

## POLVO DE SUBPRODUCTOS DE MANGO CRIOLLO: UNA FUENTE POTENCIAL DE ANTIOXIDANTES Y FIBRA DIETÉTICA EN LAS PREPARACIONES DE GALLETAS

### MANGO CRIOLLO BY-PRODUCT POWDER: A POTENTIAL SOURCE OF ANTIOXIDANTS AND DIETARY FIBER IN COOKIE PREPARATIONS

López Aranda Erika<sup>1</sup>, Pérez Arzola Silvia<sup>2</sup> Gabilán Linares Eleodoro<sup>3</sup>, Romero Cruz Anabel<sup>4</sup>, Luna Esquivel Narciso<sup>5</sup>

<https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v7i2.300>

<sup>1</sup> Maestra en Ingeniería Administrativa. Tecnológico Nacional de México/ITS de Acatlán de Osorio, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, [erika.lopez@itsao.edu.mx](mailto:erika.lopez@itsao.edu.mx), 9531126180, CP 74949. <https://orcid.org/0000-0003-1424-2927>

<sup>2</sup> Ingeniera en Industrias Alimentarias. Tecnológico Nacional de México/ITS de Acatlán de Osorio, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, [silvia.perez@itsao.edu.mx](mailto:silvia.perez@itsao.edu.mx), 2751036468, CP 74949. <https://orcid.org/0009-0008-1141-0095>

<sup>3</sup> Ingeniero en Industrias Alimentarias. Tecnológico Nacional de México/ITS de Acatlán de Osorio, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, [eleodoro.gabilan@itsao.edu.mx](mailto:eleodoro.gabilan@itsao.edu.mx), 9531113094, CP 74949. <https://orcid.org/0000-0003-1142-9251>

<sup>4</sup> Maestra en Ingeniería Administrativa. Tecnológico Nacional de México/ITS de Acatlán de Osorio, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, [anabel.romero@itsao.edu.mx](mailto:anabel.romero@itsao.edu.mx), 9531052567, CP 74949. <https://orcid.org/0000-0003-1142-9251>

<sup>5</sup> Maestro en Ingeniería Administrativa. Tecnológico Nacional de México/ITS de Acatlán de Osorio, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, [esquivel.narciso@itsao.edu.mx](mailto:esquivel.narciso@itsao.edu.mx), 9531259295, CP 74949. <https://orcid.org/0000-0002-2829-9265>

**Resumen** -- El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de polvos obtenidos de subproductos de mango, en las características fisicoquímicas, bioquímicas y sensoriales de galletas.

Se procesaron cáscaras y semillas de mango criollo de la mixteca poblana, para obtener polvos finos, a los cuales se determinaron las características fisicoquímicas, funcionales, contenido de fibra dietética total, contenido de fenoles y actividad antioxidante. Se elaboró una galleta de control (F0) y tres formulaciones incorporando 10% (F1), 13% (F2), 17% (F3) de polvo de cáscara mezclada con 23% de polvo de semilla de mango. A las formulaciones se les determinó las características fisicoquímicas, bioquímicas [1] y sensoriales.

La incorporación de polvos de cáscara y semilla de mango en galletas a un nivel de sustitución del 13% y 23%, respectivamente, fue organolépticamente aceptable. El contenido de humedad, proteína, grasa, fibra cruda, cenizas, carbohidratos de las formulaciones de galletas fueron significativamente mayores ( $p=0.00$ ) en comparación con la formulación de control. Se encontró un aumento significativo en el contenido de fibra dietética total, fenoles totales e inhibición del radical DPPH. Por lo tanto, el uso de polvos de cáscara y semillas de mango criollo puede desempeñar un papel importante en la mejora del valor nutricional de galletas al aprovechar sus propiedades nutricionales, contenido de antioxidantes y fibra dietética.

**Palabras Clave:** subproducto de mango; galletas; fibra: antioxidantes.

**Abstract** -- The objective of this research was to evaluate the effect of the addition of powders obtained from mango by-products on the physicochemical, biochemical and sensory characteristics of cookies.

Peels and seeds of mango criollo from the Mixteca Poblana were processed to obtain fine powders, for which the physicochemical and functional characteristics, total dietary fiber content, phenolic content and antioxidant activity were determined. A control cookie (F0) and three formulations were prepared incorporating 10% (F1), 13% (F2), 17% (F3) of peel powder mixed with 23% of mango seed powder. The physicochemical, biochemical [1] and sensory characteristics of the formulations were determined.

The incorporation of mango peel and seed powders in cookies at a substitution level of 13% and 23%, respectively, was organoleptically acceptable. The moisture, protein, fat, crude fiber, ash, carbohydrate content of the biscuit formulations were significantly higher ( $p=0.00$ ) compared to the control formulation. A significant increase in the content of total dietary fiber, total phenolics and inhibition of the DPPH radical was found. Therefore, the use of mango criollo peel and seed powders can play an important role in improving the nutritional value of cookies by taking advantage of their nutritional properties, antioxidant content and dietary fiber.

**Key words :** mango by-product; cookies: fiber: antioxidants.

## INTRODUCCIÓN

Los compuestos bioactivos como fenoles, carotenoides y fibras dietéticas han recibido cada vez más atención debido a su capacidad antioxidante, anticarcinógenas, antimutagénicas y otras propiedades que promueven la salud [2]. Una dieta rica en estos compuestos imparte beneficios para la salud [3, 4] tales como reducción del colesterol en la sangre, regulación intestinal, control de la glucemia, control de peso, disminución del riesgo de padecer ciertos tipos de cáncer, entre otros.

