

ELABORACIÓN DE UNA CREMA COSMÉTICA A PARTIR DE EXTRACTOS DE *CORIANDRUM SATIVUM*

Elena Basurto Jimbo^{ID}, Viviana García Mir^{*ID}, Estefanía Rueda Rodríguez^{ID}, Kevin Noles Ramón^{ID}

Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud. Universidad Técnica de Machala. Ecuador. E-mail: elenab99@hotmail.com, vgarcia@utmachala.edu.ec, estefaniarueda32@gmail.com, kpnolestr_est@utmachala.edu.ec

*Autor para la correspondencia: vgarcia@utmachala.edu.ec

Recibido: 12-05-2020 / Aceptado: 11-08-2021 / Publicación: 30-08-2021

Editor Académico: Enrique Ruiz^{ID}

RESUMEN

Coriandrum sativum L. es una hierba aromática muy empleada como condimento. Presenta gran variedad de metabolitos con diversas propiedades, incluyendo elevada actividad antioxidante. El objetivo del trabajo fue diseñar una crema a partir de extracto hidroalcohólico obtenido de las hojas de *Coriandrum sativum L.* (cilantro) con fines cosméticos. Se partió del estudio de algunos parámetros fisicoquímicos del material vegetal incluyendo la cuantificación del contenido de grasa por resonancia magnética nuclear de baja resolución. Mediante espectrofotometría UV, se valoró el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante (DPPH) a diferentes extractos de las hojas y los tallos con etanol al 25, 50 y 75%. La mayor cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante se obtuvo en el extracto hidroalcohólico (50%) de las hojas con valores de 21,867/0,275 mg/g de muestra seca y 56,68% de decoloración del DPPH. Se diseñó una crema (w/o) a partir del extracto hidroalcohólico de las hojas al 50%, con empleo del diseño de mezcla D-optimal de tres componentes con restricciones: cera de abeja, borato de sodio y agua. Las variables respuesta fueron pH y el área de extensibilidad. Ambas variables presentaron modelos cuadráticos obteniendo una significación $p < 0,0002$, pérdida de ajuste $p > 0,05$ y R^2 ajustado cercano a 1. Finalmente, la formulación obtenida fue la combinación cera de abeja 11,3- borato de sodio- 1 y agua 14,5 con un pH 6,8, extensibilidad 23,7 y 100% deseabilidad. De esta manera se desarrolló una preparación cosmética (crema) de uso tópico natural con actividad antioxidante, empleando herramientas estadísticas.

Palabras clave: *Coriandro sativum*, fenoles totales, capacidad antioxidante, diseño D-optimal.

PREPARATION OF A COSMETIC CREAM FROM EXTRACTS OF *CORIANDRUM SATIVUM L.* (CULANTRO)

ABSTRACT

Coriandrum sativum L. is an aromatic herb widely used as a condiment. It presents a variety of metabolites with various properties, such as antioxidant activity. The objective of this work was to design a cream from the hydroalcoholic extract obtained from the leaves of *Coriandrum sativum L.* (Culantro) for cosmetic purposes. A physicochemical parameters study was carried out on the raw drug, including a fat content determination by Low-Resolution Nuclear Magnetic Resonance. The antioxidant capacity (DPPH) and total phenols content were valued in different leaves and stems extracts with 20, 50, and 75% of ethanol through UV spectrophotometry. The highest amount of total phenols was obtained in the

hydroalcoholic extract (50%) of leaves with 21,867 / 0,275 mg/g from a dry sample and 56.68% DPPH discoloration. A cosmetic cream was designed starting from a 50% hydroalcoholic leaves extract using a three components D-optimal mix design with restrictions: beeswax, sodium borate, and water. Extensibility, area, and pH were the response variables. Both variables presented quadratic and special cubic models obtaining values of $p < 0.05$, adjustment lost $p > 0.05$, and adjusted R^2 near to 1. Experiment 1 shows 100% desirability. The analysis allowed a cosmetic preparation (cream) for natural topical use with antioxidant activity was developed using statistical tools.

Keywords: *Coriandrum sativum*, total phenols, antioxidant capacity, D-optimal.

PREPARAÇÃO DE UM CREME COSMÉTICO A PARTIR DE EXTRATOS DE *CORIANDRUM SATIVUM* L. (COENTRO)

RESUMO

Coriandrum sativum L. é uma erva aromática amplamente utilizada como condimento. Apresenta uma grande variedade de metabólitos com diversas propriedades, incluindo alta atividade antioxidante. O objetivo do trabalho foi elaborar um creme a partir do extrato hidroalcoólico obtido das folhas de *Coriandrum sativum* L para fins cosméticos. Foi realizado um estudo dos parâmetros físico-químicos do fármaco bruto, incluindo a determinação do teor de gordura por Ressonância Magnética Nuclear de Baixa Resolução. Por espectrofotometria UV, foram avaliados o teor de fenóis totais e a capacidade antioxidante (DPPH) de diferentes extratos de folhas e caules com etanol a 25, 50 e 75%. A maior quantidade de fenóis totais e atividade antioxidante foi obtida no extrato hidroalcoólico (50%) das folhas com valores de 21,867 / 0,275 mg / g de amostra seca e 56,68% de descoloração do DPPH. Um creme (w/o) foi elaborado a partir do extrato hidroalcoólico das folhas a 50%, utilizando o desenho de mistura D-ótima de três componentes com restrições: cera de abelha, borato de sódio e água. As variáveis de resposta foram o pH e a área de extensibilidade. O pH e extensibilidade apresentaram modelos quadráticos obtendo significância $p < 0,0002$, perda de ajuste $p > 0,05$ e R^2 ajustado próximo a 1. Finalmente, a formulação obtida foi uma combinação de cera de abelha 11,3, borato de sódio-1 e água 14,5 com pH 6,8 e 23,7 extensibilidade e 100% desejabilidade. Desta forma, foi desenvolvida uma preparação cosmética (creme) para uso tópico natural com atividade antioxidante, utilizando ferramentas estatísticas.

