

Adulteración de leche cruda de ganado bovino con agua de grifo mediante admitancia**Adulteration of raw milk of bovine cattle with grifous water through admittance**

Anshily Mera, Diana Garay, Maydée Jiménez, Hugo Romero

amera4@utmachala.edu.ec

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación consistió en determinar la adulteración de leche cruda de vaca por adición de agua de grifo empleando la espectroscopía de impedancia electroquímica, con diagramas de admitancia. Para medir la adulteración se correlacionó la admitancia en siemens (S) con respecto a la concentración del agua en la leche. Para ello se utilizó un potencióstato multicanal. La leche se mantuvo a una temperatura de 24°C. Se utilizaron tres concentraciones de agua de grifo de 10, 20 y 30 %v/v adicionada a la leche. Se construyó una curva de calibración a partir de una muestra de leche pura (sin adulterar) como estándar de referencia. Todas las lecturas se midieron por duplicado para la obtención del diagrama de admitancia. Los resultados muestran incrementos en la admitancia de 0,014 (S), 0,024 (S) a 0,040 (S) a medida que las concentraciones de agua agregada disminuyen (30, 20 y 10 %v/v de agua de grifo agregada respectivamente). Finalmente, la linealidad del método fue demostrada a partir del coeficiente de correlación de 0,9826.

Palabras clave: Admitancia, adulteración, leche.

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the adulteration of raw cow's milk by the addition of tap water using electrochemical impedance spectroscopy, with admittance diagrams. To measure the adulteration, the admittance in siemens (S) was correlated with respect to the concentration of water in the milk. For this, a multichannel potentiostat was used. The milk was maintained at a temperature of 24 ° C. Three concentrations of tap water of 10, 20 and 30% v / v added to the milk were used. A calibration curve was constructed from a sample of pure milk (unadulterated) as the reference standard. All the readings were measured in duplicate to obtain the admittance diagram. The results show increases in admittance from 0.014 (S), 0.024 (S) to 0.040 (S) as aggregate water concentrations decrease (30, 20 and 10% v / v of tap water added respectively). Finally, the linearity of the method was demonstrated from the correlation coefficient of 0.9826.

Keywords: Admittance, adulteration, milk.

INTRODUCCIÓN

La leche se caracteriza por su contenido en proteínas de alto valor biológico, así como por ser una fuente importante de minerales, como el calcio, fósforo, magnesio y potasio, y diversas vitaminas, como la vitamina A y ácido fólico (Canet et al., 2014).

La leche sigue siendo uno de los alimentos más importantes para el humano desde el punto de vista nutricional, por lo cual es necesario producir leche de alta calidad (Ramírez et al., 2009). La leche gracias a su alto contenido en diversos nutrientes como: proteínas, minerales (calcio), carbohidratos y grasas es un componente elemental en la dieta de las personas.

En 2013, la leche, con una producción total de 770.000 millones de litros avaluada en 328.000 millones de dólares estadounidenses, ocupó el tercer lugar por tonelaje de producción y fue el producto agrícola más importante en términos de valor en el mundo (FAO 2013). Según el INECINEC (2011): la producción ecuatoriana de leche en el 2011 fue de 6.375.323 litros. Respecto a la Producción, la región Sierra es la que más aporta con un 75,9%, seguido de la Costa con el 16,6% y el Oriente con el 7,6%.

La adulteración de la leche es un problema bastante común en la comercialización de lácteos en muchos países del mundo (Rodríguez perez, Guanga Lozano, & Garcia Rincon, 2011). Las industrias procesadoras y comercializadoras de leche tienen el problema de adulteración de ésta en cualquiera de sus presentaciones ya sea con suero de leche fresco o en polvo con el fin de obtener mayor rendimiento en el producto final con consecuencias de índole nutricional, económica y legal (Chávez et al., 2009).

Existen diversas maneras en las que la leche puede ser adulterada, destacándose los siguientes: la adición de agua, la presencia de agentes neutralizantes y la incorporación de suero de quesería (Reyes et al., 2007).