Las galletas son alimentos de fácil adquisición y traslado, el hecho de que son ingeridas en cualquier lugar y momento [5] las hacen productos muy versátiles de "consumo masivo" [6], que además de su gran demanda y bajo costo de producción, son un alimento que permite saciar el hambre [7, 8]. Por su facilidad de elaboración y fortificación, se han considerado como un buen vehículo para hacer llegar a la población una propuesta alimenticia de alto valor nutritivo [9, 8, 10, 11, 5], ya que su contenido nutricional aumenta de acuerdo con la materia prima utilizada, por lo que se han empleado harina de trigo combinadas con soya, germen de maíz y leguminosas, raíces, frutas y verduras [12, 13, 6]. Se ha evidenciado que los subproductos de la industria de procesamiento de frutas y verduras tales como cáscaras de piña [15] y plátano [16] son una rica fuente de fibra dietética, minerales y compuestos bioactivos [14, 7] que han sido incorporadas a formulaciones de galletas convirtiéndolas en alimentos que pueden llegar a promover beneficios a la salud.

El mango principalmente está compuesto por cáscara y pulpa con 82.97%, el hueso representa entre 7-8%, y de este último, el 15% le corresponde a la semilla [15]. Dependiendo de la variedad, la cáscara y la semilla contienen mayor contenido de fibra dietética y una serie de compuestos bioactivos asociados a ella, tales como polifenoles ácidos fenólicos, alqu(en)ilresorcinoles, fibra dietética, terpenoides así como minerales antioxidantes como potasio, cobre, zinc, manganeso, hierro [2, 17, 18, 19]. Ajila *et al.* [7], Ashoush & Gadallah [8], Alazb *et al.* [19], Aslam *et al.* [20] han informado la mejora de las propiedades nutricionales de productos de panificación, al incluir en sus formulaciones subproductos de mango en forma de harina, debido a lo anterior se considera que los polvos obtenidos a partir de cáscara y semilla de mango criollo (*Mangifera indica* L.) de la región de Acatlán, Puebla, al incorporarse en formulaciones de galletas, aportan antioxidantes y fibra dietética,

aumentando así su valor nutricional y funcional, sin afectar sus características sensoriales.

En la región de Acatlán, Puebla, la cantidad de frutos de los árboles de mango criollo que no se logran aprovechar cada año, se consideran como frutos de desecho y para los pequeños productores regionales representan pérdidas económicas al no poder comercializarlos ni transformar debido a la inexistencia de empresas procesadoras de este fruto en la región. El propósito de este proyecto fue evaluar el efecto de la adición de polvos obtenidos de subproductos de mango criollo, en las características fisicoquímicas, bioquímicas y sensoriales de galletas, como una alternativa para dar valor agregado a los subproductos de mango criollo de la región mixteca, considerándolos como una fuente potencial de antioxidantes y fibra dietética en las preparaciones de galletas.

## DESARROLLO

El presente trabajo se realizó en el Taller de Industrias Alimentarias, así como en el Laboratorio Básico Multifuncional de la Carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Tecnológico Nacional de México Campus Acatlán de Osorio.

### *Obtención de materia prima*

Los mangos de la variedad criolla fueron recolectados en las comunidades de Tianguistengo, Xayacatlán de Bravo y las Adelfas ubicados en la región de Acatlán, Puebla, entre los meses de abril – mayo del 2022. Los mangos fueron seleccionados con un grado de madurez óptimo y lavados con agua potable para eliminar rastros de tierra e insectos. Posteriormente, se sometieron a un despulpado manual para separar semilla y cáscara, los dos primeros fueron sometidos a un lavado con agua potable hasta eliminar los restos de pulpa. Empleando un cuchillo se separó las semillas de las cáscaras. Tanto las cáscaras como las semillas fueron sometidas a un escaldado (98°C y 1 minuto) y posteriormente, sumergidas en soluciones de ácido cítrico (5% p/v) con la finalidad de evitar el pardeamiento por la acción enzimática y después en solución de bisulfito de sodio (1% p/v) para evitar la proliferación de hongos y levaduras; por último, se secaron con papel absorbente hasta eliminar el exceso de agua.

### *Obtención de polvos de cáscara y semilla de mango*

Las cáscaras y semillas de mango criollo fueron sometidas, por separado, a la acción de aire caliente a una temperatura de 60 °C durante 24 horas, en un deshidratador de charolas (Aresma, modelo 100).

Una vez deshidratadas, se molieron con la ayuda de un molino de grano eléctrico, finalmente pasadas a través de un tamiz núm. 35 hasta un tamaño de partícula de 500 micras. Tanto los polvos de cáscara y semilla fueron empacados en bolsas de polietileno herméticamente selladas, debidamente rotuladas con la fecha de elaboración, almacenadas a temperatura ambiente hasta la determinación de sus propiedades fisicoquímicas, funcionales y su utilización en la elaboración de galletas.

#### **Propiedades fisicoquímicas y funcionales de polvos de subproductos de mango**

A los polvos de cáscara y semilla de mango se les realizaron análisis de composición proximal empleando métodos oficiales de la AOAC [1, 21, 22, 9, 23], se determinó el contenido de proteína total a través del método Kjendhal (950.36), fibra cruda (950.37), cenizas (930.22), grasa (935.38) y humedad, empleando el método rápido de la termobalanza (NMX-F-428-1982) [24]. El contenido de carbohidratos se calculó por diferencia [21, 22]. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

Las propiedades funcionales de los polvos de cáscara y semilla de mango criollo incluyeron la capacidad de absorción de agua (CAA) y capacidad de absorción de aceite (CAL) descritos por Chaparro-Acuña *et al.* [25] y por Menon *et al.* [26], respectivamente. Se tomó un 1 g de muestra previamente desengrasada con cloroformo, y se mezcló con 10 mL de agua destilada o aceite de soya en un agitador vórtex modelo MX-S, durante 30 segundos. La muestra permaneció en reposo a temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) durante 30 minutos; enseguida, se centrifugó a 3000 rpm durante 30 minutos, inmediatamente se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento. La capacidad de retención de agua se expresó como los mL de agua absorbidos por gramo de polvo y la absorción de lípidos se expresó como gramos de aceite absorbidos por gramo de polvo.

