

Elaboración de una galleta libre de gluten a base de harina de papa china y harina de soja

*Development of a gluten-free cookie made with chinese potato flour and soy
flour*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10946549>

AUTORES: Luis Humberto Vásquez Cortez^{1*}

Leonilo Alfonzo Durazno Delgado²

Nayeli Dayana Moya Barragán³

Sanyi Lorena Rodríguez Cevallos⁴

Edgar Rodolfo Pinargote Mendoza⁵

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: luis.vasquez2015@uteq.edu.ec

Fecha de recepción: 23/ 01 / 2024

Fecha de aceptación: 15 / 03 / 2024

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el fin de generar un producto libre de gluten con materias primas que poseen un excelente valor nutricional, para brindar una nueva alternativa a la industria alimentaria de productos sin gluten que cumplan con las necesidades nutricionales de personas con intolerancias a este componente. Por ello, el presente proyecto de investigación tuvo como objetivo elaborar una galleta libre de gluten a base de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) y harina de soja (*Glycine max*), con las siguientes

^{1*} Facultad de agrociencias, Universidad Técnica de Manabí, Chone, Ecuador, luis.vasquez2015@uteq.edu.ec

² Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, Ingeniería en alimentos, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

³ Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, Ingeniería en alimentos, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

⁴ Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, Ingeniería en alimentos, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

⁵ Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, Ingeniería en alimentos, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

formulaciones 25:75 Harina de papa China: Harina de Soya, 50:50 Harina de papa china: Harina de soya y 75:25 Harina de papa china: Harina de soya más el tipo de grasa manteca vegetal y margarina industrial. Además, se realizó un análisis de composición proximal, sensorial y de gluten al mejor tratamiento de las galletas elaboradas con harina de papa china y soya para determinar si cumple con los requisitos establecidos por la normativa NTE INEN 2085:2005. Los resultados indicaron que las seis formulaciones obtuvieron diferencias estadísticamente significativas con un contenido de proteína del 9.38 a 14.42 % y en la humedad se presentaron valores entre 2.09 a 6.05 %, siendo el T1 (25:75 HP: HS + manteca vegetal) el mejor en cuanto a su composición proximal. De acuerdo con el análisis sensorial de aceptabilidad la formulación que más gusto fue el T5 (50:50 HP: HS + margarina industrial) con un color ligeramente café, sabor dulce, textura medianamente dura, medianamente crocante, palatabilidad medianamente arenosa y regusto a vainilla. Dicho tratamiento en el análisis de gluten realizado por el laboratorio Ecuachemlab con el método de inmunocromatografía presento gluten en su formulación. Por lo tanto, no puede ser considerado como un producto libre de gluten debido a que no se presenta las cantidades mínimas requeridas por las normativas de productos libres de gluten.

Palabras clave: Libre de gluten, galletas, papa china, soya, gluten, intolerancia al gluten, celiacía

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of generating a gluten-free product using raw materials that have excellent nutritional value, to provide a new alternative to the gluten-free food industry that meets the nutritional needs of individuals with intolerances to this component. Therefore, the present research project aimed to develop a gluten-free cookie based on Chinese potato flour (*Colocasia esculenta*) and soy flour (*Glycine max*), with the following formulations: 25:75 Chinese potato flour: Soy flour, 50:50 Chinese potato flour: Soy flour, and 75:25 Chinese potato flour: Soy flour, plus the type of fat vegetable shortening and industrial margarine. Additionally, a proximate composition, sensory, and gluten analysis was carried out on the best treatment of cookies made with Chinese potato flour and soy to determine if it meets the requirements established by the NTE INEN 2085:2005 standard. The results indicated that all six formulations obtained statistically

significant differences with a protein content ranging from 9.38 to 14.42%, and moisture values ranging from 2.09 to 6.05%, with T1 (25:75 CP: SF + vegetable shortening) being the best in terms of proximate composition. According to the acceptability sensory analysis, the formulation that was most liked was T5 (50:50 CP: SF + industrial margarine) with a slightly brown color, sweet taste, moderately hard texture, moderately crunchy, moderately sandy palatability, and vanilla aftertaste. This treatment in the gluten analysis performed by the Ecuachemlab laboratory using the immunochromatography method showed gluten in its formulation. Therefore, it cannot be considered a gluten-free product because it does not meet the minimum quantities required by gluten-free product regulations.