Los métodos que se aplican desde hace tiempo para poder detectar algunos tipos de adulteración en la leche están basados en diferentes propiedades como el punto de congelación (Crioscópico), índice de refracción (Refractométrico) y peso específico (Lactométrico) de la leche; estos métodos clásicos sirven para la detección de agua adicionada a la leche. Pero también muchos de los 5 métodos para detectar adulteraciones presentan ciertas desventajas como son el tiempo de análisis y el costo; además de que algunos de ellos presentan poca exactitud. Ortiz Ramírez, A. (2012).

La Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIS) es una técnica popular usada en conjunción con sensores que describe la respuesta de una célula electroquímica a una perturbación sinusoidal de baja amplitud en función de la frecuencia (Ciftlik et al. 2013). Se aplica a la evaluación del comportamiento electroquímico de interfaces de electrodo – electrólito. Piratoba Morales, U., Marino Camargo, A., & Olaya Florez, J. J. (2010). Puede utilizarse para investigar la dinámica de la carga unida o móvil en las regiones a granel o interfaciales de cualquier tipo de material líquido sólido: iónico, semiconductor, mixto electrónico-iónico, e incluso aislantes (Barsoukov; Macdonald 2005).

En este sentido, la EIS se ha utilizado para determinar el contenido de grasa y agua de la leche (Das et al. 2011). Así mismo se ha reportado el efecto de la adición de 10% de agua de grifo a la leche en los cambios del ángulo de fase obtenido por esta técnica electroanalítica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de la adulteración de leche por adición de agua (H₂O) de grifo se realizó en un potenciostato, el cual está equipado con un sistema de tres electros: de referencia, contra-electrodo y trabajo. Se usó un alambre de oro (electrodo de trabajo), alambre de platino (contra electrodo) y Ag/AgCl (electrodo de referencia).

Por su parte, las muestras de leche adulterada fueron colocadas en una celda de vidrio. Las muestras de leche se mantuvieron a una temperatura de 24°C. Se utilizaron tres concentraciones de agua de grifo de 10, 20 y 30 %v/v. Se construyó una curva de calibración a partir de una muestra de leche pura (sin adulterar) como estándar de referencia. Todas las lecturas se midieron por duplicado. Para realizar las diluciones con agua de grifo se utilizaron balones volumétricos de 50ml y leche cruda de vaca como disolvente.

RESULTADOS

Los resultados de la admitancia en siemens (S) obtenidos a partir del diagrama presentado en la figura 1, se encuentran tabulados en la tabla 1. Así mismo, según el cumplimiento de los parámetros estadísticos de validación establecidos en la tabla 2 se acepta la linealidad del método (figura 2). Se puede observar un aumento de la admitancia cuando disminuye la concentración de agua agregada en las soluciones lácteas.

Esto se debe a que la leche es una mezcla compleja de distintas sustancias, presentes en suspensión o emulsión y otras en forma de solución. Los minerales contenidos en la leche, aniones (fosfato inorgánico, citrato y cloruro) y cationes (calcio, magnesio, sodio y potasio)

desempeñan un papel importante en la estructura y estabilidad de las micelas de la caseína. Si se añade agua, se diluye la leche, disminuyendo la concentración de solutos y por lo tanto, su conductividad, lo que se traduce en un aumento de su admitancia (Ramírez-Navas 2017).

Tabla 1. Admitancia obtenida mediante el método de espectroscopia de impedancia con varias concentraciones de H₂O en leche cruda de vaca

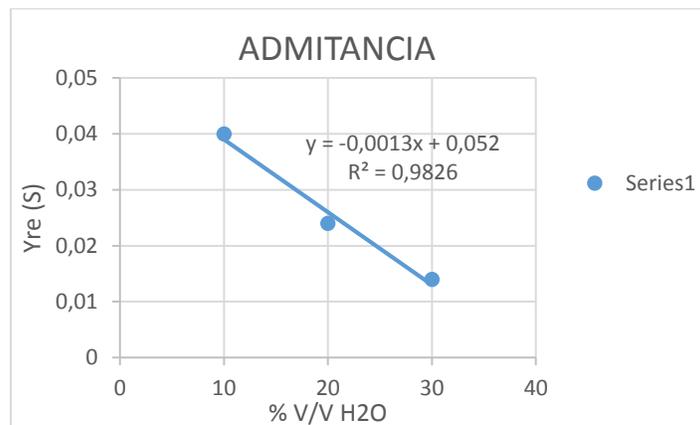
Replica	Admitancia (S)		
	10% v/v	20% v/v	30% v/v
1	0,04	0,024	0,014
2	0,04	0,021	0,014
3	0,041	0,024	0,015
4	0,043	0,022	0,013
Media	0,041	0,023	0,014
Desviación	0,0014	0,0015	0,0008