#### **Determinación de fibra dietética total**

La fibra dietética total, soluble e insoluble, se obtuvo a través del método enzimático-gravimétrico [1], desarrollado por Asp *et al.* [27] y con la modificación aplicada por Parra & Meza [21], empleando alfa-amilasa, pancreatina y pepsina, de la marca Sigma Aldrich®.

#### **Obtención de los extractos de la muestra**

Se prepararon extractos a partir de 1 g de muestra, macerado con 25 mL de etanol y agitados durante 30 minutos a 5000 rpm [23]. El sobrenadante se

filtró usando papel filtro Whatman No.1 y se centrifugó a 2000 rpm durante 20 minutos e inmediatamente usados para la determinación de compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante (DPPH).

#### **Contenido de fenoles totales**

El contenido de fenoles totales de los extractos se determinó colorimétricamente, utilizando el método de *Folin-Ciocalteu*, según lo descrito por Singleton *et al.* [28] (1999), Ajila & Prasada [17]) Ashoush & Gadallah [8], Bandyopadhyay *et al.* [29], con algunas modificaciones y utilizando ácido gálico de la marca Sigma-Aldrich®, como patrón: se añadieron alícuotas de 0.5 mL del extracto a 0.5 mL de reactivo de *Folin-Ciocalteu*, seguido de la adición de 0.5 mL de una solución acuosa de carbonato de sodio al 7.5 % (p/v). La mezcla se agitó y se dejó reposar durante 30 min. La absorbancia a 765 nm se midió usando un espectrofotómetro VELAB modelo VE-5000V. Se utilizó como referencia una muestra en blanco compuesta por agua y reactivos. Los resultados se expresaron como miligramos de equivalentes de ácido gálico por gramo de polvo (mg GAE/g de polvo) por referencia a la curva de calibración de ácido gálico usando la siguiente ecuación:

$$y = 0.044x + 0.1645 \quad \text{Ec. (1)}$$

$$R^2 = 0.996$$

#### **Actividad antioxidante**

La actividad antioxidante de los extractos etanólicos de las muestras se determinó mediante la eliminación de la actividad de los radicales libres a través del método descrito por Ashoush & Gadallah [8] con algunas modificaciones. Se tomó una alícuota de 1.5 mL de las muestras y se colocaron en un frasco ámbar y luego se agregaron 1.5 mL de reactivo DPPH al 0.004 % (p/v), enseguida de agitó para después dejar reposar a temperatura ambiente en ausencia de luz, durante 30 minutos. La disminución de la actividad antioxidante se midió usando 517 nm. La actividad antioxidante se expresó como porcentaje de inhibición del radical DPPH y fue determinado por la siguiente ecuación [8]:

$$\% \text{ de actividad antioxidante} = \frac{(\text{Abs control} - \text{Abs muestra})}{\text{Abs control}} \times 100 \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde, *Abs control* = absorbancia del blanco, *Abs muestra* = absorbancia de la muestra.

El porcentaje de inhibición se representó frente a la concentración del extracto de muestra. El valor de la concentración de media inhibición (IC50), definida como la cantidad de muestra necesaria para alcanzar el 50% de la actividad eliminadora de radicales libres.

### Formulaciones de galletas

A partir de una formulación inicial de galleta (F0), se variaron los porcentajes de sustitución de harina de trigo con polvos de cáscara y semilla de mango criollo, hasta conseguir tres formulaciones en las que no se afectara la viscosidad de la masa ni sus propiedades sensoriales requeridas para formar la galleta, considerando las operaciones de laminado [9, 22]. Como resultado se obtuvieron tres formulaciones mezclando polvos de cáscara y semilla para sustituir el 33, 36 y 40% de la harina de trigo (Tabla 1) en la formulación base, y posteriormente mezclar con azúcar, mantequilla, manteca vegetal, huevo, polvo para hornear, sal y esencia de vainilla. Las formulaciones fueron nombradas como F0 (control), F1 (sustitución 10% de polvo de cáscara y 23% polvo de semilla de mango), F2 (sustitución 13% de polvo de cáscara y 23% de polvo de semilla de mango) y F3 (sustitución del 17% de polvo de cáscara y 23% de polvo de semilla de mango).

**Tabla 1.** Porcentaje de cada tipo de harina en las formulaciones de galletas.

Formulación	% Harina de Trigo	% Polvo de cáscara	% Polvo de semilla
F0	100	0	0
F1	67	10	23
F2	64	13	23
F3	60	17	23

Fuente: Elaboración propia

El proceso de elaboración de galletas se inició pesando la materia prima e insumos según las formulaciones establecidas. Se mezclaron las materias primas, grasas, esencia de vainilla, azúcar, huevo, polvo para hornear y sal, durante cinco minutos empleando una batidora marca Oster, hasta una consistencia suave y cremosa. Posteriormente, esta mezcla se combinó con la harina de trigo, polvos de cáscara y semilla de mango criollo, hasta obtener una masa suave y homogénea, se dejó reposar durante 20 minutos. La masa obtenida fue laminada con ayuda de un rodillo hasta obtener un espesor de 0.5 cm. Las galletas se moldearon empleando un cortador de galletas en forma de estrella. A continuación, se colocaron en una bandeja previamente engrasada y fueron horneadas

a 180°C durante 20 minutos. Las galletas fueron enfriadas hasta temperatura ambiente y empacadas en bolsas de plástico con cierre hermético para ser sometidas a los análisis correspondientes.

### Análisis de formulaciones de galletas

#### a) Características fisicoquímicas

El contenido de humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra cruda fueron determinadas por método de la AOAC[1]. El contenido de carbohidratos fue calculado por el método de diferencia.

#### b) Características bioquímicas

El contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble, se obtuvo empleando el método enzimático-gravimétrico [1].

El contenido de fenoles totales de los extractos se determinó colorimétricamente, utilizando el método de *Folin-Ciocalteu*, según lo descrito por Singleton *et al.* [28], Ajila *et al.* [17] Ashoush & Gadallah [8], Bandyopadhyay *et al.* [29].