Keywords: Gluten free, cookies, Chinese potato, soy, gluten, gluten intolerance, celiac disease

INTRODUCCIÓN

El mercado alimentario de productos libres de gluten está en constante crecimiento, por lo tanto, su elaboración está acompañada de otros requerimientos del consumidor, como productos más saludables y ecológicos. La demanda de productos alimenticios específicamente diseñados para satisfacer las necesidades de los celíacos y de aquellos consumidores que buscan una alimentación más saludable se puede conceptualizar como una necesidad creciente en el mercado de la alimentación. Este tipo de productos se caracterizan por ser libres de gluten, lo que los hace seguros para las personas con intolerancia al gluten o enfermedad celíaca. Además, suelen estar formulados con ingredientes naturales y nutritivos, evitando aditivos artificiales y procesamiento excesivo, lo que los convierte en opciones más saludables en comparación con los productos convencionales. Esta demanda refleja una mayor conciencia sobre la importancia de la alimentación en la salud y el bienestar, así como una creciente preocupación por la calidad y la seguridad de los alimentos que consumimos. En respuesta a esta demanda, la industria alimentaria ha desarrollado una amplia variedad de productos que ofrecen alternativas seguras y saludables para satisfacer las necesidades de estos consumidores específicos, que pueden ser elaborados a partir de otros cereales como arroz, maíz y algunas leguminosas (soya), hortalizas y tubérculos (papa china) que pueden utilizarse como harinas sin gluten en la elaboración de productos para la industria alimentaria (Guiñazú, 2020).

El sector alimentario ecuatoriano actualmente enfrenta una escasez de opciones adaptadas a las necesidades de personas con intolerancias alimentarias, como la celiacía. Esto ha llevado a un aumento en la importación de productos libres de gluten, resultando en mayores costos para los consumidores locales. Aunque no hay estadísticas oficiales, el interés en estos alimentos está en aumento en Ecuador (Peñaherrera, 2017).

Según Carvajal, (2021), La enfermedad celíaca afecta del 0.5% al 1% de la población mundial, siendo una intolerancia permanente a las proteínas del gluten. Esta condición provoca inflamación en la mucosa del intestino delgado y mala absorción de nutrientes. La dieta libre de gluten es crucial para prevenir esta enfermedad, y el estándar internacional establece que los alimentos sin gluten deben contener menos de 20 partes por millón de gluten.

La soya (*Glycine max*) es una leguminosa cultivada por sus semillas y reconocida por su alto contenido en proteína y medio en aceite, La soya es una excelente fuente de proteína vegetal, con un contenido que oscila entre el 36% y el 56% en peso seco. Se cultiva ampliamente en países como Estados Unidos, Brasil, Argentina, China e India, siendo una cosecha importante tanto para la industria alimentaria como para la ganadería. Su producción requiere condiciones climáticas adecuadas y una gestión cuidadosa del suelo y los nutrientes (Belobrajdic et al., 2023).

En la producción de alimentos para el consumo humano sus principales subproductos son aceite y harina de soya (Neira, 2021). Este es un polvo fino que se obtiene después de moler y tostar las semillas, casi no contiene almidón y se usa para hacer productos dietéticos; además es muy utilizada para aumentar el valor nutricional de otros alimentos generando así nuevos productos para la industria alimentaria (Silva et al., 2018).

Por lo tanto, el presente proyecto de investigación está enfocado en elaborar una galleta libre de gluten a base de harina de papa china y harina de soya que permitirán obtener alimentos con un mejor valor nutricional y que podrán ser consumidos por personas con intolerancias alimentarias, brindando una nueva alternativa en el mercado ecuatoriano de alimentos para aquellos que padecen de intolerancia al gluten, alergia, celiacía o que prefieren mejorar su salud con una dieta libre de este componente, cual objetivo principal fue Elaborar una galleta libre de gluten a base de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) y harina de soja (*Glycine max*).