Palavras chave: *Coriander sativum*, fenóis totais, capacidade antioxidante, projeto D-ótimo.

1. INTRODUCCIÓN

Coriandrum sativum L. (Culantro) es una especie aromática ampliamente distribuida y fácilmente cultivada en huertos familiares. Es una planta herbácea perenne que pertenece a la familia Apiaceae y constituye uno de los condimentos principales de las comidas en varios países (Laribi et al., 2015).

Debido a la presencia de una multitud de bioactivos en las diferentes partes de la planta, se le ha atribuido una amplia gama de actividades farmacológicas, que incluyen antimicrobianos, antioxidantes, antidiabéticos, ansiolíticos, antiepilépticos, antidepresivos, antimutagénico, antiinflamatorio, antidislipidémico, antihipertensivo, neuroprotector y diurético (Sahib et al., 2013). Entre los principales metabolitos que presenta están: alcaloides, compuestos fenólicos, saponinas y un porcentaje alto de ácidos grasos esenciales. En los extractos acuosos, etanólicos y metanólicos de las hojas y los tallos se han identificado productos de naturaleza fenólica, responsables en gran medida de la actividad antioxidante, aspecto funcional más importante que caracteriza a esta especie (Jazia et al., 2011; Nurzyńska- Wierdak, 2013). Adicionalmente, muestra un elevado contenido de agua (90%), calcio, hierro, vitamina B1 (tiamina), B2 (riboflavina), vitamina A y proteínas (Wei et al., 2019).

Antiguamente, el hombre empleó los recursos naturales para el cuidado de la piel de forma empírica, basándose en usos tradicionales y conocimientos etnobotánicos. Sin embargo, en la actualidad la industria cosmética diseña productos que contienen ingredientes activos provenientes de las plantas de elevada eficacia, amplio rango terapéutico y baja toxicidad denominados cosmeceúticos. Algunos de estos compuestos actúan sobre la piel en la prevención y protección de elementos que alteran la estructura de la capa córnea (González y Bravo, 2017).

La piel es la frontera que separa nuestro cuerpo del resto de las cosas y su senectud es el resultado de alteraciones celulares debidas a la acumulación de radicales libres. El desarrollo de ingredientes activos antioxidantes con el objetivo de tratar y prevenir el envejecimiento cutáneo es esencial para reducir al mínimo el efecto del estrés oxidativo y retrasar la muerte celular (Castaño et al., 2018).

Las cremas cosméticas son formulaciones semisólidas destinadas a su aplicación en la piel, su consistencia y propiedades dependen de la naturaleza de los sólidos de la fase interna y del tipo de emulsión presente, sea agua /aceite (W/O) hidrófobas o aceite/agua (O/W) hidrófilas. Las preparaciones donde predomina la fase oleosa (W/O) son untuosas y viscosas por ello son útiles como emolientes, lubricantes y nutritivas para la piel seca, sometida a condiciones climáticas adversas, zonas de roce y procesos dermatológicos crónicos. En su diseño debe considerarse tanto las potencialidades del ingrediente activo como las características de los excipientes y la finalidad del producto (Lukic et al., 2012). Teniendo en cuenta estos planteamientos, el trabajo se propuso diseñar

una crema a partir de extracto hidroalcohólico obtenido de las hojas de culantro *Coriandrum sativum* L. con fines cosméticos, como una nueva forma de uso sostenible a considerar en el campo de la fitocosmética.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección y preparación de la planta

Se utilizaron muestras de *C. sativum* L. procedentes de la granja ECUAVERDURAS, las cuales se obtuvieron del supermercado “AKI”. Se seleccionaron las que se encontraban en buen estado no afectadas por insectos, ni contaminadas por tierra, arena u otra materia inorgánica.

Las muestras se lavaron con agua destilada y se desinfectaron con hipoclorito de sodio (Sigma-Aldrich) al 0,5%, separando las partes aéreas (hojas y tallos). Fueron secadas a temperatura ambiente por un periodo de 48 horas, luego se llevó a desecación completa a 40°C en estufas (Memmert Basic UNB 400, Schwabach, Alemania) por 48 horas. Finalmente se trituró en un molino de discos (DM 200, Düsseldorf, Alemania) hasta polvo fino aproximadamente entre 0,5-1 mm. Se almacenaron en fundas de nylon herméticas de 25 a 30°C.