La actividad antioxidante del extracto etanólico de las muestras se determinó mediante eliminación de la actividad de los radicales libres a través del método descrito por Ashoush & Gadallah [8].

#### c) Características sensoriales

La evaluación de las características organolépticas se realizó mediante un panel de 60 catadores no entrenados formado por estudiantes y docentes, de ambos sexos de 18 a 50 años, del TecNM Campus Acatlán de Osorio, que evaluaron el aroma, textura, sabor, color y apariencia general, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, en la cual 1=me disgusta mucho, 5=no me gusta ni me disgusta, 9= me gusta mucho [8, 30, 29, 26, 22]. Para la realización de esta evaluación se emplearon galletas elaboradas con un día de anticipación, que fueron almacenadas en bolsas de polietileno y almacenadas a temperatura ambiente, para resguardar las características organolépticas.

### Análisis Estadístico

Los resultados se expresaron como el valor promedio de 3 determinaciones  $\pm$  la desviación estándar. Los resultados de las características fisicoquímicas, bioquímicas y sensoriales de las galletas fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para un diseño completamente al azar [22, 21, 31] para determinar la existencia de diferencias significativas y la prueba de Tukey para la comparación entre medias. Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico Minitab

(Versión 17), considerando un valor de  $\alpha \leq 0.05$  como efecto significativo.

## DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### *Características fisicoquímicas de polvos de cáscara y semilla*

Los resultados del análisis proximal, capacidad de absorción de agua (CAA) y aceite (CAL), fibra dietética total y fenoles totales de los polvos de cáscara de mango y semilla de mango criollo se presentan en la Tabla 2. Se puede observar que el mayor contenido de humedad, fibra cruda, cenizas y fibra dietética total, lo presentó el polvo de cáscara mientras que los polvos de semilla fueron superiores en humedad, grasa, carbohidratos, CAA y CAL; ambos polvos tuvieron valores similares en el contenido de carbohidratos y fenoles totales, así como actividad antioxidante (DPPH). Estos resultados son acordes a lo reportado por Ashoush & Gadalla [8], Chaparro *et al.* [25], Jibaja [32], Serna y Torres [33], Kaur & Brar [18], Bandyopadhyay *et al.* [29], Ajila *et al.* [2], para otras variedades.

**Tabla 2.** Composición proximal de polvos de cáscara y semilla de mango criollo.

Componentes	Cáscara	Semilla
Humedad (%)	5.43± 0.08	10.90 ± 0.43
Proteína cruda (%)	4.43± 0.11	5.68 ± 0.07
Grasa cruda (%)	2.38± 0.83	10.03 ± 0.21
Fibra cruda (%)	15.76± 0.70	6.49 ± 0.39
Cenizas (%)	2.25 ± 0.56	1.97 ± 0.35
Carbohidratos totales (%)	69.76 ± 0.42	69.97 ± 0.7
Fibra dietética total (g/100 g base seca)	51.89 ± 0.35	31.92 ± 0.06
Fibra dietética soluble (g/100 g base seca)	14.76 ± 0.08	11.58 ± 0.70
Fibra dietética insoluble (g/100 g base seca)	37.12 ± 0.31	20.34 ± 0.11
Capacidad de absorción de agua (gH <sub>2</sub> O/g polvo)	4.41 ± 0.05	4.0 ± 0.09
Capacidad de absorción de aceite (g aceite/g polvo)	2.56 ± 0.11	1.45 ± 0.21
Fenoles Totales (mg GAE/g)	31.44 ± 2.12	31.04 ± 3.89
Inhibición de DPPH (IC50 en mg)	2.38 ± 0.048	2.08± 0.019

Fuente: Elaboración propia

### *Características fisicoquímicas de galletas*

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos de humedad, hidratos de carbono, proteína, fibra cruda, grasa y cenizas presentes en las formulaciones de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por polvos de cáscara y semilla de mango criollo, las cuales se comparan con una galleta elaborada con 100% con harina de trigo, empleada como patrón. Los análisis estadísticos indicaron que en las galletas en estudio existieron diferencias significativas entre los contenidos de proteína, grasa, fibra cruda, cenizas y carbohidratos ( $p = 0.00$ ) no así en el contenido de humedad, como se puede observar en la tabla, la composición química varía con respecto al porcentaje de sustitución, esto fue observado en galletas con cáscara de plátano [16], semilla y cáscara de mango [8, 20, 29] de otras variedades, desarrolladas en otras investigaciones.

Los contenidos de humedad de los tratamientos fueron superiores a la formulación de control y se encontraron entre 4.89% y 5.12%, estos valores están por debajo del límite máximo (15%) establecido para productos de panificación considerados en la NOM-247-SSA1-2008[35]. La formulación F3, presentó mayor contenido porcentual de humedad (5.12%), esto puede deberse a que a mayor porcentaje de sustitución de polvos de subproductos existe una mayor interacción entre el agua y grupos hidroxilos presentes en los carbohidratos de la fibra dietética, a través de puentes de hidrógeno [7, 22], este comportamiento coincide con lo reportado en galletas con una sustitución parcial de harina de trigo del 5 hasta el 50% [8, 29] con polvos de cáscara y semilla de mango, 25% de polvo de cáscara de plátano [16], 12% de polvo de cáscara de mango combinado con 12% de polvo de cáscara de piña[15]; los valores de humedad reportados en esta investigación fueron inferiores a lo reportados en estas investigaciones pero superiores a lo publicado por Aslam *et al.* [29] y Kaur & Brar [18] en galletas con sustitución del 15 hasta 30% de harina de cáscara y semilla de mango.