METODOLOGÍA

Esta investigación enfocada en la elaboración de una galleta libre de gluten con harina de papa china y harina de soya se realizó en los laboratorios de bromatología y Agro alimentos del campus universitario “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7.5 de la vía Quevedo, en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos, con coordenadas geográficas de 79° a 29° de longitud oeste y 01° 06” de latitud sur a una altitud de 79 m s. n. m., La materia prima utilizada para la elaboración de una galleta libre de gluten es la harina de papa china de la ciudad de Lago Agrio que presentan una coloración blanca, previamente obtenidos los tubérculos fueron lavados, pelados, cortados en rodajas, deshidratados, molido y refinado para la producción de la harina, mientras la harina de soya sin marca comercial fue enviada de la ciudad de Quito por una empresa de harinas al por mayor y menor, para su consumo y uso en la elaboración de la galleta.

Diseño de la Investigación

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de A x B, presentando 6 tratamientos con 3 repeticiones. Donde el factor A es la Relación de harina de papa china / harina de soya, el factor B Tipo de grasa (Manteca vegetal / Margarina). Para la diferenciación estadística de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0,05$) mediante el software estadístico InfoStat (Vera & Vera, 2018).

Factores de nivel de estudio

En la siguiente tabla se presentan los factores de estudio evaluados para la elaboración de una galleta libre de gluten a base de harina de papa china y harina de soya.

Factores	Códigos	Niveles
Relación de harina de papa china y harina de soya	A	A_0 : 25:75
		A_1 : 50:50
		A_2 : 75:25
Tipo de grasa	B	B_0 : Manteca vegetal
		B_1 : Margarina

Tabla 1. Factores de nivel de estudio

Arreglo de tratamientos

N° Tratamientos	Codificación	Combinación
T1	A_0B_0	25 % harina de papa china + 75 % harina de soya + Manteca vegetal
T2	A_1B_0	50 % harina de papa china + 50 % harina de soya + Manteca vegetal
T3	A_2B_0	75 % harina de papa china + 25 % harina de soya + Manteca vegetal
T4	A_0B_1	25 % harina de papa china + 75 % harina de soya + Margarina
T5	A_1B_1	50 % harina de papa china + 50 % harina de soya + Margarina
T6	A_2B_1	75 % harina de papa china + 25 % harina de soya + Margarina

Tabla 1. Arreglo de los tratamientos**Procedimiento experimental****Obtención de la muestra****Otros ingredientes**

Otros de los ingredientes utilizados son de carácter comercial y fueron obtenidos en el supermercado de la ciudad de Quevedo como: azúcar cristalizada, esencia de vainilla, bicarbonato de sodio, polvo de hornear o levadura activa, huevo, grasa vegetal (manteca vegetal y margarina) y miel de abeja.

Tratamiento de secado

Luego se procedió a lavar los tubérculos para retirar la suciedad y cascara que posee, posteriormente se hicieron rodajas de aproximadamente 1mm con un rebanador, las cuales fueron sumergidas en una bandeja de agua con ácido cítrico para evitar la oxidación,

finalmente las muestras fueron colocadas en un deshidratador de bandeja a 70°C por 24 horas para retirar completamente la humedad de las papas.

Procesos de elaboración

En el siguiente diagrama se indica el proceso de elaboración de una galleta libre de gluten con sus diferentes etapas y materias primas utilizadas para este tipo de productos.

Preparación de la muestra

Una vez obtenida la papa china se realizó una inspección y selección de los tubérculos, para posteriormente ser lavados y pelados, después se hicieron rodajas de 1 mm y se sumergieron en una bandeja con agua y ácido cítrico para evitar la oxidación. Por último, las rodajas fueron colocadas en un deshidratador de bandejas a 70°C por 24 horas, para finalmente ser trituradas en un pulverizador para la obtención de la harina de papa china que es la materia prima utilizada en diferentes proporciones (25, 50 y 75 g) con relación a la harina de soya (75, 50, 25 g) en la elaboración de la galleta libre de gluten.