Tabla 2. Datos de la media de la admitancia utilizados para determinar la linealidad del método de espectroscopia de impedancia

Replica	Concentración	Medias de la admitancia (S)
1	10% v/v	0,040
2	20% v/v	0,024
3	30% v/v	0,014

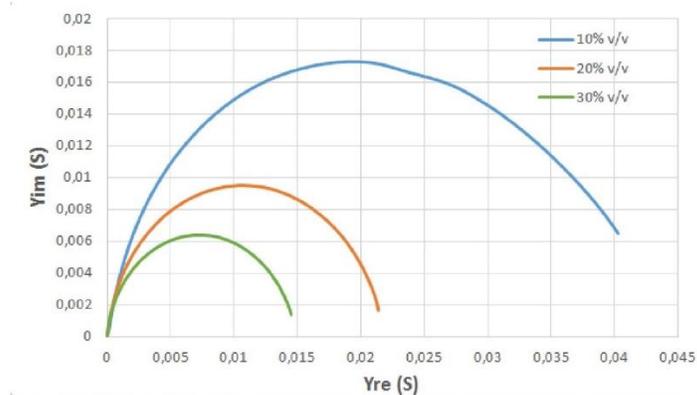
El conjunto de estos resultados permitió afirmar que el método fue lineal en el rango estudiado, ya que se obtuvo una proporcionalidad (0,9826) entre la respuesta obtenida (admitancia) y la concentración de agua (v/v de H₂O), tal como se muestra en la figura 1. Se demuestra por el cumplimiento de los criterios estadísticos que derivan del análisis de la regresión.

Figura 1. Curva de calibración para la determinación de adulteración de leche por adición de H₂O a concentraciones de 10, 20 y 30% v/v



La representación gráfica de la admitancia presentada en la Figura 1 muestra la admitancia real (eje x) vs la susceptancia imaginaria (eje y). A menor concentración de agua en la leche mayor es su conductividad, teniendo en la concentración de 10% v/v un valor de 0,040 (S), en la concentración de 20% v/v 0,021 (S), y en la de 30% v/v 0,014 (S).

Figura 1. Diagrama de admitancia para leche cruda de vaca al 10, 20 y 30 %v/v de agua de grifo



CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que, a medida que la leche tiene menos porcentaje de adulteración con agua, se presenta un aumento de la admitancia, incrementándose de 0,014 (S) a 0,024(S) y 0,040 (S) para concentraciones de 30, 20 y 10 %v/v de agua de grifo adicionada. Finalmente, la linealidad del método fue demostrada a partir del coeficiente de correlación de 0,9826.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Canet, D., Fuentes, A., Laguarda, N., Fernández-Segovia, I., Masot, R., Alcañiz, M. & Barat, J. (2014). Aplicación de la espectroscopía de impedancia para evaluar la vida útil de leche fresca. *CIBIA*, 86

Chávez Vela, N., Salinas Miralles, E., Jáuregui Rincón, J., Palomares Aguilera, L. & Bon Rosas, F. (2009). Desarrollo de un método inmuno blot para detectar glucomacropéptido (GMP) como índice de adulteración de leche de vaca con suero de quesería. *Investigación y Ciencia*, 17(43), 16-20.

FAO. (2013). *El sector lechero mundial: Datos*. FAO.

INEC. (2011). Datos estadísticos agropecuarios. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*, 14.

Ortiz Ramírez, A. (2012). *Determinación de los componentes y adulteración de la leche empleando la espectroscopia de FTIR* (Doctoral dissertation).