El contenido de cenizas para las tres formulaciones fue superior con respecto a la formulación de control, a mayor sustitución de la harina de trigo por polvos de los subproductos de mango criollo mayor fue el contenido de cenizas en las galletas (Tabla 3). Los valores reportados en este estudio son superiores a lo encontrado en formulaciones de galletas con sustitución del 5 hasta el 10% [20] con harina de semilla y cáscara de mango y 30 % de

harina de semilla de mango [18]; son similares a lo reportado por Bandyopadhyay *et al.* [29] para galletas con 20-50% de polvos de cáscara y semilla de mango; e inferiores a lo reportado por Falla y Ramón [16] para una galleta con 25% de sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de plátano.

La formulación F0 resulto ser superior en el contenido de proteínas con respecto a las formulaciones F1 y F2. La formulación F3 presentó un mayor contenido de proteínas (6.14%), porque se aumentó el contenido de cáscara en la mezcla, este ligero aumento coincide con lo encontrado por Aslam *et al.* [20] en dos galletas con 15% de sustitución de harina de trigo por polvos de cáscara y semilla de mango, para cada formulación respectivamente; los valores de porcentaje de proteína de las formulaciones de este estudio son inferiores al 12.2% de proteína encontrado en galletas con 25% de harina de plátano [16] y superiores a 4.35% de una formulación con 30% de polvo de semilla de mango desarrollada por Kaur & Brar [18].

Con respecto al contenido de grasa, las tres formulaciones fueron ligeramente superiores al 19.47% encontrado en la galleta de control (F0), la formulación F1 resulto tener el mayor contenido de grasa (19.38 %) mientras que la F3, resulto menor (19.35%). Los resultados obtenidos son inferiores a lo reportado por Aslam *et al.* [20] en galletas con 15% de polvo de cáscara y semilla de mango, así como a lo publicado por Kaur & Brar [18] en una formulación de galleta con 30% de polvo de semilla de mango y ligeramente inferior a lo reportado por Falla y Ramón [16] en galletas con 25% de polvo de cáscara de plátano (19.7%) y a lo publicado por Cedeño y Zambrano [15] en galletas con polvo de cáscara de piña.

Las formulaciones de este estudio presentaron un contenido de fibra cruda superior a la formulación de control, encontrándose mayor porcentaje en el tratamiento F3 (12.04%). El contenido de fibra cruda de las formulaciones de galletas en este estudio fue menor que lo encontrado en galletas con 5-15% de polvos de cáscara y semilla de mango desarrolladas por Aslam *et al.* [20] y superior al contenido de fibra que se encontró en galletas con 25% de cáscara de plátano [16] y 30% de semilla de mango [18].

El contenido de carbohidratos en todas las formulaciones fue menor en comparación con la formulación de control (1.20%), siendo la galleta de la formulación F1 la que presentó el mayor

contenido, 59.61%, en comparación a las otras formulaciones. Aslam *et al.* [20] encontró que a mayor sustitución de polvo de cáscara y de semilla de mango en sus formulaciones, el contenido de carbohidratos de las galletas disminuía, esto mismo se puede observar en los valores reportados en esta investigación para esta característica química (Tabla 3); los valores reportados son superiores a lo publicado por Falla y Ramón [16] en galletas con 25% de harina de plátano e inferiores a lo reportado en una formulación que sustituye el 30% de la harina de trigo con harina de polvo de mango, desarrollada por Kaur & Brar [18].

**Tabla 3.** Composición proximal de galletas con diversos niveles de sustitución de harina por polvos de subproductos de mango criollo (*Mangifera indica* L.)\*.

Característica (%)	Formulaciones			
	F0	F1	F2	F3
Humedad	0.89 ± 0.01	4.89 ± 0.03 <sup>a</sup>	4.99 ± 0.21 <sup>a</sup>	5.12 ± 0.18 <sup>a</sup>
Cenizas	0.66 ± 0.08	1.32 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.02 ± 0.08 <sup>a</sup>	2.16 ± 0.14 <sup>a</sup>
Proteínas	6.01 ± 0.19	5.26 ± 0.61 <sup>a</sup>	5.81 ± 0.24 <sup>b</sup>	6.14 ± 1.8 <sup>b</sup>
Grasa	19.31 ± 0.81	19.47 ± 0.55 <sup>a</sup>	19.38 ± 0.48 <sup>a</sup>	19.35 ± 0.26 <sup>a</sup>
Fibra Cruda	1.20 ± 0.03	9.44 ± 0.25 <sup>a</sup>	10.85 ± 0.29 <sup>b</sup>	12.04 ± 0.8 <sup>c</sup>
Carbohidratos	71.93 ± 1.02	59.61 ± 0.82 <sup>a</sup>	56.95 ± 0.68 <sup>b</sup>	55.17 ± 0.6 <sup>c</sup>

\* Las letras no comunes indican diferencia significativa, según la Prueba de Tukey al 95%.

Fuente: Elaboración propia

#### **Contenido de fibra dietética, fenoles totales y actividad antioxidante**

Existieron diferencias significativas en el contenido de fibra dietética, fenoles totales y actividad antioxidante con respecto al nivel de sustitución de harina de trigo por polvos de cáscara y semilla de mango (p=0.00), tal como se puede observar en la Tabla 4.

El contenido de fibra dietética total (FDT) en las tres formulaciones fue superior a lo obtenido en la formulación F0 (6.08g/100 g galleta) y a lo reportado en galletas adicionadas con 12% de harina de *Arracacia xanthorrhiza* elaboradas por García & Pacheco [9] e inferior a lo reportado por Benítez *et al.* [22] en galletas que contienen 12.5% de harina de linaza y en una galleta elaborada con 70:30 de plátano de la variedad pepita y batata, elaboradas por León-Mendez *et al.* [34]. Ajija *et al.* [7], indican que, durante el horneado, algunos componentes presentes tanto en cáscara como semilla, podrían contribuir a la formación de la fibra dietética adicional.