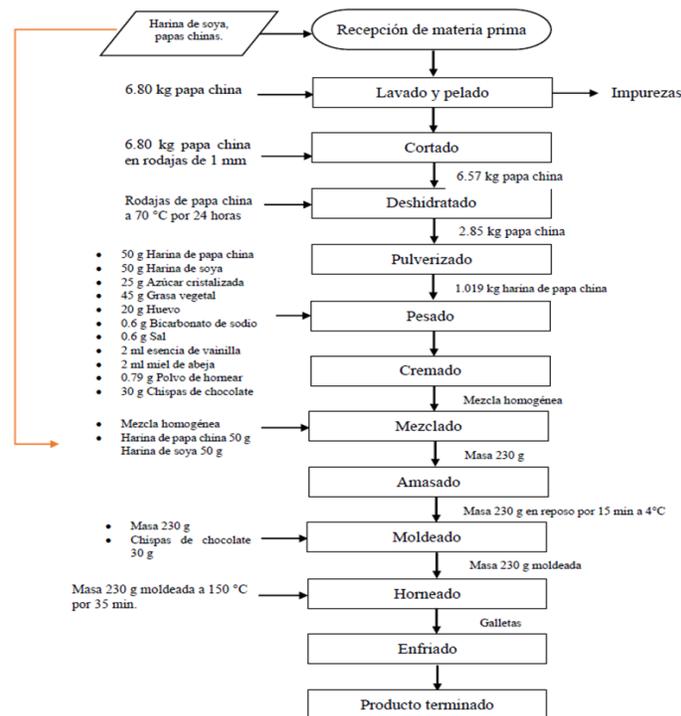


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de una galleta libre de gluten a base de harina de papa china y harina de soya

Descripción del proceso de elaboración de una galleta libre de gluten

Recepción de la materia prima: se recibió la materia prima necesaria para el proceso de elaboración de la galleta, como harina de soya comercial y las papas chinas.

Lavado y pelado: La papa china obtenida fue previamente lavada y pelada para eliminar la suciedad, cascaras e impurezas que contenían los tubérculos.

Cortado: Los tubérculos previamente lavados fueron cortados en rodajas de 1mm con ayuda de un rebanador y sumergidos en agua con ácido cítrico para evitar la oxidación.

Deshidratado: las papas chinas rebanadas fueron colocadas en bandejas de aluminio e ingresadas al deshidratador de bandejas a una temperatura de 70 °C por 24 horas.

Pulverizado: las papas chinas deshidratadas fueron procesadas en un molino pulverizador que permitió obtener la harina de papa china para la elaboración de las galletas.

Pesado: se realizó el pesado con una balanza analítica de cada uno de los componentes utilizados descritos en la Figura 1 para la elaboración del producto, en el caso de la relación de las harinas estas tendrán un peso diferente (HP:HS 25:75; HP:HS 50:50; HP:HS 75:25) con una formulación base de 100 g de acuerdo con los tratamientos analizados.

Cremado: primero se colocó manteca vegetal o margarina industrial, azúcar y huevo en un recipiente y posteriormente se realizó el cremado con una batidora hasta obtener una mezcla homogénea de los ingredientes.

Mezclado: se colocó en un recipiente la relación de las harinas de papa china y harina de soya tamizada, los ingredientes sólidos y la mezcla homogénea previamente obtenida después del cremado para luego realizar la respectiva mezcla de todos los componentes hasta a ver obtenido una masa uniforme.

Amasado: en esta etapa se realizó el amasado de la masa obtenida en una superficie plana, previamente desinfectada, que permitió obtener una masa firme y resistente totalmente mezclada con todos los ingredientes para realizar el reposo.

Reposo: una vez obtenida la masa fue colocada en un recipiente cubierto con papel film durante 15 minutos y refrigerada a una temperatura de 4°C para que sea más flexible la masa al momento de hacer los moldes.

Moldeado: después de haber transcurrido los 15 minutos de reposo se retiró la masa del recipiente y fue extendida con un rodillo en una superficie plana, luego se agregó las

chispas de chocolate y se dio forma a las galletas con un molde de acero para luego ser colocadas en bandejas cubiertas con papel encerado para su posterior horneado.

Horneado: se colocaron las bandejas con la masa de galletas moldeadas al horno previamente precalentado a una temperatura de 150°C por 35 minutos.

Enfriado: una vez retirada las galletas del horno, fueron enfriadas a una temperatura ambiente en una rejilla para que no absorban la humedad que se encuentre en el medio.

Producto final: finalmente se colocaron las galletas en fundas ziploc para su posterior almacenamiento.