Control de calidad del material vegetal diferenciando hojas y tallos

Mediante métodos gravimétricos se determinó la humedad y las cenizas totales, solubles en agua e insolubles en ácido clorhídrico. Este ensayo se efectuó por triplicado siguiendo la metodología establecida por la WHO (2011) y USP 38 (2015).

Contenido de grasas

La cuantificación se realizó siguiendo la metodología descrita en la ISO 8292-1(2008) empleando Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de baja resolución. Se pesaron tres tubos de ensayos con bases planas de 25 mL de capacidad, en cada uno se colocó el material vegetal con diferencias significativas entre los pesos 2-6 g. Los tubos con las muestras fueron colocados en la estufa (Memmert Basic UNB 400) durante 30 minutos a 40°C. Transcurrido este tiempo se procedió a determinar en el equipo marca Minispec modelo MQ20 NMR Analyzer (Bruker, Alemania), la cantidad de grasa presente en la droga cruda de hojas y tallos de *C. sativum* (Cobo et al. 2017).

Obtención y control de calidad de los extractos hidroalcohólicos

La preparación del extracto hidroalcohólico se realizó en base a la investigación realizada por Ceballos y Giraldo (2011), con extracción asistida por ultrasonido a 3000 rpm (Ultrasonic Bath 5.7, Fischer Scientific), temperatura ambiente y aisladas de la luz.

Se pesó 1 g del material vegetal en la balanza analítica Pioneer Ohaus y se sometió, de manera independiente, a extracción sólido-líquido (1:25 p/v), con diluciones hidroalcohólico a diferentes concentraciones: 25, 50, 75%, con agitación magnética y aislada de la luz durante 90 minutos. Los extractos fueron filtrados con ayuda de papel filtro, se almacenaron en refrigeración ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) y protegidos de la luz, para los análisis correspondientes (Ceballos y Giraldo, 2011).

A los extractos se le evaluó la densidad relativa por picnometría, los sólidos totales mediante gravimetría y el pH con el pH-metro Oakton pH 700 (Vernon Hills, USA). El índice de refracción se determinó en un refractómetro Anton Paar-Abbemat 200 (Malmö, Suecia) y los sólidos totales en estufa de marca Memmert. Los parámetros se obtuvieron por triplicado siguiendo la metodología establecida por WHO (2011) y USP 38 (2015).

Determinación de Fenoles Totales

Para la elaboración de la curva de calibración se procedió de igual manera a la metodología descrita Singleton et al. (1998) con algunas modificaciones. De cada uno de los extractos hidroalcohólicos anteriores, se tomó 0,1 mL, se adicionó 5 mL de disolución al 10% del reactivo de Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich) y 0,9 mL de agua desionizada. Se agitó en un volter (Thermo Scientific, USA) y se dejó en reposo por 5 minutos, transcurrido este periodo se añadió 4 mL de Na_2CO_3 al 7,5%, se mezcló y dejó en reposo durante 2 horas. Se realizó la lectura a 765 nm en un espectrofotómetro (UV-Visible Spectrophotometer Evolution 201, Thermo Scientific, USA) empleando microceldas de 2 mL.

Determinación de la capacidad antioxidante

El análisis se determinó por el método del radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) descrito por Barron et al. (2011). La capacidad antioxidante de la muestra 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) mezclando separadamente. Las mezclas se dejaron a temperatura ambiente y oscuridad durante 30 minutos. Posteriormente se midió su absorbancia en el espectrofotómetro (UV-Visible Spectrophotometer Evolution 201, Thermo Scientific, USA).

Diseño de una crema cosmética a partir de extracto hidroalcohólico de *C. sativum*.

En la formulación se estableció un 50% del extracto hidroalcohólico (extracto de 50% de etanol). Este porcentaje correspondió con los resultados de la evaluación de la actividad antioxidante.

Se aplicó un diseño experimental de mezclas con restricciones con tres componentes: cera de abeja entre 10-12% (APICOLA GRIJALVA, Ecuador), Borato de Sodio 1-3% (Solvesa Ecuador S.A,

Ecuador) y Agua del 11.80-15.80%. El resto de los excipientes se seleccionaron de acuerdo con los más frecuentes en este tipo de preparación y todos fueron de calidad farmacéutica: 13% de alcohol cetílico y 54% aceite de coco (ambos de Laboratorios Duque, Ecuador), 0,18 y 0,02% metil y propil parabeno, como preservos (VENO Fine Chemical) (Gutiérrez et al., 2017; Rodríguez, 1998).

Se elaboraron 14 experimentos de los cuales siete se utilizaron para estimar el modelo, tres para la pérdida de ajuste y los cuatro restantes de réplicas. Las variables respuesta fueron pH y extensibilidad. El estudio se realizó con ayuda del software DX-11.0 del 2018 (Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA) (Gutiérrez, 2008)

Los modelos matemáticos de mejor ajuste para cada variable respuesta, se seleccionaron en base a las comparaciones de la significación, la pérdida de ajuste, precisión Adeq, los coeficientes de determinación R^2 ajustado y predicho.

Las formulaciones fueron preparadas en orden aleatorio como lo indicó el software DX-11.0. Se elaboraron a escala de laboratorio de 150 g cada una, por el método de fusión basándose en el modelo de la formulación Cold Cream base principal para el desarrollo de este tipo de cremas. (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2012)

El proceso de confección partió de fundir la cera de abeja junto con el alcohol cetílico a una temperatura de 70°C. Luego, se adicionó el aceite de coco a 25°C. Primero se agita rápido de forma continua y luego lento de las orillas hacia el centro. Se incorporó poco a poco el extracto junto con los parabenos y de igual manera el borato de sodio y el agua, se mezcló hasta obtener la textura deseada.