Como se observa en la Tabla 4, a mayor sustitución de harina de trigo por polvos de subproductos de mango criollo, aumenta gradualmente el contenido de fenoles en las formulaciones de galletas, este comportamiento coincide con lo reportado por Bandyopadhyay *et al.* [29], Ajija *et al.* [7], Ajija *et al.*, [2], Ashoush & Gadallah [8] en galletas con cáscara y semilla de mango. Existen publicaciones que indican que los tratamientos convencionales de cocción reducen significativamente el contenido de fenoles totales en varios vegetales [2, 29], esto puede explicar el contenido de fenoles totales de los tratamientos de este estudio.

El DPPH es un radical libre estable a la absorción característica a 517 nm, reacciona con los antioxidantes convirtiéndolo en 2,2-difenil-1-picrilhidrazina. El grado de disminución de la absorbancia a 517 nm es un indicativo del potencial eliminador del extracto oxidante, causado por la capacidad de donación de hidrógeno [7]. Las galletas con extracto de cáscara y semilla mostraron una eliminación del radical DPPH dependiente de la concentración de fenoles totales, esto es, la actividad antioxidante mostró un incremento significativo ( $p < 0.01$ ) con el nivel de sustitución de polvos de subproductos, este comportamiento coincide con lo reportado en galletas que incorporan polvos de semilla y cáscara por separado [7, 8]. Con el aumento en la incorporación de cáscara de mango criollo, aumento la actividad eliminadora de radicales DPPH. En el caso de las galletas con 13% y 23% de polvo de cáscara y semilla (T2), respectivamente, los extractos etanólicos de las muestras correspondientes a 5.5, 6.5, 7.5, 9.5 10.5 mg de galleta en polvo mostraron 43.22, 47.16, 51.91, 58.97 y 62.92 % de actividad de eliminación, respectivamente. Este aumento en la eliminación de los radicales libres se puede atribuir al aumento del contenido de polifenoles mediante la incorporación de polvos de subproductos de mango criollo.

En la tabla 4, se observa que para obtener un 50% de la actividad eliminadora de radicales DPPH para las galletas con sustitución del 33, 36 y 40% de harina de trigo por mezclas de polvos de subproductos de mango, se requirieron 4.31, 2.71 1.95 mg, respectivamente, mientras que en el caso de la galleta de control fue de 210 mg. A partir de los resultados obtenidos, la incorporación de polvos de cáscara y semilla de mango en las formulaciones de galletas aumenta los beneficios para la salud al aumentar las propiedades antioxidantes y el contenido de fibra dietética.

**Tabla 4.** Composición proximal de galletas con diversos niveles de sustitución de harina por polvos de subproductos de mango criollo.\* (IC50 en mg)\*.

Característica	Formulaciones			
	F0	F1	F2	F3
Fibra dietética Total (g/100 g b.s)	6.08 ± 0.40	22.92 ± 0.81 <sup>c</sup>	25.26 ± 3.2 <sup>b</sup>	27.61 ± 0.38 <sup>a</sup>
Fibra dietética insoluble (g/100 g b.s)	4.25 ± 0.02	16.54 ± 0.84 <sup>c</sup>	18.18 ± 0.28 <sup>b</sup>	19.81 ± 0.25 <sup>a</sup>
Fibra dietética soluble (g/100 g base seca)	2.13 ± 0.19	6.38 ± 0.25 <sup>c</sup>	7.09 ± 0.56 <sup>b</sup>	7.8 ± 0.42 <sup>a</sup>
Fenoles totales (mg GAE/g)	1.68 ± 0.05	29.24 ± 0.06 <sup>c</sup>	31.71 ± 0.09 <sup>b</sup>	34.92 ± 0.03 <sup>a</sup>
Inhibición de DPPH (IC50 en mg)	210 ± 36	4.31 ± 0.5 <sup>a</sup>	2.71 ± 0.7 <sup>b</sup>	1.95 ± 0.6 <sup>c</sup>

\* Las letras no comunes indican diferencia significativa, según la Prueba de Tukey al 95%.  
Fuente: Elaboración propia

#### Evaluación sensorial

El análisis estadístico indicó que existen diferencias significativas entre las formulaciones ( $p = 0.000$ ), respecto al aroma, textura, sabor, apariencia general y color. Como se puede observar en la Tabla 5, a mayor sustitución de harina de trigo por polvos de subproductos de mango criollo menor fue la percepción de los atributos evaluados en las tres formulaciones en comparación con la formulación base. En la formulación con mayor porcentaje de sustitución se obtuvieron puntajes menores en color y aroma, no así en textura, sabor y apariencia general, mientras que la formulación F2, presentó mejores valoraciones en aroma, sabor, color y apariencia general, esta diferencia en la valoración del sabor se puede relacionar a la sensación de astringencia percibida la cual es dada por el contenido de taninos presentes en la cáscara y semilla de mango, que interactúan con proteínas de la saliva en la boca, provocando sequedad, rugosidad y aspereza en los tejidos de la boca; esto coincide con lo publicado por Falla y Ramón [16] para galletas de plátano verde y en galletas con cáscara de piña y cáscara de mango, ambas por separado, realizadas por Cedeño y Zambrano [15]. El contenido de los polifenoles presentes en la cáscara de mango proporcionó una coloración más oscura a las galletas de esta investigación, esto conforme aumentó el porcentaje de sustitución en harina de trigo por polvo de cáscara; dichos

compuestos proporcionan colores intensos, en especial, rojo, amarillo y naranja, tonalidades que al ser incorporadas en una formulación y después ser sometidas a un proceso de horneado en donde se expone el producto a altas temperaturas (180°C) cambian por completo la apariencia del producto final, esto coincide con lo reportado por Falla y Ramón [16] en galletas elaboradas con polvo de cáscara de plátano verde (10%) y en galletas con polvo de cáscara de mango (12%) y cáscara de piña (8%) realizadas por Cedeño y Zambrano [15]. Se ha reportado que sustituciones mayores al 10-15% de harina de trigo por harina de cáscara de mango en galletas presentan valores por debajo de un nivel óptimo (7) en la escala de 9 puntos [7, 8, 20, 29]; para sustituciones con semilla de mango, Ashoush & Gadallah [8], Kaur & Brar [18] y Bandyopadhyay *et al.* [29], han reportado que hasta con un 40% de incorporación de harina de semilla, se tienen valoraciones por encima del nivel mínimo aceptable en apariencia general, color, textura, sabor y textura general; estos datos coinciden lo reportado en esta investigación.