Piratoba Morales, U., Marino Camargo, A. & Olaya Florez, J. (2010). Electrochemical Impedance-Interpretation of Typical Diagrams with Equivalent Circuits. *DYNA*, 77(164), 69-75.

Ramírez-Navas, J. S. (2017). Composición mineral de la leche de vaca: los fosfatos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 57(47).

Ramírez Ayala, A., Vega y León, S., Prado Flores, G. & Gutiérrez Tolentino, R. (2009). Aplicación de tres métodos analíticos para la detección de suero de quesería en leche uht comercializada en la ciudad de México. *Interciencia*, 34(6), 406-412

Reyes, J., Bon, F., & Moreno, J., Rubio, C. & Valdivia, A. (2007). Adulteración de leche pasteurizada con suero de quesería en la ciudad de Aguascalientes. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 11(2), 23-34.

Rodríguez Pérez, W., Guanga Lozano, W. & García Rincón, P. (2011). Variación de parámetros fisicoquímicos en leche cruda adulterada. *Momentos de Ciencia*.

***Coriandrum sativum* L (Culantro), una nueva opción para una crema cosmética**

***Coriandrum sativum* L (Culantro), a new option for a cosmetic cream**

Kevin Noles Ramón, Estefanía Rueda Rodríguez, Elena Basurto Jimbo, Viviana García Mir

kpnolesr_est@utmachala.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar una crema de Culantro a partir de la evaluación de sus propiedades para su aplicación en la cosmética. Se realizó un estudio en la droga cruda determinándose el contenido de grasa por RMN y Soxhlet, además del contenido de fenoles totales en extractos hidroalcohólicos de Culantro por Espectrofotometría. La capacidad antioxidante fue evaluada mediante el método del radical libre DPPH y el desarrollo de la crema cosmética con el empleo del diseño de mezcla D-optimal con tres componentes con restricción. La determinación de grasa dio un resultado de 4,03/0,275 utilizando RMN. Se obtuvo la mayor cantidad de fenoles totales del extracto (50:50) de hojas con 21,867/0,275 g de muestra seca. La evaluación antioxidante del extracto (50:50) de hojas se obtuvo un 56,68% y en el extracto EtOH-H₂O (75:25) de tallos fue de 27,12%. El pH y extensibilidad presentaron modelos cuadráticos y Special Cubic obteniendo una $p < 0,05$. Los experimentos realizados aleatoriamente dio una formulación óptima (experimento 1) con resultados satisfactorios en evaluación sensorial, organoléptica, de extensibilidad, pH y microbiológica. El análisis permitió identificar las propiedades presentes en el *Coriandrum sativum* L para su respectiva utilización en el desarrollo de una crema cosmética.

Palabras clave: Diseño, Análisis cuantitativo, planta, ensayo, experimento.

ABSTRACT

The objective of this work is to design a Culantro cream based on the evaluation of its properties for its application in cosmetics. A study was carried out on the crude drug, determining the fat content by NMR and Soxhlet, as well as the content of total phenols in hydroalcoholic extracts of Culantro by spectrophotometry. The antioxidant capacity was evaluated using the DPPH free radical method and the development of the cosmetic cream using the D-optimal mixture design with three components with restriction. Fat determination gave a result of 4.03 / 0.275 using NMR. The highest total phenols were obtained from the extract (50:50) of leaves with 21,867 / 0,275 g of dry sample. The antioxidant evaluation of the extract (50:50) of leaves was 56.68% and in the extract EtOH-H₂O (75:25) of stems was

27.12%. The pH and extensibility presented quadratic and Special Cubic models obtaining $p < 0.05$. The randomized experiments gave an optimal formulation (experiment 1) with satisfactory results in sensory, organoleptic, extensibility, pH and microbiological evaluation. The analysis allowed to identify the properties present in *Coriandrum sativum* L for its respective use in the development of a cosmetic cream.

Keywords: Design, Quantitative analysis, plant, test, experiment.