Evaluación de los parámetros físico-químicos y tecnológicos de la crema

Se tomó en cuenta el color, olor, consistencia y apariencia, se determinó el pH utilizando un pH-metro digital (BANTE 920, Colombia) de todas las formulaciones realizadas. También se evaluó el área de extensibilidad, colocando como base un papel milimetrado, trazado con las coordenadas, que sirvieron como guía para determinar el área de extensibilidad. Posteriormente, se ubicó encima de la hoja milimetrada una placa de vidrio, en el centro se colocaron 2 g de cada formulación. Por último, se colocó cuidadosamente otra placa de vidrio de aproximadamente 380 g de peso. A los 5 minutos se midió con el calibrador de Vernier los diámetros de la elipse formada, siguiendo las coordenadas (4 direcciones). Los ensayos se realizaron por triplicado a una temperatura de $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $70\% \pm 5\%$.

En la optimización de las formulaciones se utilizó un procedimiento numérico (DX-11). Se asignó como criterios un pH entre 6 y 7 y la extensibilidad como objetivo 30,5 cm² con un máximo grado de importancia.

Análisis estadístico.

Los datos se procesaron en el software estadístico IBM SPSS versión 24, y expresados como media/desviación estándar (DS). Las comparaciones estadísticas fueron mediante t de Student y Anova II, considerando un nivel de significación del 5%. Previo a estas determinaciones se verificó el cumplimiento de la distribución normal y la homocedasticidad empleando las pruebas Shapiro-Wilk y Levene respectivamente.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros de calidad de las hojas y tallos de *C. sativum* mostraron diferencias ($p < 0,05$) y ambos cumplieron con los requisitos (USP 38, 2015). (**Tabla 1**)

Tabla 1. Parámetros de calidad de las hojas y tallos de *C. sativum* (media/SD; n=3)

Parámetros (%)		Partes de la planta	
		Hojas	Tallos
Humedad		9,46/0,236	9,88/0,073
Cenizas totales		8,83/0,059	16,01/0,006
Cenizas solubles en agua		4,50/0,175	12,92/0,141
Cenizas insolubles en HCl al 10 %		0,20/0,231	1,25/0,12
Sustancias solubles	Mezcla hidroalcohólica al 50%	42,49/0,02	30,51/0,33
	Alcohol	33,87/0,064	8,82/0,76
	Agua	12,28/0,065	38,46/0,342
Contenido de grasa		4,03/0,27	3,31/0,08

Los parámetros mostraron diferencias significativas $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

La determinación del contenido de grasas mostró variabilidad significativa entre el tallo y la hoja. El valor más elevado se aprecia en hojas ($p < 0,05$). La cuantificación se realizó mediante RMN de baja resolución, una herramienta importante de control de calidad para la determinación del contenido de grasas sólidas en la producción y procesamiento de grasas y aceites en la industria alimentaria. Entre

sus ventajas: se encuentra que no es invasivo, no necesita productos químicos adicionales, tiene buena reproducibilidad y requiere menos tiempo de análisis (Cobo et al. 2017).

La deficiencia de grasa en la piel incide negativamente, genera superficies estriadas, no flexible, sin brillo y esto es un factor importante a considerar en el desarrollo de un cosmético (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización. Productos Cosméticos NTE INEN 2867, 2015: Pandey et al. 2021): La planta *C. sativum* L. cuenta en su composición ácidos grasos insaturados beneficiosos para el organismo, tales como el ácido petroselínico, linoleico, linalol, pineno, dipenteno, geraniol, felandren, borneol, limoneno, por mencionar algunos (Chung et al., 2012).

Control de calidad de los extractos hidroalcohólicos de *C. sativum* al 25, 50 y 75%.

Los parámetros como densidad, índice de refracción y pH evaluados en los extractos de las diferentes partes vegetativas y a las diferentes concentraciones de etanol (25, 50 y 75%) no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$). La densidad fue 1,04/0,00, índice de refracción 1,35/0,00, pH 6,27/0,06. Sin embargo, en los porcentajes de sólidos totales los valores si existieron diferencias en cada una de las condiciones. (**Tabla 2**)

Cuantificación de fenoles totales.

En la **tabla 2**, se muestran los resultados de contenido de fenoles totales en mg ácido gálico/g tanto para hojas y tallos de *C. sativum*, obtenidos en los tres extractos a diferentes proporciones de EtOH: H₂O. La cantidad de fenoles totales mayor se obtuvo en el extracto hidroalcohólico 50% de las hojas cuyo valor de 21,867/0,2754 mg ácido gálico/g ($Y = -0,00216 + 1,17X$, $r^2 = 0,99$, $p = 0,99$) de muestra seca.