**Tabla 5.** Evaluación sensorial de galletas con diversos niveles de sustitución de harina por polvos de subproductos de mango criollo\*.

Características	Formulaciones			
	F0	F1	F2	F3
Aroma	8.23 ± 0.25	7.35 ± 0.26 <sup>b</sup>	7.70 ± 0.20 <sup>a</sup>	6.70 ± 0.23 <sup>c</sup>
Textura	8.50 ± 0.24	7.35 ± 0.25 <sup>c</sup>	6.85 ± 0.22 <sup>b</sup>	7.15 ± 0.21 <sup>a</sup>
Sabor	8.50 ± 0.31	7.45 ± 0.29 <sup>a</sup>	8.10 ± 0.28 <sup>b</sup>	7.15 ± 0.22 <sup>b</sup>
Color	8.00 ± 0.20	7.35 ± 0.21 <sup>a</sup>	7.20 ± 0.26 <sup>b</sup>	6.82 ± 0.28 <sup>b</sup>
Apariencia general	8.00 ± 0.27	7.77 ± 0.28 <sup>a</sup>	7.35 ± 0.25 <sup>b</sup>	7.35 ± 0.23 <sup>b</sup>

\* Las letras no comunes indican diferencia significativa, según la Prueba de Tukey al 95%.  
Fuente: Elaboración propia

### CONCLUSIONES

Las composiciones químicas de los polvos de cáscaras y semilla de mango criollo demostraron que son una buena fuente de compuestos bioactivos tales como la fibra dietética y fenoles totales. El contenido de fibra dietética total en los polvos de los subproductos de mango criollo mostraron una proporción equilibrada de FDI/FDS, lo cual es importante para establecer los efectos nutricionales de la fibra de los mismos.

Las galletas con una proporción de sustitución del 40% (17% cáscara y 23% semilla) mostraron ser superiores en el contenido de fibra dietética, así como en el contenido de fenoles totales que la galleta de control, y por lo tanto, presentaron mayor actividad antioxidante. Como resultado del aumento en el contenido de compuestos bioactivos, el valor de IC50 aumento en comparación a la galleta de control.

Del presente estudio, se puede concluir que incorporar hasta 13% polvo de cáscara con 23% de polvo de semilla, en una galleta sin afectar su calidad ni aceptación organoléptica, tendrán un contenido mayor de fibra dietética, contenido de fenoles totales mayores que los encontrados en la galleta de control. Con base a los resultados anteriores, es así como los polvos de cáscara y semilla de mango criollo podría incorporarse como fuente potencial de compuestos funcionales en productos de panificación.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México y TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, por el financiamiento concedido para el desarrollo de esta investigación y a la Jefatura de la Carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias

### BIBLIOGRAFÍA

[1] AOAC. (1995). Official Methods of Analysis. 16th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.  
[2] Ajila, C.M., Aalami, M., Leelavathi, K., Rao P.U.J.S. (2010). Mango peel powder: a potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food and Emerging Technologies*, 11(), 219-224.  
[3] Baquero, G. D. C., Paternina, G. A., & Cadavid, M. V. (2016). Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos-Tropical Fruits: Source of Natural Compounds Bioactives Food Industry. *Ingenium Revista de la facultad de ingeniería*, 17(33), 29-40.  
[4] Díaz de la Calle, L. (2017). Compuestos bioactivos en cereales y su implicación en la salud (Tesis de licenciatura). Universidad Complutense.  
[5] Correa, L. M. Q., Dioses, O. D. C., Mora, E. O. M., Delgado, F. M. M. & Valarezo, H. M. G. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de papa china (*Colocasia esculenta*) sobre las propiedades reológicas de la masa y sensoriales de galletas dulces. *Alimentos Hoy*, 27(47), 49-63  
[6] Martínez, N. S., Ruíz, O. C., Castillejos, G. R., Perales-Torres, A., & Pérez, A. L. G. (2017).

- Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 67(3), 227-234.
- [7] Ajila, C. M., Leelavathi, K. U. J. S., & Rao, U. P. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 319-326.
- [8] Ashoush, I.S & Gadallah M.G.E., (2011). Utilization of mango peels and seed kernels powders as sources of phytochemicals in Biscuit. *Word Journal of Dairy & Food Sciences*, 6(1), 35-42
- [9] García, M. A. D., & Pacheco D. E. (2007). Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza B.*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 60(2),4195-4212.[fecha de Consulta 24 de Octubre de 2023]. ISSN: 0304-2847. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914078020>
- [10] Puma I. G. P., Pérez, J. F. L., Sánchez, I. C., Olano, J. C., Salas, W., & Delgado, L. F. V. (2018). Vida en anaquel de galletas saladas utilizando pruebas aceleradas. In *Anales Científicos (Vol. 79, No. 1, pp. 218-225)*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- [11] Almora-Hernández, E., Campa-Huergo, C., Monteagudo-Borges, R., Lago-Abascal, V., Echemendia-Arana, O., & Jiménez, E. R. (2020). Desarrollo de la galleta de arroz integral suplementada con Moringa oleifera. *Revista de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 6(2).
- [12] Mera-Carbo, M., Parraga-Álava, C., Muñoz-Murillo, P., & Verduga-López, C. (2020). Sustitución parcial de harina de trigo (*triticum spp.*) por harina de amaranto (*Amaranthus spp.*) y quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) en galletas/Partial replacement of wheat flour (*Triticum spp.*) with amaranth flour (*Amaranthus spp.*) and quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) in cookies. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 30(1), 56-61.
- [13] Sudha, M. L., Baskaran, V., & Leelavathi, K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food chemistry*, 104(2), 686-692.
- [14] Matos-Chamorro, A., Chambilla-Mamani E. (2010). Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. *Revista de investigación en ciencia y tecnología de alimentos*, 1(1).
- [15] Cedeño, R. J. & Zambrano, D. J. (2014). Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas. (tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Calceta, Ecuador.
- [16] Falla, D. F. T. & Ramón, L. M. Y. (2018). Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*). (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias. Lambayeque – Perú.
- [17] Ajila, C. M., Bhat, S. G., & Prasada Rao, U. J. S. (2007). Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. *Food Chemistry*, 102(4), 1006–1011.
- [18] Kaur, A. & Brar, J.K. (2015). Use of mango seed kernels for the development of antioxidant rich biscuit. *International Journal of Science and Research*, 78(96), 2319-7064.
- [19] Alazb, B. R., El-Sahy K. M., El-Rahman, M. Abd., and. Youssif, R. M. (2021). Physicochemical and organoleptic characteristics of cakes supplemented with tomato pomace, mango seeds kernel and pomegranate peels powders. *Plant Archives. Egypt. Vol. 21, Supplement 1, 2021 pp. 432-439*
- [20] Aslam, H.K.W., Raheem, M.I.U., Ramzan, R., Shakeel, A., Shoaib, M., & Sakandar H.A. (2014). Utilization of mango waste material (peel, kernel) to enhance dietary fiber content and antioxidant properties of biscuit. *J. Glob. Innov. Agric. Soc. Sci*, 2(2), 76-81
- [21] Soler-Martínez, O., Castillo Ruíz, Rodríguez-Castillejos, G., Perales-Torres, A., Ana Luisa González-Pérez, A. L., Parra, L. F., & Meza, M. J. (2016). Implementación de un método enzimático-gravimétrico para la determinación de fibra dietaria soluble e insoluble en residuos de cacao. Sistema de trabajos de grado-Universidad Industrial de Santander (UIS), Bucaramanga
- [22] Benítez, B., Olivares, J., Ortega, M., Barboza, Y., Rangel, L., & Romero, Z. (2017). Formulación y evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de galletas enriquecidas con linaza como alimento funcional. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 36(4),106-113. [fecha de Consulta 24 de Octubre de 2023]. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55952806003>
- [23] Rojas-Bravo, M., Rojas-Zenteno, E.G., Hernández-Carranza, P., Ávila-Sosa, R., Aguilar-Sánchez, R., Ruiz-López, I.I., & Ochoa-Velasco, C.E. (2019). A potential application of mango (*Mangifera indica L. cv. manila*) peel powder to increase the total phenolic compounds and

antioxidant capacity of edible films and coatings. Food and Bioprocess Technology, 12, 1584-1592.

[24] Secretaría de Economía. (1982, octubre 7). Norma oficial mexicana NMX-F-428-1982, Alimentos-Determinación de humedad (Método rápido de la termobalanza. Diario oficial de la federación. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=691922](https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=691922)

[25] Chaparro-Acuña, S.P., Lara, A. E., Sandoval, A., Sosa, S.J., Martínez, J.J., & Gil-González, J. H. (2015). Caracterización funcional de la almendra de las semillas de mango (*Mangifera indica L.*). Revista Ciencia en Desarrollo, 6 (1), 67-75.

[26] Menon, L., Majumdar, S. D., Ravi, U. (2014). Mango (*Mangifera indica L.*) kernel flour as a potential ingredient in the development of composite flour bread. (2014). Indian Journal of Natural Products and Resources, 5(1), 75-82

[27] Asp, N., Johansson, C., & Siljeström, M. (1983). Rapid Enzymatic Assay of Insoluble and Soluble Dietary Fiber. J. J. Agric. Food Chem, 31, 476-482.

[28] Singleton, V.L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventós, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299: 152-178.

[29] Bandyopadhyay, K., Chakraborty, C., & Bhattacharyya, S. (2014). Fortification of mango peel and kernel powder in cookies formulation. Journal of Academia and Industrial Research, 2(12), 661-664.

[30] Cutullé, B., Berruti, V., Campagna, F., Colombaroni, M. B., Robidarte, M. S., Wiedemann, A., & Vázquez, M. (2012). Desarrollo y evaluación sensorial de galletitas de jengibre con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz y lenteja (Gallentinas). Diaeta, 30(138), 25-31.

[31] Méndez, A. D. G., & de Delahaye, E. P. (2007). Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza B.*). Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín, 60(2), 4195-4212.

[32] Jibaja L. (2014). Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, *Mangifera indica*, variedad "criollo". Cientifi-k, 2(1), 62-69.

[33] Serna-Cock, L., Torres-León, C., & Ayala-Aponte, A. (2015). Evaluación de Polvos Alimentarios obtenidos de Cáscaras de Mango (*Mangifera indica*) como fuente de Ingredientes Funcionales. Información Tecnológica, 26(2), 41-50.

[34] León-Méndez, G., León-Méndez, D., Pajaro-Castro, N., Granados-Conde, C., Granados-Llamas,

E., & Bahoque Peña, M. J. (2020). Elaboración de una galleta a base de harinas de plátano pelipita (*Musa abb*) y de batata (*Ipomea batatas*). Revista chilena de nutrición, 47(3), 406-410.

[35] Secretaría de Economía. (2009, julio 27). Norma oficial mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5100356&fecha=27/07/2009](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5100356&fecha=27/07/2009)

#### TABLA DE ROL DE CONTRIBUCIÓN

Rol	Autor (es)
Conceptualización Supervisión Escritura - Preparación del borrador original	Erika López Aranda
Metodología Recursos	Silvia Pérez Arzola
Conceptualización Administración del proyecto	Eleodoro Gabilán Linares
Metodología Recursos Validación	Anabel Romero Cruz
Redacción-Revisión y Edición	Narciso Luna Esquivel



Esta obra está bajo  
una licencia internacional  
Creative Commons Atribución 4.0.