado. Marzo 25 del 2017. Sitio Web: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/forosclimaticos/Foros%20Regionales/2015/VII%20Foro/Biodiversidad%20marino%20costera%20%20Dr.%20Manuel%20Cruz-%20Inocar.pdf>
- Danisco. (2012). *Functional Ingredients for food*. Denmark.p.130
- Druehl, L. (2000). *Pacific Seaweeds*. Harbour Publishing, Madeira Park, British Columbia.
- Hernández-Carmona G. (1985). Variación estacional del contenido de alginatos en tres especies de Feofitas de Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR.02 (01)*: 30-45
- Hernández-Carmona, G., Camacho O. & G. (2012). Fenología y alginatos de dos especies de Sargassum de la costa caribe de Colombia. *Ciencias Marinas*. 38(2). 381–393.
- Gómez, E. (2013). Evaluación nutricional y propiedades biológicas de algas marinas comestibles. Estudios in vitro e in vivo. Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid, España.
- Mohamed, S., Hashim, S. N., & Rahman, H. A. (2012). Seaweeds: A sustainable functional food for complementary and alternative therapy. *Trends in Food Science and Technology*, 23(2), 83-96.
- Rupérez, P., & Saura-Calixto, F. (2001). Dietary fibre and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds. *European Food Research and Technology*, 212(3), 349-354.
- Yabur-Pacheco R., Bashan Y. y G. & Hernández-Carmona, G. (2007). Alginate from the macroalgae *Sargassum sinicola* as a novel source for microbial immobilization material in wastewater treatment and plant growth promotion. *Journal of Applied Phycology*. 43-53.

Calorimetric study in germinated seeds of *Moringa oleifera* L.

Estudio calorimétrico en semillas germinadas de *Moringa oleifera* L.

Coello K.E. / Jervis F.

ESPOL Polytechnic University, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

Summary

Germinated sprouts are considered to be nutritionally complete food due to their rich content in bio-active compounds, which help supplement nutritional deficiencies in our organism. *Moringa oleifera* L. is a great source of vitamins, carotenoids, polyphenols, phenolic acids, glucosinolates, isothiocyanates, among other compounds found principally among leaves, roots and seeds; consequently, germinated products from seeds have a beneficial effect on our health. The metabolizable energy that these products provide is a unique characteristic that can be quantified for these. At the moment, analysis of germinated products using calorimetry has been done principally on soy and quinoa. Calorimetric analysis could be used to determine the physiological quality and the best condition for storage of grains, as well as evaluate the physical variability and physiology of and among the before mentioned species. Considering this, it has been the focus of this study to evaluate the best conditions for germination for *Moringa oleifera* L. seeds. This was done by measuring the energy of the germinated product under varying times and temperature at which the process occurs. The objective was to establish the optimum conditions at which the most amount of energy would be provided for the seeds. The germination times were varied between 1 to 5 days and at three different temperatures. These products were then dried at 50 °C for 24 hours and then taken to be measured in a pump calorimeter. The results obtained show that there is an influence in stored energy due to germination time and temperature. These results could benefit the agro-food industry since, the establishment of optimum conditions for the germination process of these seeds could provide a higher nutritional content that could contribute to correct lack of nutritional content in modern diet as well as help prevent diseases.

Evaluación de DES, FSC Y SPME/CG-MS para la extracción y determinación de compuestos responsables del aroma de café tostado de Vilcabamba – Ecuador

Evaluation of DES, FSC and SPME / CG-MS for the extraction and determination of compounds responsible for the aroma of toasted coffee from Vilcabamba – Ecuador

Figueroa J.G.¹ / Espinosa A.¹ / Vargas L.F.²

¹ Departamento de Química y Ciencias Básicas, Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto s/n, Loja, Ecuador

² Escuela de Post Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, La Molina – Ap.12-056, Lima, Perú

Resumen

El café es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial apetecida por su agradable aroma y sus propiedades estimulantes debido a la cafeína. La globalización de mercados y creciente demanda de los consumidores por conocer a detalle la procedencia de sus alimentos, ha provocado que la trazabilidad sea considerada como un factor preponderante, en el ámbito del café el precio depende de su procedencia. Actualmente existen diferentes técnicas de extracción y análisis que buscan distinguir el café y garantizar su origen. Con la necesidad de disponer de una herramienta definitiva que permita validar la procedencia del café y evitar fraudes, el presente estudio tiene como objetivo comparar la utilidad de tres métodos de extracción: micro-extracción de fase sólida (SPME) con cuatro diferentes fibras (PDMS, PDMS/DVB, DVB/CAR/PDMS and PA), extracción por fluidos supercríticos (FSC) y destilación & extracción simultánea (DES) para el aislamiento de componentes aromáticos del café (*Coffea arabica* L. var. *Typica*) proveniente de Vilcabamba (Ecuador). La identificación y caracterización de los componentes volátiles se lo realizó mediante cromatografía de gas acoplado a espectrometría de masas (CG/SM). Para la comparación de los métodos se realizaron pruebas de análisis de varianza y componentes principales. El ácido acético, cafeína, furfural alcohol, furfural, 5-metilfurfural, hidroxitolueno butilado y maltol fueron los compuestos con concentraciones más altas encontradas con SPME y DES. Con FSC se encontraron concentraciones más altas de compuestos con alto peso molecular (> 194 g mol⁻¹). Se evidenció que el método más apropiado para la extracción de los compuestos aromáticos del café, es el método de SPME con la fibra de DVB/CAR/PDMS, ya que permite de manera rápida, reproducible y sin la utilización de reactivos la obtención de un perfil representativo del aroma del café.