Se ha reconocido que los fenoles muestran actividad antioxidante y sus efectos sobre la nutrición y la salud humana son considerables. Estos compuestos actúan como terminadores de radicales libres. (Shahidi, 1992). Muñoz-Márquez et al. (2014) reportan valores inferiores de fenoles totales para el *C. sativum* con un valor aproximado de 1,38 mg ácido gálico/g. Este estudio valoró el efecto de diferentes disoluciones (0, 35 y 70% de etanol) mostrando que no existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) en el rendimiento.

Tabla 2. Determinaciones del contenido de sólidos, fenoles totales y porcentaje de decoloración de DPPH en diferentes extractos hidroalcohólicos de hojas y tallos de *C. sativum* L. (media/DS; n=3).

Partes de la planta	Relaciones extractos a EtOH- H ₂ O	ST (%)	Compuestos fenólicos (mg ácido gálico/g)	Porcentaje de decoloración del DPPH (%)
Hojas	25:75 (v/v)	0,86/0,03 ^a	16,49/1,05 ^a	34,73/0,08

	50:50 (v/v)	1,20/0,08 ^b	21,89/0,27 ^b	56,68/0,10
	75:25 (v/v)	1,17/0,07 ^c	17,00/0,78 ^c	55,09/0,14
Tallos	25:75 (v/v)	0,53/0,01 ^a	9,18/0,078 ^a	22,27/0,49
	50:50 (v/v)	0,66/0,02 ^b	9,73/0,35 ^b	25,80/0,79
	75:25 (v/v)	0,64/0,03 ^b	7,13/0,23 ^c	27,12/0,19

ST= Sólidos Totales.

a, b y c muestran las diferencias estadísticas ($p < 0,05$).

Fuente: Elaboración propia.

Actividad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de las hojas y tallos

La capacidad de un compuesto de inhibir el índice de oxidación constituye un aspecto de gran importancia, ya que se protege al organismo de las infecciones, del deterioro celular y del envejecimiento prematuro (Coronado et al., 2015).

La **Tabla 2**, muestra los resultados de la evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos a diferentes concentraciones. Existieron diferencias significativas entre las partes vegetativas de la planta ($p = 0,003$) y las concentraciones de etanol-agua ($p = 0,000$). La relación 50:50 de las hojas presentó el mayor porcentaje de inhibición en la decoloración del DPPH con un 56,681%. En los tallos, la mayor actividad lo tuvo el extracto al 75:25 con un porcentaje de inhibición de 27,12%.

Diseño de una crema cosmética a partir del extracto hidroalcohólico de las hojas de *C. sativum*

En la elaboración de la crema se consideró las propiedades antioxidantes del extracto hidroalcohólico de las hojas al 50%. Utilizando el mismo porcentaje (50%) este se incorporó como ingrediente activo en la formulación.

El tipo de emulsión realizada fue agua/aceite. Esta última se caracteriza por formar películas oleosas algo oclusivas que impermeabilizan la superficie de la piel. Los componentes optimizados fueron la cera de abeja, borato de sodio y agua. La selección se basó en la reacción de saponificación de un ácido graso en un medio alcalino. La cera contiene el ácido cerótico que reacciona con el Borato de sodio dando lugar al cerotato de sodio. El exceso de este material genera una crema de textura granulosa. El borato que no reacciona lo conduce a su cristalización. Cuando es insuficiente, dará como consecuencia, que no se forme la cantidad requerida del emulsificante dando igualmente a la cristalización de la cera que no reacciona, y a la separación de la grasa líquida de la formulación (Aranberri et al., 2006; Garzón et al., 2009).

De las 14 formulaciones evaluadas (**Tabla 3**) se obtuvieron varias consistencias, sin observarse signos de inestabilidad física o química. El color verde claro, típico del extracto, fue homogéneo en todas las preparaciones. El resultado de cada variable respuesta (pH y extensibilidad) se representa

en la **Tabla 3**. Las ecuaciones y los parámetros de valoración de cada modelo se resumen en la **Tabla 4**.

Tabla 3: Matriz experimental y resultados de las variables respuestas del diseño D-Optimal de la crema de *C. sativum* L.

Corridas	Cera de abeja (%)	Borato de sodio (%)	Agua (%)	pH	Extensibilidad ² cm
1	10	3	13,8	7,2	10
2	12	3	11,8	7,3	12
3	11	1	14,8	7	11
4	10	2	14,8	6,9	10
5	10,29	3	13,51	7,3	10,29
6	12	1	13,8	7,1	12
7	10	1	15,8	6,2	10
8	10,29	3	13,51	7,6	10,29
9	12	1	13,8	7	12
10	11	3	12,8	7,3	11
11	11,5	2	13,3	7,3	11,5
12	12	3	11,8	7,2	12
13	10	1	15,8	6	10
14	12	2	12,8	7,14	12

n=3 en cada una de las determinaciones.

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de la variable pH se obtuvo un valor F experimental de 22,92 en el modelo cuadrático por lo que resultó significativo, con solo 0,02% de probabilidad de ruido. La pérdida de ajuste fue 0,0500, lo que indica que el error de los residuos fue estadísticamente similar al error puro de las réplicas. El R² predicho de 0,8032 está razonablemente relacionado con el R² ajustado de 0,8940, la diferencia es menor de 0,2. El Adeq precisión fue 14,638 indicando que la señal fue adecuada por tanto en este modelo se puede usar para navegar por el espacio de diseño. El modelo indica que los componentes A (cera de abeja), B (borato de sodio), C (agua) y la interacción AC tienen un efecto significativo en el pH de las mezclas ($p < 0,05$), el resto de las interacciones no.