Materiales y equipos

Reactivos de laboratorio: Ácido sulfúrico 60 ml, Hidróxido de sodio 200 g. Ácido clorhídrico 8.2 ml.

Equipo de laboratorio: Balanza analítica, Mufla, Digestor de proteína, Destilador de proteína.

Equipos y utensilios: Cuchillo, Rebanador de papas, Bandeja de hornear, Horno, Papel encerado, Moldes, Refrigerador, Rejillas, Colador, Bold de vidrio, Batidora manual, Fundas ziploc.

Materiales de oficina: Hojas, impresora y computadora.

Determinación de la composición proximal

Determinación de proteína bruta

La determinación del contenido de proteína de los diferentes tipos de muestras de la galleta se realizó mediante el método de Kjeldah establecido por la (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 519, 1980). Se llevó a cabo un proceso de obtención que incluyó la digestión de una muestra de galleta con ácido sulfúrico concentrado por un periodo de 2 horas entre 350-400°C. Luego, se realizó la destilación con ácido bórico al 2% seguido de la adición de hidróxido de sodio al 40%. Finalmente, se tituló con ácido clorhídrico al 0.1 N utilizando un agitador mecánico, y se realizaron cálculos utilizando la ecuación 1.

$$\%PB = \frac{(VHCl - VB) * 1.401 * NHCl * F}{g. muestra}$$

Siendo:

1.401= Peso atómico del nitrógeno

vHCL= Volumen de ácido clorhídrico consumido en la titulación

NHCL= Normalidad de ácido clorhídrico 0.1 N.

F = Factor de conversión (6.25). Vb = Volumen del blanco (0.1).

Determinación de Humedad

Para la determinación del contenido de humedad se utilizó como referencias la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 518, 1980). En este método se realizó un secado por duplicado de las muestras para determinar la pérdida de humedad en una cantidad de masa. Las muestras fueron colocadas en crisoles de porcelana previamente calentados, posteriormente se introdujeron en la estufa por 2h a 130 °C, hasta obtener el peso requerido, y una vez enfriadas las muestras se pesó y realizó el cálculo con la siguiente ecuación 3:

$$\%H = \frac{W_2 - W_1}{W_0} * 100$$

Donde:

W0= Peso de la muestra (g)

W1= Peso de crisol más la muestra después del secado

W2= Peso del crisol más la muestra antes del secado

Cálculo de materia seca

%MS = 100 – Humedad

Ms = Materia seca

Dureza

La determinación de la dureza hedónica de una galleta implica evaluar la percepción subjetiva de su dureza por parte de los consumidores. A diferencia de la dureza instrumental, que se mide con dispositivos de texturización, la dureza hedónica se evalúa mediante pruebas sensoriales en las que se solicita a los participantes que prueben y califiquen la dureza de la galleta de acuerdo con su experiencia personal.

Análisis sensorial

Se llevaron a cabo pruebas sensoriales según los métodos descritos por Vásquez et al., (2023), que incluyeron pruebas descriptivas y afectivas para evaluar la aceptabilidad de una galleta. La prueba descriptiva analizó el perfil sensorial en términos de color, sabor, olor y textura. La prueba afectiva se centró en determinar la aceptación o rechazo de la galleta por parte de los consumidores, utilizando 20 jueces no capacitados en laboratorio. Se empleó

una escala hedónica para evaluar el nivel de agrado o desagrado de la galleta, y los resultados fueron tabulados y analizados estadísticamente, siendo la puntuación más alta 5 a 1: me gusta mucho, me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me disgustas y me disgusta mucho.

Determinación de gluten en el mejor tratamiento

La determinación del análisis de gluten se realizó al mejor tratamiento obtenido después del análisis de humedad, proteína y sensorial que fueron previamente ejecutados. Este análisis fue realizado por el método de inmunocromatografía en mejor tratamiento de estudio realizado por el laboratorio químico y microbiológico EcuChemLab.