Extracción supercrítica antisolvente de compuestos fenólicos del cacao

Supercritical anti-solvent extraction of cacao phenolic compounds

Requena A. / Meneses M.A.

Departamento de Química y Ciencias Exactas, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador

Resumen

En la presente investigación, se estudió la extracción supercrítica antisolvente (SAE) con dióxido de carbono ($\text{CO}_2\text{-SC}$) para la producción de microencapsulados de antioxidantes de grano desengrasado de cacao utilizando el polímero poly vinyl pyrrolidona (PVP) como encapsulante para mejorar la biodisponibilidad de los compuestos bioactivos en medios acuosos. La investigación se realizó en dos etapas, una de optimización de parámetros de precipitación supercrítica del extracto de cacao y otra para microencapsulamiento con PVP. En la primera etapa, los factores analizados fueron presión y temperatura del $\text{CO}_2\text{-SC}$ a tres niveles en un diseño factorial 3^2 . El mejor rendimiento de extracción con SAE fue de 92.58% y se obtuvo en condiciones: P: 120 bar y T: 35 °C. En cuanto a la concentración de fenoles totales se obtuvo el mejor resultado con los niveles de P: 120 bar y T: 45 °C, con un valor de 32949.09 mg EAG/ g ES. La mayor capacidad antioxidante frente al radical ABTS se consiguió con P: 120 bar y T: 45 °C obteniéndose un valor de 4110.45 $\mu\text{M ET/ gM}$; y para el radical DPPH el valor más alto fue 4040.16 $\mu\text{M ET/ gM}$ y se alcanzó con los niveles de P: 100 bar y T: 40 °C. En la segunda etapa, se evaluó el coeficiente de inhibición IC^{50} de los microencapsulados obtenidos por SAE y rotaevaporación a diferente relación extracto-polímero obteniéndose los mejores resultados con la SAE y la relación 1:2 (peso/peso) para los radicales ABTS y DPPH con valores 0.34 mg/mL y 0.45 mg/mL respectivamente. Comparado con las técnicas tradicionales se observó que el procedimiento SAE para microencapsular antioxidantes permite mejorar la disponibilidad en medios acuosos.

Identificación de migrantes potenciales en muestras de tereftalato de polietileno obtenidas en el mercado ecuatoriano

Identification of potential migrants in samples of polyethylene terephthalate

Salazar R / Marín K.

Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

Resumen

El tereftalato de polietileno (PET) es el material de empaquetado más ampliamente utilizado para producir botellas destinadas al contacto con alimentos y bebidas; sin embargo, el PET no es inerte y, por lo tanto, algunos compuestos químicos presentes en este material pueden migrar del envase al alimento o bebidas en contacto, conduciendo a problemas de inocuidad. Hasta la fecha, no se han reportado estudios enfocados en la identificación de aditivos en materiales de PET obtenidos del mercado ecuatoriano en diferentes fases de procesamiento. Estos estudios requieren una metodología tediosa, larga y costosa. En este trabajo, se estudiaron muestras de PET en forma de gránulos, preformas y botellas para determinar los aditivos y los compuestos químicos presentes en cada paso del procesamiento. Las muestras fueron sometidas a extracción por solvente durante 16 horas, luego fueron concentradas en rotavapor y filtradas. Los concentrados fueron analizados mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. La identificación se realizó con la ayuda de la base de datos de espectros de masas Wiley7 NIST 05. Adicionalmente, los índices de Kovats se determinaron para confirmar la identificación. Los resultados mostraron la presencia de varios compuestos tales como ácidos carboxílicos, ésteres de cadena larga (C¹² a C¹⁸), aldehídos, alquenos, limoneno, benzofenona, benzaldehído y ftalato de dietilo. Los resultados obtenidos en este estudio podrían ser indicadores importantes para la industria ecuatoriana en determinación de la calidad de PET utilizado en el procesamiento de botellas destinadas al contacto con alimentos o bebidas.