Tabla 4: Resumen de los modelos ajustados del diseño D-Optimal de la crema de *C. sativum* L.

Modelo ajustado	Sig. (p)	Pérdida de ajuste (p)	R ² ajustado	Precisión Adeq
pH = -48,8786 Cera de Abeja - 4,073 Borato de Sodio - 33,663 Agua + 71,754 Cera de abeja * Borato de Sodio + 190,917 Cera de Abeja * Agua + 63,271 Borato de Sodio * Agua	0,0002	0,1220	0,8940	14,6381
Extensibilidad = 56,39 * cera de abeja + 153,15 * borato de sodio + 14,54 * agua - 14,38 * cera de abeja * borato de sodio - 4,64 * cera de abeja * agua - 3,32 * borato de sodio * agua	0,0005	0,6153	0,9097	11,7756

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico de traza se observa el comportamiento del pH en cada uno de los componentes (**Figura 1**). La mayor importancia relativa en la mezcla fue el agua. Al aumentar su proporción disminuye significativamente el pH. El efecto de A y B fue menor y con un proceder similar. En un punto A cambia ligeramente su dirección. El gráfico de contorno (**Figura 1**) presenta las coordenadas de los principales valores estimados de pH entre 6 y 7,6. La franja verde muestra la región donde se encuentran las proporciones de A, B y C óptimas del diseño entre 6,5 y 7.

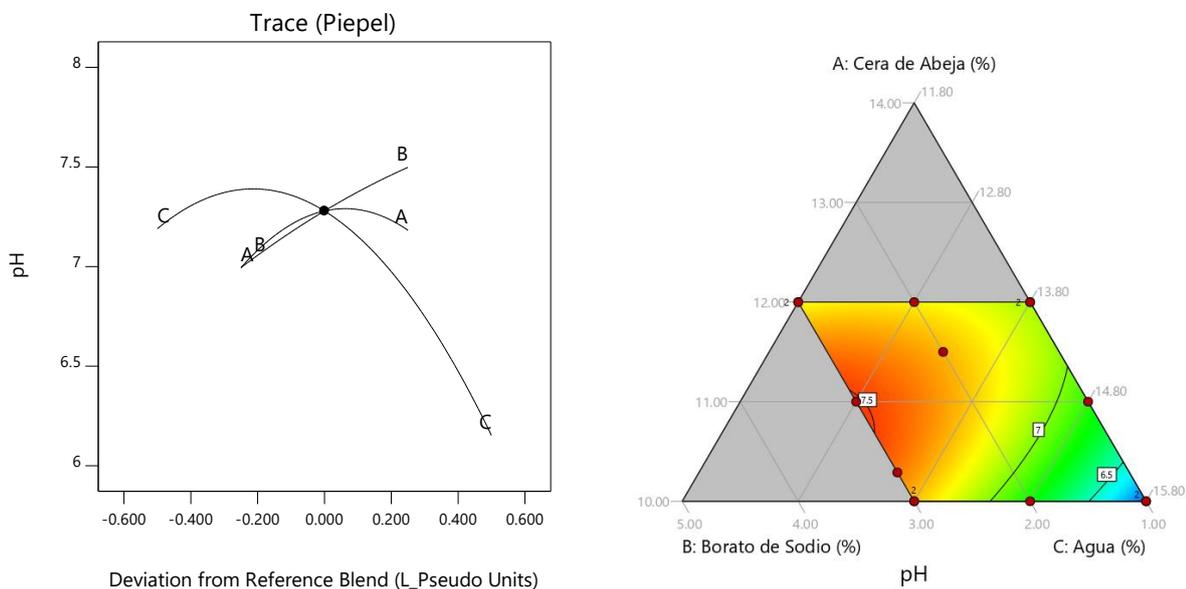


Figura 1. Modelos de ajuste correspondiente al pH. Gráficos de traza y contorno del diseño D optimal.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de la variable extensibilidad se ajustaron a un modelo cuadrático (**tabla 4**). El valor de F fue 16,12 (p=0,0005) y la pérdida de ajuste de 0,6159. La diferencia entre el R² predicho (0,7067) y el ajustado (0,8533) fue menor de 0,2. El modelo determinó significativos como A, B, C y la interacción en A-B. En comparación con el pH, la relación cera de abeja - borato de sodio si incidió

en consistencia de la crema. El gráfico de traza (**Figura 2**) muestra que la mayor importancia fue para A y B, sus proporciones afectan sustancialmente el parámetro. En cambio, con el agua este parámetro se comporta sin mayor variabilidad. En el gráfico de contorno (**Figura 2**) se indica las proporciones de los componentes en la mezcla (franja azul) que tienen una extensibilidad superior a 20 cm^2 .