INTRODUCCIÓN

El culantro es una planta que ha sido cultivado fácilmente en huertos familiares en los hogares siendo uno de los condimentos principales de las comidas además de sus usos medicinales (Cayambe y Torres, 2016). El culantro perteneciente a la familia botánica de las Apiaceae, es una planta herbácea perenne de la cual sus hojas y tallos son aprovechados debido a su elevado contenido de compuestos, pues las hojas contienen un 90% de agua y también contienen una alta concentración de caroteno, calcio, hierro, vitamina B1 (tiamina), B2 (riboflavina), vitamina A y proteínas además de propiedades como digestivas, carminativas, antiespasmódicas y no dejar de lado su gran aporte antioxidantes (Robineau, 2005). Por lo tanto, esta investigación se enfoca en evaluar las propiedades de *Coriandrum sativum* L (Culantro) debido a que es una planta muy usada en el Ecuador, y su aplicación en el desarrollo de una crema cosmética.

MATERIALES Y MÉTODOS

La especie vegetal seleccionada fue *Coriandrum sativum* L. procedentes de la granja ECUAVERDURAS. Las muestras fueron lavadas, secadas, trituradas y tamizada con tamaños de partícula de 425 y 250 en tamices marca HUMBOLDT, siendo almacenados en fundas herméticas para sus análisis posteriores.

Determinación de grasas a partir de la droga cruda: Se empleó el Resonador Magnético Nuclear (RMN) en el cual se pesaron tres tubos de ensayo con base plana de 25 mL de capacidad, en cada tubo de ensayo. La droga cruda se pesó con diferencias significativas entre 2-6 g. Los tubos con la muestra a ensayar fueron llevados a la estufa (Memmert Basic UNB 400, Schwabach) durante 30 minutos a una temperatura de 40°C, con el objetivo de mantener la misma temperatura entre la muestra y el equipo. Transcurrido este tiempo se procedió a determinar en el equipo marca Theminspec modelo mq20 NMR Analyzer la cantidad de grasa presente en la droga cruda de hojas y tallos de culantro.

Obtención del extracto Hidroalcohólico: Se utilizó como método de extracción agitación magnética en el que se procedió de la siguiente manera, en un frasco ámbar limpio y seco, se pesó en balanza analítica aproximadamente 1 g de droga cruda con desviación permisible de 0,5 g y se sometieron a extracción sólido-líquido (1:25 p/v), con diluciones hidroalcohólicas a diferentes concentraciones (25:75), (50:50), (75:25), con agitación magnética y aislada de la luz durante 90 minutos. Los extractos fueron filtrados con papel filtro, se almacenaron en refrigeración ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) y protegidos de la luz.

Determinación de Fenoles Totales: Para la elaboración de la curva de calibración se procedió de igual manera a la metodología descrita Singleton et al., (1999). De los extractos a diferentes concentraciones se tomó alícuotas de 0,1 mL, posteriormente se adiciono 5 mL de solución diluida de Folin-Ciocalteu y 0,9 mL de agua desionizada se agitó y se dejó en reposo por 5 minutos, transcurrido este periodo se añadió 4 mL de Carbonato de Sodio preparado al 7,5%, se mezcló bien y se dejó en reposo durante 2 horas. Para la lectura en el espectrofotómetro se procedió a enterrarlo al equipo con un blanco preparado de la misma manera, pero utilizando el solvente con las mismas concentraciones empleado para cada extracción de la muestra.

Determinación de la capacidad antioxidante: La capacidad antioxidante de la muestra se realizó con el método del radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo); se midió a 517 nm por el cambio de coloración gradual del DPPH (púrpura) a DPPH-reducido (amarillo). Se preparó una disolución metanólica de DPPH a una concentración 0,1 mM. A cada muestra se le adicionó 3 mL de disolución de DPPH (0,1 mM) mezclándose separadamente. Las mezclas se dejaron a temperatura ambiente y oscuridad durante 30 minutos y midiéndole posteriormente su absorbancia a 517 nm en un espectrofotómetro marca SHIMADZU modelo UVmini-1240 (Barron et al., 2011).