Extracción y encapsulación de compuestos fenólicos de subproductos de café

Extraction and encapsulation of phenolic compounds from coffee sub-products

**Castillo Carrión M.* / González Sarango J. /
Navarrete Romero Y. / Figueroa Hurtado J.G.**

Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Química
y Ciencias Exactas. San Cayetano, Loja Ecuador

*mjcastillo1x@utpl.edu.ec

Resumen

La pulpa de café representa el 44% del fruto y es considerada fuente de compuestos fenólicos, por lo cual la industria de alimentos ha despertado gran interés por usar estos compuestos para elaborar ingredientes que mejoren la calidad de los alimentos. El objetivo de este estudio fue establecer las mejores condiciones de extracción de compuestos fenólicos de subproductos de café (*Coffea arabica*. L) y posteriormente optimizar el proceso para encapsular dichos compuestos. Se elaboraron extractos mediante maceración dinámica, usando etanol, etanol-agua (50:50 v/v) y agua como solventes y a temperaturas de 20, 40 y 60 °C. La encapsulación se llevó a cabo mediante secado por aspersión, estudiando la temperatura de entrada (140, 155 y 170 °C), concentración de sólidos totales (5, 7.5, 10%) y flujo de bomba (20, 30, 40%). Se evaluó el contenido de fenoles totales por el método colorimétrico Folin Ciocalteu y la capacidad antioxidante por los métodos DPPH y FRAP. La mejor condición de extracción se dio con la mezcla de EtOH-H₂O a 60 °C con valores de 3113 mg EAG/100 g para fenoles, 190 y 220 μmol ET/g para FRAP y DPPH respectivamente, el IC⁵⁰ fue de 34 μg/mL demostrando un potencial antioxidante moderado. Mediante análisis de superficie de respuesta se determinó que a 156.93 °C, 5% de sólidos totales y 20% de flujo, se optimiza los fenoles a 36.39 mg EAG/g atomizado y a 15.99 y 12.44 μmol ET/g atomizado la capacidad antioxidante con DPPH y FRAP respectivamente. El producto atomizado presentó un buen rendimiento de 74.50% y características físicas adecuadas para poder ser usado en la industria de alimentos.

Caracterización fisicoquímica y reológica de harinas mixtas de quinua, arroz integral y trigo para panificación

Physicochemical and rheological characterization of mixed flours from quinoa, whole rice and wheat for baking

Llerena C.

Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador
carmen.llerenar@ug.edu.ec

Resumen

La harina de trigo es usada en la panificación, sin embargo, es deficiente en aminoácidos y fibra, los cuales si se encuentran presentes en la quinua y el arroz. El objetivo de este trabajo fue evaluar algunos componentes fisicoquímicos y reológicos en cinco mezclas propuestas en las cuales la sustitución del trigo está entre 20 -30% por harinas de quinua (INIAP) germinada y arroz integral de manera que mejore el contenido de proteína y fibra. Los ingredientes fueron mezclados durante 10 minutos, luego molidos en el equipo (Perten Laboratory Mill 3600).

Entre las variables respuestas que se analizaron para la mezcla de harinas está el índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua, capacidad de absorción de aceite, volumen de hinchamiento, el comportamiento reológico, el tiempo de fermentación. En el pan se observó el volumen, volumen específico, valor panadero y color de la miga, parámetros que son fundamentales para evaluar el comportamiento de las mezclas durante la panificación.

Se puede concluir en cuanto a la composición fisicoquímica incrementos en el contenido de fibra total, proteínas totales, cenizas y una disminución de carbohidratos, en cuanto a las grasas totales se observa en las mezclas un incremento en ácidos grasos beneficiosos para la salud, en comparación con la harina de trigo puro. Aunque las mezclas evaluadas presenten una disminución del volumen del pan respecto a la muestra con trigo 100%, no se afecta la calidad panadera y los panes obtenidos tenían volumen, aspecto y degustación aceptable. Respecto al color de la miga se puede observar un oscurecimiento del color en las mezclas.

Desarrollo de productos cárnicos funcionales: utilización de harina de quinua

Development of functional meat products:
utilization of quinoa flour

Peña M.A.¹ / Méndez B.O.² / Guerra M.A.³

¹Facultad de Ciencias y tecnología, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

²Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción Escuela Superior Politécnica del Litoral

³Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, La Habana, Cuba

Resumen

El presente trabajo fue desarrollado con el objetivo de elaborar un producto cárnico funcional tipo salchicha, bajo en grasa, mediante la adición de harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), de origen ecuatoriano. Para ello se realizaron experimentos con combinaciones de harina de quinua (0 a 10%) y grasa (8 a 12%), empleando carragenato al 1% en las formulaciones. A fin de evaluar las salchichas obtenidas en cada experimento se determinó: composición físico-química, análisis de perfil textura, análisis microbiológicos y evaluación sensorial. Tomando como referencia criterios reológicos y sensoriales, la combinación con un 5% de harina de quinua y 8% de grasa resultó ser la mejor variante. Se caracterizó el material de envase y se determinó la vida útil de las salchichas seleccionadas envasadas al vacío, estudiando dos tratamientos posteriores: uno refrigeradas y el otro repasteurizadas-refrigeradas manteniendo en ambos casos una temperatura de 2-4 °C. Las muestras se caracterizaron al inicio y final del ensayo desde el punto de vista físico-químico y reológico, durante todo el estudio se realizaron análisis microbiológicos y evaluación sensorial, que mediante criterio aceptación y rechazo se determinó una vida útil de 34 días para las salchichas envasadas al vacío refrigeradas y 127 días para las muestras repasteurizadas-refrigeradas mediante el gráfico de riesgos de *Weibull*.

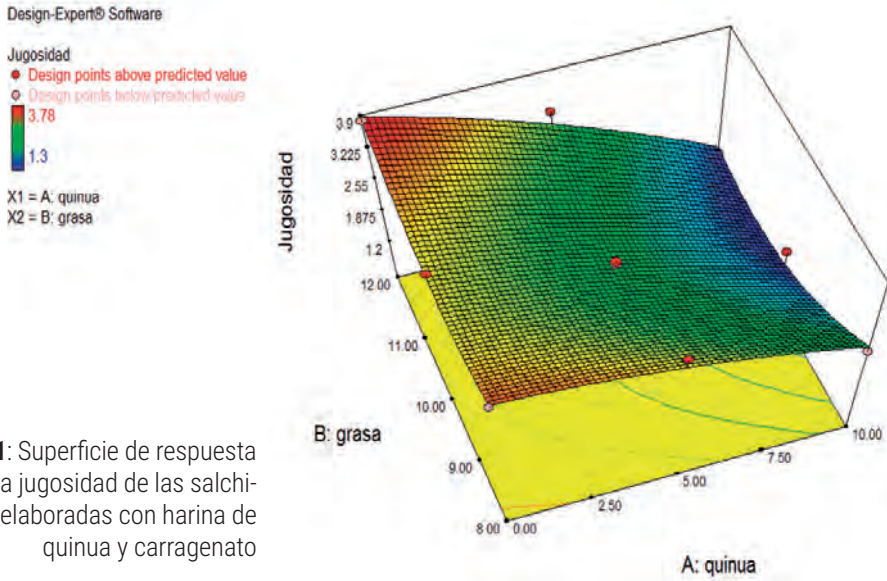


Figura 1: Superficie de respuesta para la jugosidad de las salchichas elaboradas con harina de quinua y carragenato

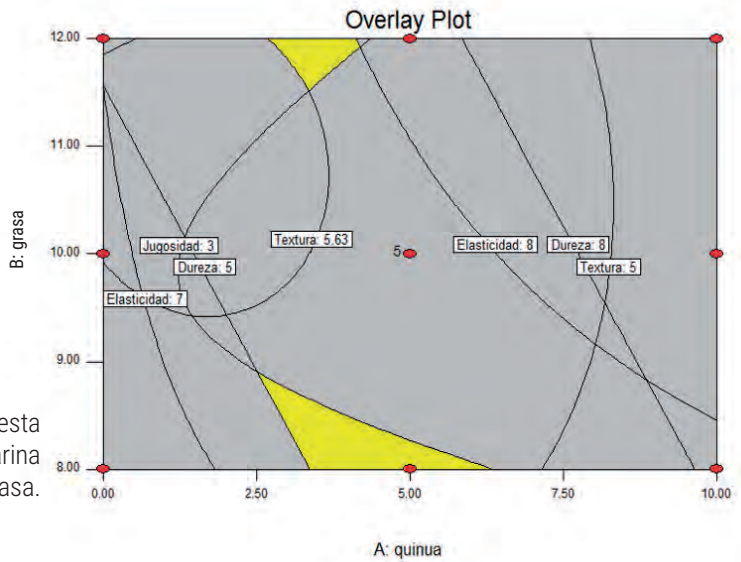


Figura 2: Superficie de respuesta óptima de salchichas A: harina de quinua, B: grasa.

***Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* induce un metabolismo oxidativo diferenciado en raíces de fréjol resistentes y susceptibles**

Fusarium oxysporum f. sp. *phaseoli* induces a
differentiated oxidative metabolism in resistant
and susceptible bean roots

De Quadros FM.¹ / Garcés Fiallos FR.*² / De Borba MC.¹ /
Brusco de Freitas Mateus¹ / Stadnik MJ.¹

¹Laboratorio de Fitopatología, Universidade Federal de Santa Catarina,
88034-001 Florianópolis, SC, Brasil

²Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí,
EC130105 Portoviejo, Manabí, Ecuador

* fgarc@utm.edu.ec

Resumen

El metabolismo oxidativo se ha asociado con varias respuestas de defensa de plantas, tales como refuerzo de la pared celular, inducción de la respuesta de hipersensibilidad, entre otras. Sin embargo, se conoce poco sobre este tema en interacción fréjol-*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (FOP). Así, el objetivo del trabajo fue investigar el papel de las enzimas relacionadas con el metabolismo oxidativo y el peróxido de hidrógeno (H₂O₂) en la resistencia de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a FOP. Para esto, raíces de plántulas resistentes (UFSC-01) y susceptibles (cv. Uirapuru), con las hojas completamente desarrolladas, fueron sumergidas en una suspensión conidial de 1 × 10⁶ macroconidios mL⁻¹. El contenido de H₂O₂ y la actividad de las enzimas ascorbato peroxidasa (APX), catalasa (CAT), guayacol peroxidasa (GPX), lipoxigenasa (LOX), NADPH oxidasa (NOX) y superóxido dismutasa (SOD) se monitorearon espectrofotométricamente en raíces de fréjol a 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6 días después de la inoculación (ddi). La acumulación de H₂O₂ en las raíces se determinó histoquímicamente mediante microscopía óptica a 1, 3 y 6 ddi. Los niveles de H₂O₂ fueron más altos únicamente en raíces resistentes entre 1 y 4 ddi. Se observaron dos fases distintas en el metabolismo enzimático en raíces resistentes; el primero a 1 ddi caracterizado por aumento de GPX, SOD y APX, y disminución de CAT y LOX, y el segundo a 3 y 4 ddi caracterizado por picos en la actividad de NOX, SOD y APX, pero con un incremento de GPX, LOX y CAT. Los análisis histoquímicos revelaron acumulación intracelular de H₂O₂, principalmente a 3 ddi en raíces resistentes. En raíces susceptibles las alteraciones fueron menos intensas en el metabolismo oxidativo. Se concluye que la infección por FOP afecta de manera diferente el metabolismo oxidativo en plantas de fréjol resistentes y susceptibles.

Bacterias ácido lácticas con potencial bacteriocina obtenidas de quesos artesanales del Austro del Ecuador

Lactic acid bacteria with bacteriocin potential obtained from artisanal cheeses from the south of Ecuador

Rosales Medina M.F.*^{1,3} / Saa M.² / Calle J.² / Abril A.² / Tejedor R.³

¹Escuela de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del Azuay. Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo. Cuenca – Ecuador

²Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Cuenca. Cuenca - Ecuador

³Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de la Habana. La Habana - Cuba

* mrosales@uazuay.edu.ec

Resumen

Las bacterias ácido lácticas son microorganismos con propiedades indiscutibles. Una de estas propiedades es la capacidad que tienen de producir compuestos como las bacteriocinas, capaces de inhibir el crecimiento microbiano. El objetivo del presente trabajo fue el de identificar bioquímicamente varias cepas de bacterias lácticas aisladas de quesos artesanales del Austro del Ecuador y determinar en alguna de ellas su capacidad bacteriocinogénica. Se identificaron 9 cepas, las cuales fueron cultivadas e incubadas a diferentes temperaturas para obtener un extracto crudo el cual se neutralizó para probar su efectividad. Los mejores resultados se obtuvieron con la cepa de *Lactococcus lactis* de la zona de Bulán-Paute, en la cual se evaluó su actividad inhibitoria frente a cepas de patógenos antes y después de someterles a distintos tratamientos de caracterización bioquímica, que incluyeron estabilidad térmica, condiciones de pH y acción de enzimas. La actividad inhibitoria se evaluó por el método de difusión en pozo, reportando actividad inhibitoria *in vitro* frente a *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*. No se evidenció ninguna actividad frente a *Salmonella enteritidis* y *Escherichia coli*. No se descarta que el compuesto activo, se trate de una bacteriocina autóctona con potencial uso en el control de microorganismos patógenos de interés en alimentos. Se aplicó un ANOVA que demostró diferencias significativas con respecto a la variabilidad de las medias de los halos de inhibición y los resultados de contrastes individuales, determinando que existe una ligera pérdida de actividad luego del tratamiento en relación a la del extracto crudo neutralizado.