Materiales

Materia prima e insumos

Ingredientes	Cantidades		
	T1	T2	T3
Harina de papa china	25 %	50 %	75 %
Harina de soya	75 %	50 %	25 %
Azúcar cristalizada	25 %	25 %	25 %
Grasa vegetal (manteca vegetal y margarina industrial)	45 %	45 %	45 %
Bicarbonato de sodio	0.6 %	0.6 %	0.6 %
Polvo de hornear	0.79 %	0.79 %	0.79 %
Sal	0.6 %	0.6 %	0.6 %
Chispas de chocolate	30 %	30 %	30 %
Esencia de vainilla	2 %	2 %	2 %
Miel de abeja	2 %	2 %	2 %
Huevo	20 %	20 %	20 %

Tabla 3. Formulación base de la galleta libre de gluten a base de harina de papa china y harina de soya

RESULTADO

Determinación del contenido de proteína en galletas libres de gluten

Los resultados de la Figura 2 revelan que los seis tratamientos estudiados superan el requerimiento mínimo de proteína (3.0%) según la normativa nacional, las galletas con harina de papa china y soya presentaron un contenido proteico entre 9.38% y 14.42%. El tratamiento T1 (25:75%; HP: HS) mostró el mayor contenido (14.42%), seguido por T4 (25:75; HP: HS). Las variaciones en contenido proteico entre tratamientos pueden asociarse al tipo de grasa utilizada. Los tratamientos T2 y T5 exhibieron diferencias (11.26% y 10.33%), mientras T3 y T6 mostraron contenido similar (9.38% a 9.39%), indicando que el tipo de grasa no influyó.

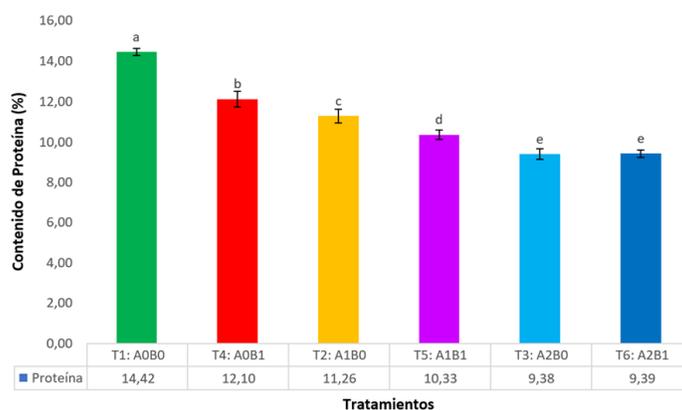


Figura 2. Contenido de proteína de seis formulaciones de galletas libres de gluten de harina de papa china y harina de soya, empleando dos tipos de grasa

Los resultados de la Figura 3, indican que tanto la relación entre harina de papa china y harina de soya (Factor A) como el tipo de grasa (Factor B) tienen un efecto estadísticamente significativo en el contenido proteico de las galletas, con una interacción significativa entre ambos factores. Se rechaza la hipótesis nula, confirmando diferencias significativas debido a estos factores ($p \leq 0.05$). Según la prueba de LSD o Tukey al 95% de confianza, el tratamiento T1 fue el más alto con 14.42%, mientras que T3 fue el más bajo con 9.38%. Esto evidencia diferencias significativas entre tratamientos respecto a la relación de harina y tipo de grasa utilizada.

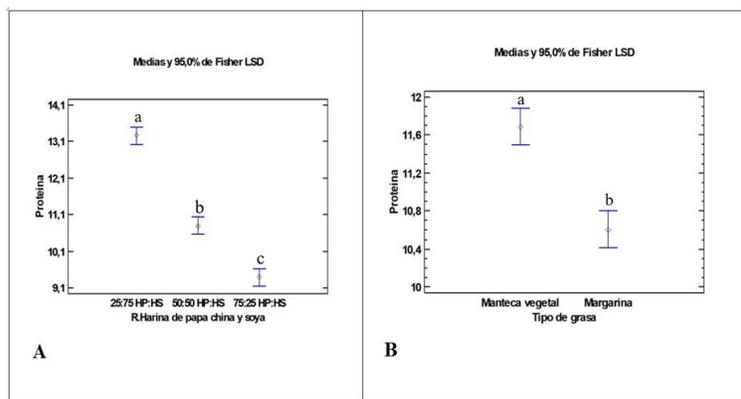


Figura 3. Gráficos de medias e interacción para proteína del factor A y B en galletas libres de gluten a base de harina de papa china y harina de soya