Diseño de la crema de culantro a partir de extracto hidroalcohólico: Se realizó un diseño experimental de mezclas con restricciones utilizando el software estadístico DX-8.0 (State-easy Inc. Minneapolis), en el cual se sometieron tres componentes de la crema, siendo así las variables independientes la cera de abeja entre 10-12 %, Borato de Sodio 1-3% y Agua 11.80-15.80% proporcionándonos variables como respuesta el pH y extensibilidad, realizándose 14 ensayos. Además la formulación contenía otros componentes fijos como son: Extracto hidroalcohólico de *Coriandrum sativum* L. 5%, alcohol cetílico 14%, aceite de coco 54%,

metilparabeno 0.18% y propilparabeno 0.020% Las formulaciones fueron preparadas en orden aleatorio como lo indica el software DX-8.0 utilizado para el diseño de las mismas, se realizaron en el laboratorio por el método de fusión basándose en el modelo de la formulación Cold Cream (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2012) que es la base principal para el desarrollo de este tipo de cremas.

Evaluación de los parámetros físico químicos y tecnológicos de la crema: Se tomó en cuenta el color, olor, consistencia y apariencia, además se determinó el pH utilizando un pH-metro digital BANTE de todas las formulaciones realizadas. También se determinó el área de extensibilidad, colocando como base un papel milimetrado trazado con las coordenadas que servirían como guía para determinar el área de extensibilidad de la crema, se colocó encima de la hoja milimetrada una placa de vidrio, en el centro se colocaron 2 g de cada formulación de la crema, por último, se coloca cuidadosamente otra placa de vidrio de aproximadamente 380 g de peso, inmediatamente se toma el tiempo de 5 minutos. Transcurrido este tiempo se procede a realizar las mediciones del diámetro desde el punto de aplicación hasta donde se extendió el semisólido.

Control microbiológico: Se realizó el análisis microbiológico a la crema cosmética de culantro, en la cual describe los siguientes microorganismos a analizar: recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales que debe tener un límite máximo de 5×10^3 UFC/g o mL, ausencia de hongos y levaduras menor a 10 UFC /g o mL, ausencia de *Pseudomona aeruginosa* en 1 g o mL, ausencia de *Staphylococcus aureus* en 1 g o mL y ausencia de *Escherichia coli* en 1 g o mL (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización, 2015).

Análisis estadístico: Todos los datos se procesaron en el software estadístico IBM SPSS versión 24, y expresados como media/desviación estándar (DS). Las comparaciones estadísticas fueron evaluadas a través de un ANOVA de clasificación simple y múltiple considerando un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS

Determinación de Grasas

La determinación de grasas realizados en los equipos de soxhlet y resonador magnético muestran variabilidad entre ellos, el valor más elevado se aprecia en hojas con la utilización

del resonador magnético con un resultado de 4,03/0,275. En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 1. Determinación de grasas en hojas y tallos de *C. sativum* L. (media/DS; n=3)

Equipo	Partes de la planta	(%)
Resonador Magnético Nuclear	Hojas	4,03/0,275
	Tallos	3,31/0,082
Soxhlet	Hojas	3,46/0,475
	Tallos	3,73/0,475

Cuantificación de fenoles totales en el extracto

En la tabla 2, se muestran resultados promedio de contenido de fenoles totales en (mg ácido gálico/g) / DS tanto para hojas y tallos de culantro, obtenidos en los tres extractos a diferentes concentraciones de EtOH: H₂O. El valor mayor de fenoles totales se obtuvo en el extracto hidroalcohólico (50:50) de hojas cuyo valor mayor de 21,867/0,2754 g de muestra seca en comparación a lo reportado (Ceballos y Giraldo, 2015).

Existen estudios realizados Muñiz-Márquez et al., (2013) reportan valores inferiores de fenoles totales para el culantro con un valor de 1,38 mg/g. Según Rahiman et al., (2013) reporta que en el extracto etanólico de hojas de culantro hace una comparación entre contenido de fenoles en muestra seca a corto plazo expresando un valor de 70,24 mg/g y en muestra seca a largo plazo un contenido de 66,57 mg/g lo que se nota un cambio del contenido de polifenoles según el tiempo de secado de la muestra vegetal.