Material de oclusión dentro del xilema de fréjol común funciona como mecanismo de defensa contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*

Occlusion material inside xylem of common bean functions as a defense mechanism against *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*

Garcés Fiallos F.R.^{2*} / De Quadros F.M.¹ / De Borba M.C¹ / Stadnik M.J.¹

¹Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, EC130105 Portoviejo, Manabí, Ecuador

²Laboratorio de Fitopatología, Universidade Federal de Santa Catarina, 88034-001 Florianópolis, SC, Brasil

*fgarces@utm.edu.ec

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar uno de los mecanismos físicos de defensa utilizado por fréjol común contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* causante de la Marchitez de Fusarium (MF), plantas del cv. UFSC-01 (resistente) e IPR Uirapuru (susceptible), con las primeras hojas completamente abiertas fueron inoculadas por inmersión de sus raíces en una suspensión de esporas (1×10^6 microconidias mL⁻¹) por 20 min. Plantas cuyas raíces fueron inmersas en agua destilada sirvieron como control. La incidencia y severidad de MF, la decoloración vascular en hipocótilos y las unidades formadoras de colonias (ufc) se cuantificaron en tejidos de raíz e hipocótilo, a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días después de la inoculación (dai). Las muestras de la raíz, corona e hipocótilo fueron recolectadas y procesadas inmediatamente a los 1, 3 y 5 dai. Secciones de 4 mm (cinco por cada muestra) de esos tejidos se prepararon en historesina y se colorearon con azul de toluidina (0,5%) para el examen en microscopio de luz. La intensidad de MF, decoloración vascular en hipocótilos y la cantidad de ufc en todas las partes de la planta, fue mayor en el cv. Uirapuru cuando comparado al genotipo UFSC-01. Un aumento significativo de la tasa de colonización a lo largo del tiempo se observó también en tejidos aéreos susceptibles. En los tiempos evaluados fueron observadas células ocluidas, tanto en el xilema infectado o no de plantas resistentes como susceptibles. Se encontró una asociación negativa entre la frecuencia del material de oclusión y microconidias en ambos genotipos. Aparentemente, el material de oclusión dentro de vasos resistentes de la raíz principal y corona actúa como una barrera permeable, bloqueando el transporte de microconidias hacia tejidos superiores en etapas tempranas de colonización. Como resultado, el hongo llega a las partes superiores con un retraso considerable.

Estudio de la taxonomía del café de Intag y su incidencia en la calidad en taza

Study of Intag's coffee taxonomy and its incidence on quality in cup

Freire Muñoz D.A.

Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Facultad de
Dirección de Empresas Carrera de Gastronomía, Ambato- Ecuador

Introducción

El café es uno de los principales productos que se comercializan en el mundo siendo este el ícono de algunos países como Etiopía, Panamá, Colombia, Brasil, Ecuador entre otros 50 países que son productores a nivel mundial, cabe considerar que este producto brinda trabajo alrededor de 25 millones de familias caficultoras en todo el mundo, además el café después del petróleo es el producto comercial más importante en el mundo superando al azúcar, trigo (Revista colombiana de cardiología , 2005).

El café en el Ecuador se produce en 20 de las 22 provincias del país lo cual denota la gran importancia socioeconómica del sector. La Asociación Nacional de Exportadores de Café estima que en la región costa se siembra 112,000 ha, en la sierra 62,000 ha, en la región amazónica 55,000 ha y en Galápagos 1,000 hectáreas. Los arbustos arábigos se pueden encontrar desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm, las plantas de robusta, por el contrario, se pueden hallar en altitudes menores a 1.000 donde existen suelos bastante pobres en nutrientes (Delgado et al., 2002).

De acuerdo a la ESPAC (2010), la capacidad productiva en el Ecuador para el año 2013 es de 108,441 ha cosechadas con un rendimiento de 0,16 toneladas por hectárea, teniendo así una producción de 288,33 sacos de 60 Kg, no obstante, los rendimientos se mantienen para el 2015.

En función de lo expuesto la producción de café en el Ecuador se divide en dos variedades con una producción de café arábigo de 62% y producción de café robusta 38% (PROEcuador, 2013).

Todo esto estimula a que se desarrolle un estudio de taxonomía del espresso utilizando tres variedades de café del sector de Intag en la provincia de Imbabura ya que es uno de los principales sectores que producen café para su exportación.

Materiales y Métodos

Materiales

- Tres variedades del café arábigo del sector de Intag.
- Ficha de cata SCAA 9 variables.
- Norma referencial NTE INEN 1 123:2006Café tostado y molido
- Programa informático Excel.

Metodología

Para tener un mejor desarrollo y un mejor resultado en la investigación se utiliza dos metodologías cuali - cuantitativa. Cualitativa porque se orienta a profundizar un caso específico que es la interpretación para cualificar la taxonomía del espresso que es la base para desarrollar otras bebidas, además se utiliza la modalidad cuantitativa porque se fundamenta en la medición

de las características organolépticas de las variedades de café, en base a la ficha SCAA y con la utilización de la normativa INEN para café tostado esto se hizo mediante modelos matemáticos-medios estadísticos expuestos en tablas y gráficos.

La investigación se desarrolla con tres variedades de café arábigo Sydra, Caturra y Castillo de la finca Finca "Soledad" a 1300 msnm de la provincia de Imbabura sector Intag.