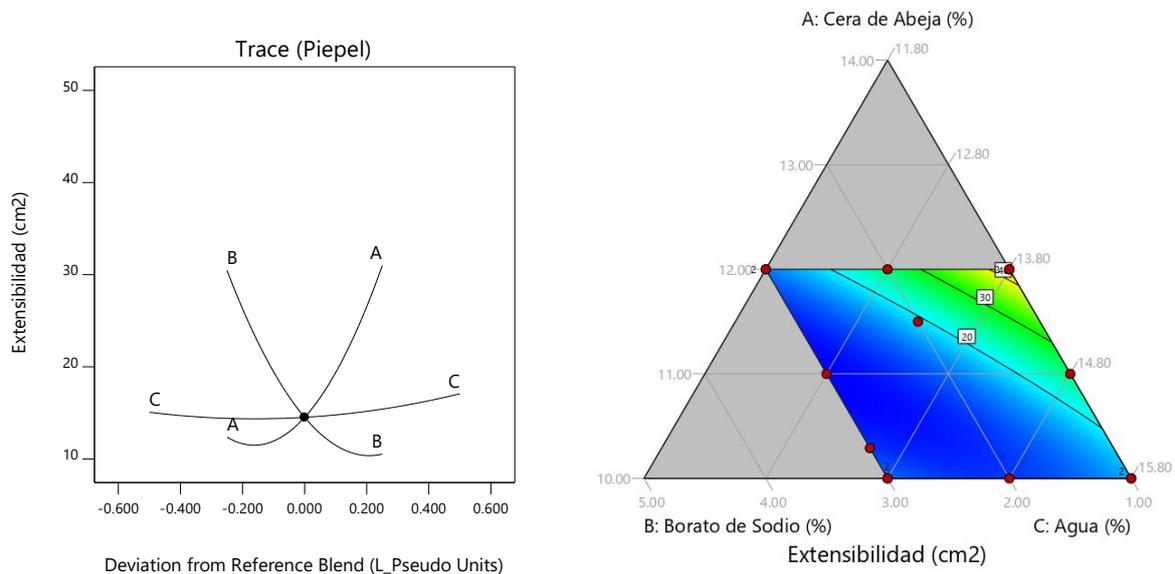


Figura 2. Modelos de ajuste correspondiente a la Extensibilidad, Gráficos de traza y contorno del diseño D optimal.
Fuente: Elaboración propia.

Para optimizar las formulaciones en el DX 11 se consideró como criterios un pH entre 6 y 7 y la extensibilidad como objetivo $30,5 \text{ cm}^2$ con un máximo grado de importancia. La combinación obtenida fue cera de abeja 11,3 %, borato de sodio 1 % y agua 14,5 % con un pH 6,8, y extensibilidad $23,7 \text{ cm}^2$ y 100% deseabilidad.

3. CONCLUSIONES

Con el estudio realizado se demostró la factibilidad de diseñar un nuevo producto cosmético de uso tópico a base del extracto hidroalcohólico de hojas de *C. sativum*, producto natural con marcada actividad antioxidante, empleando herramientas estadísticas de diseño experimental que permitieron optimizar los componentes en las formulaciones.

4. REFERENCIAS

- Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria. (2012). Formulario Nacional de la Farmacopea Brasileña. pp.204.
- Aranberri, I. Binks, B. Clint, J, y Fletcher, P. (2006). Elaboración y caracterización de emulsiones estabilizadas por polimeros y agentes tensioactivos. *Rev Iberoam Polímeros*, 7(3), 21.
- Barrón-Y., Rosario M., García-Mateos, M. del Rosario, Soto-Hernández, Marcos R., Colinas-León, Teresa, y Kite, Geoffrey. (2011). Flavonoides y actividad antioxidante de *Calia secundiflora* (Ort.) Yakovlev. *Revista fitotecnia mexicana*, 34(3), 151-157. Recuperado em 04 de maio de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802011000300005&lng=pt&lng=