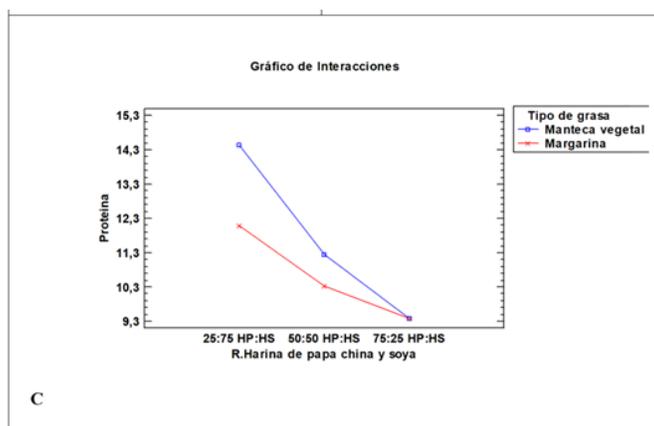


Figura 4. Relación de harina de papa china (Factor A): (25:75 HP: HS), (50:50 HP:HS), (75:25 HP: HS); Tipo de grasa (Factor B): manteca vegetal y margarina industrial

Determinación del contenido de humedad en galletas libres de gluten

Los resultados de la Figura 5, muestran que los seis tratamientos cumplen con el límite máximo de humedad establecido por la normativa técnica ecuatoriana 2085:2005 (10%). Las galletas con harina de papa china y soya tuvieron un rango de humedad de 2.09% a 6.05%. El tratamiento T1 registró el menor contenido de humedad (2.09%), mientras que el T6 mostró el mayor (6.05%). T4 y T2, así como T3 y T5, no difirieron significativamente entre sí en cuanto a humedad, ya que todos se mantuvieron dentro del rango permitido por la normativa de galletas.

En aquellas muestras que se empleó en la formulación margarina industrial los tratamientos T4, T5 y T6 presentaron un mayor contenido de humedad con un rango de 4.12 a 6.05 %, a diferencia de las que contienen manteca vegetal los tratamientos T1, T2 y T3 obtuvieron del 2.09 a 5.57 %, siendo el T2 con un valor promedio más alto entre dichas muestras.

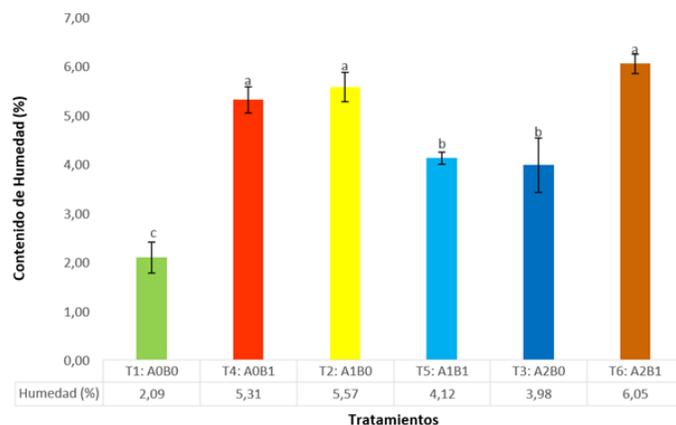


Figura 5. Contenido de humedad de seis formulaciones de galletas libres de gluten de harina de papa china y harina de soya, empleando dos tipos de grasa

Según con los resultados obtenidos en la Figura 6, se puede observar que existe un efecto estadísticamente significativo (valor $p= 0.0023$) en el contenido de humedad con respecto a la relación de harina de papa china y harina de soya (Factor A) y de igual manera en el (Factor B) tipo de grasa: manteca vegetal y margarina industrial (valor $p= 0.0005$) de las galletas elaboradas. Así mismo, se indicó que existe una interacción entre los factores A y B (valor $p= 0.0001$) en dicho parámetro evaluado. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, determinando que existe diferencias estadísticamente significativas con un valor ($p \leq 0.05$) por efecto del tipo de harina, el tipo de grasa vegetal y la combinación de los dos factores de estudio.

Además, se estableció mediante una prueba LSD con un nivel de confianza del 95%, que el mejor tratamiento es T1 con el menor contenido de humedad 2.09% y el más alto fue el T6 con 6.05%, lo cual indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el factor A (relación de harina de papa china y harina de soya) y el factor B tipo de grasa (manteca vegetal y margarina industrial) utilizada en la formulación de las galletas libres de

gluten, especialmente en aquellas que poseen margarina industrial y menor contenido de soya.