Resultados

La investigación se desarrolló en los laboratorios de cafelogía ubicados en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua y en conjunto con tres catadores de café y ayudante de la investigación utilizando cafés arábigos de la finca Soledad de Pepe Jijón de la provincia de Imbabura.

Tabla 1: Resultados Café Variedad Sydra

Catador 1 CP - Sydra		Catador 2 MR - Sydra		Catador 3 AM - Sydra	
Muestra 1	69	Muestra 1	68	Muestra 1	74
Muestra 2	76	Muestra 2	69	Muestra 2	70
Muestra 3	76,9	Muestra 3	68,75	Muestra 3	76

Catador 1 CP - Castillo		Catador 2 MR - Castillo		Catador 3 AM - Castillo	
Muestra 1	66	Muestra 1	72	Muestra 1	70
Muestra 2	78	Muestra 2	77	Muestra 2	76,5
Muestra 3	77,9	Muestra 3	78	Muestra 3	76

Catador 1 CP - Caturra		Catador 2 MR - Caturra		Catador 3 AM - Caturra	
Muestra 1	85,75	Muestra 1	68	Muestra 1	76,5
Muestra 2	82	Muestra 2	69	Muestra 2	79
Muestra 3	79	Muestra 3	68,75	Muestra 3	69

Para obtener estos resultados se utilizaron diferentes fichas de cata en base a los parámetros SCAA con nueve variables y tres variedades de café en donde pudimos verificar que tipo de café tiene mejores características para realizar la taxonomía del espresso.

Datos de las Muestras Seleccionadas

En los datos que se va a presentar una tabla que permite verificar los datos del tueste que se realizó en el café que fue se-

leccionado al mismo tiempo se presenta una fórmula que se utilizó para conocer el porcentaje de la extracción del café por medio de un refractómetro obteniendo el total de sólidos disueltos.

La fórmula de calcular el % de extracción es la siguiente se utilizará para todos los cálculos en este caso para el peso de la bebida será 30 g lo que se va a obtener de la extracción, con 10 g de café.

Fórmula para calcular el % de Extracción

$$\% \text{ de extracción} = \frac{(\% \text{ TDS} \times \text{Peso de Bebida})}{(\text{Peso de café})}$$

Tabla 2: Contracción y Extracción - Caturra

CODIFICACIÓN:		CTC202C		Tueste: Medio
Peso: 200 g		Tostadores: Vinicio B., Mauricio R.		Lugar: Cafelogía
Ratio: 1:3		Receta: 10 g Café – 30 g extracción		% Ext: 15,27
Tiempo	Temperatura	Aire	W	#
0	200	0%	100%	
1	75	0%	100%	
2	104	0%	100%	
3	128	0%	100%	
4	148	50%	100%	4:40 160°
5	165	50%	100%	
6	183	50%	100%	
7	200	100%	0%	Crack
8	212	100%	0%	8:30 Out 217°

Tabla 3: Contracción y Extracción - Sydra

CODIFICACIÓN:		SDC103S		Tueste: Oscuro
Peso: 200 g		Tostadores: Vinicio B., Mauricio R.		Lugar: Cafelogía
Ratio: 1:3		Receta: 10 g Café – 30 g extracción		% Ext: 15,15
Tiempo	Temperatura	Aire	W	#
0	200	0%	77%	
1	80	0%	77%	
2	113	0%	77%	
3	139	0%	77%	
4	159	50%	77%	
5	175	50%	77%	
6	190	100%	0%	6:30 1 Crack
7	203	100%	0%	
8	210	100%	0%	8:10 out

Tabla 4: Contracción y Extracción - Catillo

CODIFICACIÓN:		CTL108C		Tueste: Medio
Peso: 200 g		Tostadores: Vinicio B., Mauricio R.		Lugar: Cafelogía
Ratio: 1:3		Receta: 10 g Café – 30 g extracción		% Ext: 17,13
Tiempo	Temperatura	Aire	W	#
0	180	3%	75%	
1	82	3%	75%	
2	116	3%	75%	
3	139	3%	75%	
4	155	3%	75%	
5	168	3%	75%	
6	178	3%	75%	
7	188	3%	75%	
8	196	100%	0%	8:30 1 Crack
9	204	100%	0%	9:30 out

Tabla 5: Contracción y Extracción - Catillo

CODIFICACIÓN:		CTL109C		Tueste: Medio
Peso: 200 g		Tostadores: Vinicio B., Mauricio R.		Lugar: Cafelogía
Ratio: 1:3		Receta: 10 g Café – 30 g extracción		% Ext: 17,04
Tiempo	Temperatura	Aire	W	#
0	220	0%	75%	
1	80	0%	75%	
2	111	0%	75%	
3	134	0%	75%	
4	150	0%	75%	

5	165	0%	75%	
6	172	0%	75%	
7	182	0%	75%	
8	190	50%	75%	
9	199	100%	75%	9:15 1 Crack
10	205	100%	75%	
11	211	100%	75%	
12	219	100%	75%	Out

Todos estos datos ayudan a desarrollar de mejor manera la taxonomía del espresso partiendo de la siguiente manera se realiza la molienda del café en un molino de mar-

ca malconi EEK30, y con una máquina de extracción de café con una presión de 9 a 10 bares a 95 - 96 °C, en una Malla Melles de 400 micras.