- Castaño Amores, C., y Hernández Benavides, P. J. (2018). Activos antioxidantes en la formulación de productos cosméticos antienvjecimiento. *Ars Pharmaceutica* (Internet), 59(2), 77-84.
- Ceballos, A. y Giraldo, G. (2011). El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) como fuente potencial de antioxidantes naturales. *Vector* 6, 85–93. http://vip.ucaldas.edu.co/vector/downloads/Vector6_11.pdf
- Chung, I. M., Ahmad, A. Kim, S. J. Naik, P. M., y Nagella, P. (2012). Composition of the essential oil constituents from leaves and stems of Korean *Coriandrum sativum* and their immunotoxicity activity on the *Aedes aegypti* L. *Immunopharmacology and immunotoxicology*, 34(1), 152–156. <https://doi.org/10.3109/08923973.2011.589030>
- Cobo, M. F., Deublein, E. J., Haber, A., Kwamen, R., Nimbalkar, M., & Decker, F. (2017). TD-NMR in quality control: standard applications. *Modern magnetic resonance*, 1-18. https://www.researchgate.net/profile/Manoj-Nimbalkar/publication/318434683_TD-NMR_in_Quality_Control_Standard_Applications/links/5b27a003458515cad5604336/TD-NMR-in-Quality-Control-Standard-Applications.pdf
- Coronado H, Marta, Vega y León, Salvador, Gutiérrez T, Rey, Vázquez F, Marcela, & Radilla V, Claudia. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Garzón, ML. Vázquez, ML. Villafuerte, L. García, B., y Hernández, A. (2009). Efecto de los componentes de la formulación en las propiedades de las nanopartículas lipídicas sólidas. *Rev Mex Ciencias*, 40(2), 26–40. <http://www.redalyc.org/pdf/579/57912942005.pdf>
- González Minero, Francisco José, y Bravo Díaz, Luis. (2017). Historia y actualidad de productos para la piel, cosméticos y fragancias. Especialmente los derivados de las plantas. *Ars Pharmaceutica* (Internet), 58(1), 5-12. <https://dx.doi.org/10.4321/s2340-98942017000100001>
- Gutiérrez Pulido, H., & Vara Salazar, R. d. l. (2012). *Análisis y diseño de experimentos* (3a. ed). México D.F.: McGrawHill.
- Gutiérrez, Y. Welch W, S R. García V., y Delgado L. (2017). Propuesta de una formulación semisólida a partir de un extracto hidroalcohólico de *Talipariti elatum* Sw. *Rev Ciencias Farm y Aliment*, 3(2), 1-12.
- Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización. (2015). *Productos Cosméticos NTE INEN 2867*. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2867.pdf
- ISO 8292-1:2008(en) (2008) Animal and vegetable fats and oils – determination of solid fat content by pulsed NMR.
- Laribi, B., Kouki, K., M'Hamdi, M., y Bettaieb, T. (2015). Coriander (*Coriandrum sativum* L.) and its bioactive constituents. *Fitoterapia*, 103, 9–26. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2015.03.012>
- Lukic, M., Jaksic, I., Krstonosic, V., Cekic, N., y Savic, S. (2012). A combined approach in characterization of an effective w/o hand cream: the influence of emollient on textural, sensorial and in vivo skin performance. *International journal of cosmetic science*, 34(2), 140-149.
- Muñiz-Márquez, DB., Rodríguez, R., Balagurusamy, N., Carrillo, ML., Belmares, R., Contreras, JC., Nevárez, GV., y Aguilar, CN. (2014). Phenolic content and antioxidant capacity of extracts of *Laurus nobilis* L., *Coriandrum sativum* L. and *Amaranthus hybridus* L. *J Food.*, 12(3), 271-276. <https://doi.org/10.1080/19476337.2013.847500>
- Nurzyńska-Wierdak, R. (2013). Essential oil composition of the coriander (*Coriandrum sativum* L.) herb depending on the development stage. *Acta Agrobot*, 66(1), 53–60. <https://doi.org/10.5586/aa.2013.006>
- Pandey, A., Jatana, G. K., y Sonthalia, S. (2021). *Cosmeceuticals*. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Rodríguez, I. (1998). Agentes promotores de la permeación percutánea. *Rev Cubana Farm*, 32(1), 68-75. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75151998000100011&lng=es&tlng=es.
- Sahib, N. G., Anwar, F., Gilani, A. H., Hamid, A. A., Saari, N., & Alkharfy, K. M. (2013). Coriander (*Coriandrum sativum* L.): A potential source of high-value components for functional foods and nutraceuticals-A review. *Phytotherapy Research*, 27(10), 1439-1456.
- Shahidi, F., y Wanasundara, P. K. (1992). Phenolic antioxidants. *Critical reviews in food science and nutrition*, 32(1), 67–103. <https://doi.org/10.1080/10408399209527581>
- Singleton, V., Orthofer, R., y Lamuela-Raventos, R. (1999). Analysis of Total Phenola and Other Oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-78. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Jazia, S., Wissem A, Talou T, Vilarem G y Marzouk B. Chemical composition and antioxidant activities of tunisian and canadian coriander (*Coriandrum sativum* L.) *Fruit. J Essent Oil Res.* 2011; 23(4):7–15. <https://doi:10.1080/10412905.2011.9700462>
- United States Pharmacopeial (USP 38). (2015). *Chemical Tests of articles of Botanical*. 1–54. <https://www.usp.org/sites/default/files/usp/document/our-work/DS/2015-dsc-chapters-561-616-1010-1092.pdf>
- Wei, J. N., Liu, Z. H., Zhao, Y. P., Zhao, L. L., Xue, T. K., y Lan, Q. K. (2019). Phytochemical and bioactive profile of *Coriandrum sativum* L. *Food chemistry*, 286, 260–267. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.171>
- World Health Organization. (2011). *Quality control methods for herbal materials*. World Health Organization. pp 187. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44479>

Contribución de autores

Autor	Contribución
Elena Basurto Jimbo	Conceptos o ideas. Definición del contenido intelectual. Búsqueda bibliográfica. Estudios experimentales. Adquisición de datos. Análisis de datos. Preparación del manuscrito.
Viviana García Mir	Conceptos o ideas. Diseño. Definición del contenido intelectual. Búsqueda bibliográfica. Estudios experimentales. Análisis de datos. Análisis estadístico. Preparación, edición y revisión del manuscrito.
Estefanía Rueda Rodríguez	Búsqueda bibliográfica. Estudios experimentales. Adquisición de datos. Revisión del manuscrito.
Kevin Noles Ramón	Búsqueda bibliográfica. Estudios experimentales. Adquisición de datos.

Citación sugerida: Jimbo, E., Mir, V., Rodríguez, E., Ramon, K. (2021). Elaboración de una crema cosmética a partir de extractos de *Coriandrum Sativum*. Revista Bases de la Ciencia, 6(2), 153-166. DOI: https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v%vi%i.3481 Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/3481>