Otros estudios realizados por Shahwar et al., (2012) y Wong et al., (2006) reportan que en extractos metanólicos de las hojas de esta planta poseen mayor contenido de polifenoles, el cual contiene 30,25 mg/g y 110 mg/g de muestra seca respectivamente. El mayor contenido de compuestos fenólicos de la planta constituye una clase importante de metabolitos secundarios de la planta como potencial bioactivo atribuido a actividades como antioxidante y antibacterianas (Wong y Kitts, 2006)

Tabla 2. Contenido de Fenoles Totales en extracto de hojas y tallos de *C. sativum* L. (media/DS; n=3)

Partes de la planta	Solvente (EtOH:H ₂ O)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/g)
Hojas	25:75 (v/v)	16,492/1,054
	50:50 (v/v)	21,867/0,275

	75:25 (v/v)	17,000/0,783
Tallos	25:75 (v/v)	9,183/0,076
	50:50 (v/v)	9,733/0,355
	75:25 (v/v)	7,133/0,232

Determinación de la actividad antioxidante

En la tabla 3, se observan los resultados obtenidos de los extractos hidroalcohólicos a diferentes concentraciones, por lo que se puede apreciar diferencias significativas de la capacidad antioxidante entre las partes vegetativas de la planta con una $p= 0,003$ y las concentraciones de EtOH-agua con una $p= 0,000$, dándonos un resultado mayor en el extracto al 50:50 de hojas con un porcentaje de inhibición de la decoloración del DPPH del 56,681%, y en los tallos el mayor contenido antioxidante lo tiene el extracto al 75:25 con un porcentaje de inhibición de 27,121%.

Tabla 3. Porcentaje de decoloración de DPPH en extractos de hojas y tallos de *C. sativum* L. (media/DS; n=3)

Partes de la planta	Solvente (EtOH:H2O)	Porcentaje de decoloración del DPPH (%)
Hojas	25:75 (v/v)	34,731/0,037
	50:50 (v/v)	56,681/0,098
	75:25 (v/v)	55,095/0,104
Tallos	25:75 (v/v)	22,270/0,491
	50:50 (v/v)	25,804/0,795
	75:25 (v/v)	27,121/0,195

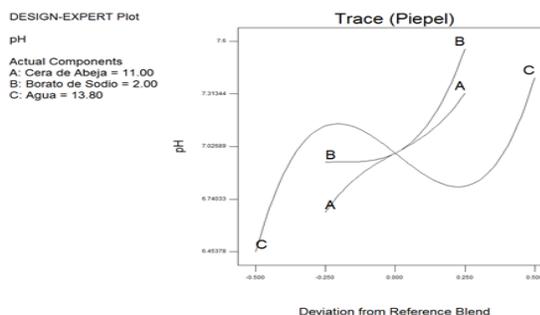
Diseño experimental

El pH obtenido en las formulaciones, se registran rangos entre 6,5 y 7,34, valores aproximados a la acidez de la piel. En la figura 1 se presenta el modelo de Special Cubic al cual se ajustaron los resultados del pH, obteniendo así una probabilidad de 0,0076 ($p < 0,05$), mientras que el análisis de la pérdida de ajuste mostró un resultado de probabilidad igual a 0,1860 esto es un indicativo de que el error de los resultados es estadísticamente igual o similar al error puro entre las réplicas. El R2 ajustado indica que el 90,4% de variabilidad de los resultados obtenidos es explicado por este modelo Special Cubic.

En la figura 6 muestra la representación en trazas correspondiente al pH, donde es evidente que el incremento de la cera de abeja en las preparaciones tiende a aumentar este parámetro,

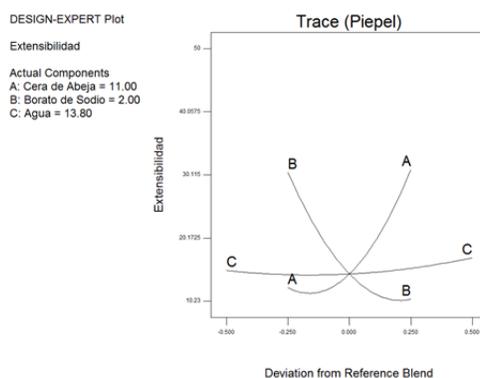
siendo superado por el borato de sodio, de forma que hay una relación directa debido a la naturaleza del borato de sodio. El agua destilada se comporta de una manera muy variable, la misma que no influye con mayor relevancia en este parámetro.