Tabla 6: Taxonomía Del Espresso

<p>1. ESPRESSO</p> <p>Ingredientes 10 g de café molido para espresso 30 ml de agua caliente a 85 °C</p>	<p>Información</p> <p>Tiempo: 28 a 30 s. Temperatura: 85 °C Tipo de café: Caturra del Valle de INTAG – código CTC202C Trazabilidad: Finca “Soledad” 1300 msnm Caficultor: Pepe Jijón Peso: 30 mL</p>
<p>2. RISTRETTO</p> <p>Ingredientes 10 g de café molido para espresso 30 mL de agua caliente a 85 °C</p>	<p>Información</p> <p>Tiempo: 16 s. Temperatura: 85 °C Tipo de café: Sydra del Valle de INTAG – código SDC103S Caficultor: Pepe Jijón Peso: 20 mL</p>

3. LUNGO**Ingredientes**

10 g de café molido para
espresso
30 mL de agua caliente a
85 °C

Información

Tiempo: 33 s.
Temperatura: 85 °C
Tipo de café: Sydra del Valle de INTAG –
código SDC103S
Caficultor: Pepe Jijón
Peso: 40 mL

4. FLAT WHITE**Ingredientes**

10 g de café molido para
espresso
30 mL de agua caliente a
85 °C

Información

Tiempo: 28 s.
Temperatura: 85 °C
Tipo de café: Caturra del Valle de INTAG –
código CTC202C
Caficultor: Pepe Jijón
Peso: 180 mL

5. CAPUCHINO**Ingredientes**

10 g de café molido para
espresso
30 mL de agua caliente a
85 °C
120 mL de leche pasteurizada

Información

Tiempo 1: 18 a 26 s. Extracción
espresso.
Tiempo 2: 10 a 15 s. de texturizar la
leche.
Temperatura: 85 °C
Tipo de café: Castillo del Valle de INTAG –
código CTL109C
Caficultor: Pepe Jijón
Peso: 150 mL
Marca de Leche: Nutri

6. MACHIATO**Ingredientes**

10 g de café molido para
espresso
30 mL de agua caliente a
85 °C
15 mL de leche pasteurizada

Información

Tiempo 1: 18 a 26 s. Extracción espresso.
Tiempo 2: 10 a 15 s. de texturizar la leche.
Temperatura: 85 °C
Tipo de café: Castillo del Valle de INTAG –
código CTL109C
Caficultor: Pepe Jijón
Peso: 45 mL
Marca de Leche: Nutri

Según parámetros de la SCAA y norma INEN es muy importante utilizar personas que tengan un conocimiento óptimo sobre catación de café para no juzgar de manera subjetiva puesto que la calidad del café puede sesgarse por tal motivo se entrenó el panel de cata para determinar

un puntaje adecuado, en dónde se evidencio notablemente la forma correcta y con qué variedad de café se puede utilizar para realizar las diferentes bebidas en base a la taxonomía del expreso donde los parámetros son café molido, agua y leche.

Conclusiones

A pesar de que el Ecuador es uno de los mayores productores de café arábigo de altura y de calidad la gente no conoce los lugares donde se producen estas variedades además la información técnica de las variedades de café no tienen el sustento necesario para poder explotar de mejor manera esta actividad que es fundamental para el país puesto que es un producto priorizado para el Ecuador.

De acuerdo a toda la investigación que se ha realizado en conjunto con el propietario y caficultor de la finca Soledad no se han realizado estudios previos para determinar técnica y científicamente para que tipo de bebida se puede utilizar las variedades que se producen en este sector puesto que con esta información se obtendrá mejores resultados en taza y con una característica sensorial totalmente diferente ganados todos los atributos del café.

Referencias bibliográficas

- Delgado A, P, Larco, A., García, C., Alcívar M., R., Chilán, W., & Patiño C., M. (2002). CAFÉ EN EL ECUADOR: Manejo e la Broca del Fruto. (H. Ospina O, Ed.) Manta, Ecuador: FERIVA S.A.
- Revista colombiana de cardiología . (2005). Café para cardiólogos. Scielo .
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN. CAFÉ TOSTADO EN GRANO O MOLIDO. REQUISITOS (2014), Ecuador.
- PROECUADOR. (2013). *Análisis sectorial del café*. Ecuador.