Figura 1. Modelo de Special Cubic de ajuste correspondiente a pH



El diseño D – Optimal para la variable de extensibilidad como se muestra en la Figura 2 de trazas, donde se obtienen resultados que se ajustan a un modelo cuadrático con una probabilidad de ajuste de 0,0005 ($p < 0,05$), mientras que el análisis de la pérdida de ajuste ofreció un resultado de probabilidad igual a 0,1860.

Figura 2. Modelo cuadrático de extensibilidad.



Optimización del diseño D-Optimal

Para optimizar las formulaciones, se utilizó un procedimiento numérico, en el que se asignó a las variables un máximo de importancia. En la tabla 6 se muestran las soluciones propuestas por el software estadístico DX-8 con un 100% de deseabilidad.

Tabla 4. Soluciones del diseño D – Optimal

Nombre	Cera de abeja	Borato de sodio	agua	pH	Extensibilidad
Límite inferior	10	1	11.8	6.5	10.2

Límite superior	12	3	15.8	7.6	50
Fórmula óptima	11.7	1.3	13.7	7.1	32.6

La formulación 1 cumple con el 100% de deseabilidad y los requerimientos necesarios para la elaboración de la crema.

Control microbiológico

El control microbiológico realizado a la crema cosmética de culantro mostró resultados negativos luego de 24,48 y 72 horas después de la siembra, cumpliendo dentro del rango de calidad reportados (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización, 2015).

CONCLUSIONES

Se evaluó las propiedades de *Coriandrum sativum* L obteniéndose resultados prácticos tanto físicos, tecnológicos y microbiológicos siendo satisfactorios para el diseño de una crema cosmética y que permitirán futuras investigaciones relacionadas con la especie de planta estudiada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (2012). *Formulario Nacional de la Farmacopea Brasileña*. Brasilia: Ministerio de la Salud.

Barron, R., Garcia, M., Hernandez, M., Leon, T. & Kite, G. (2011). Flavonoides y actividad antioxidante de *Calia secundiflora* (ort.) yakovlev. *Rev Fitotec Mex*, 34(3), 151-157.

Cayambe, K. y Torres, K. (2016) Diseño de una crema cosmética a partir del aceite de la semilla de *Moringa oleífera* (moringa) Machala: Repositorio Utmach.

Ceballos A y Giraldo, G. (2015). El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) como fuente potencial de antioxidantes naturales. *Revista Vector*, 6(2011), 85-93.

Gutiérrez, Y., Welch, W., Scull, R., García V. & Delgado, L. (2017). Propuesta de una formulación semisólida a partir de un extracto hidroalcohólico de *Talipariti elatum* Sw. *Revista de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 3(2).

Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (2015). *Requisitos para Productos Cosméticos*. Quito: INEC.

Muñiz-Márquez, D., Rodríguez, R., Balagurusamy, N., Carrillo, M., Belmares, R., Contreras, J. & Aguilar, C. (2014). Contenido fenólico y capacidad antioxidante de los

extractos de *Laurus nobilis* L., *Coriandrum sativum* L. y *Amaranthus hybridus* L. *CyTA – Journal of Food*, 12(3), 271-276.

Rahiman, S., Tantry, B., Kumar, A. (2013). Variation of antioxidant activity and phenolic content of some common home remedies with storage time. *Afr J Tradit Complement Altern Med.*, 10(1), 124-127.

Robineau, L. (2005). *Farmacopea vegetal caribeña*. Santo Domingo, República Dominicana. *Enda-caribe*, 251.

Shahwar, M., Hassan, A., Anjum, F., Butt, M., Hussain, S., Nadeem, M. (2012). Characterization of Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Seeds and Leaves: Volatile and Non Volatile Extracts. *Int. J. Food Prop*, 15(4), 736-747.

Singleton, V., Orthofer, R. & Lamuela, R. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymology*, 299, 152-178.

Wong, P. & Kitts, D. (2006). Studies on the dual antioxidant and bacterial properties of parsley (*Petroselinum crispum*) and cilantro (*Coriandrum sativum*) extracts. *Food Chem*, 97(3):505-15.