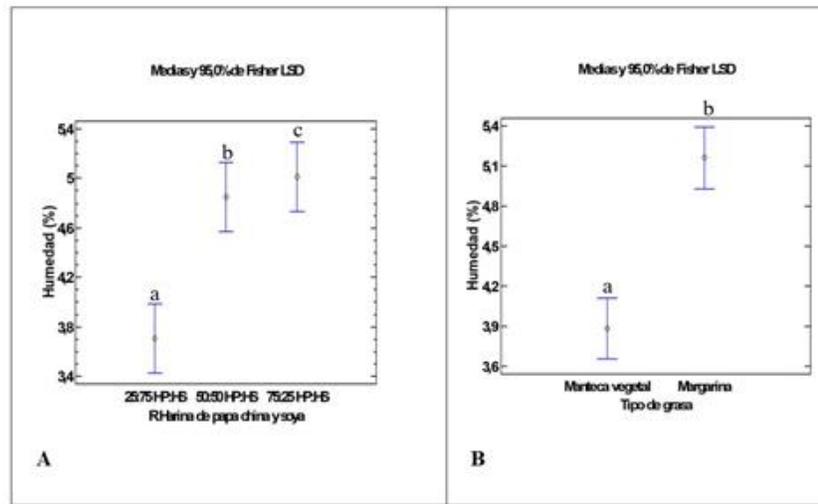


Figura 6. Gráficos de medias e interacción para humedad del factor A y B en galletas libres de gluten a base de harina de papa china y harina de soya



Figura 7. Relación de harina de papa china (Factor A): (25:75 HP: HS), (50:50 HP: HS), (75:25 HP: HS); Tipo de grasa (Factor B): manteca vegetal y margarina industrial

Análisis sensorial de aceptabilidad

El análisis sensorial se realizó mediante una prueba hedónica con una escala de 5 puntos, que permitió determinar la aceptabilidad de la galleta libre de gluten a base de harina de papa china y harina de soya, evaluando cada uno de los atributos como color, olor, sabor,

dureza y crocancia. Dichos datos fueron tabulados y registrados en un programa estadístico para la obtención de los resultados.

Color

Los resultados de la evaluación hedónica de color de galletas libres de gluten (Figura 8) mostraron que el tratamiento T2 (M-874) fue el más aceptado, seguido por T5, T3, T6, T1 y T4. Aunque hubo variaciones de color, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, indicando una similitud en el color de las galletas. La relación de harina y el tipo de grasa no afectaron significativamente el color de las muestras.

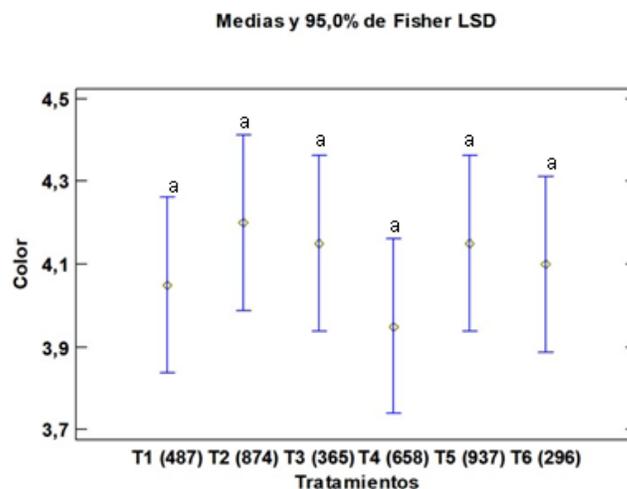


Figura 8. Evaluación hedónica de color en galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de papa china y harina de soya, empleando dos tipos de grasa vegetal

Olor

En el atributo sensorial de olor, los catadores encontraron diferencias significativas con un nivel de confianza del 95% entre las 6 formulaciones de galletas libres de gluten. Los resultados demostraron que el tratamiento con mayor aceptabilidad fue T5 (M-937) con un promedio de 4.4 y el tratamiento T2 (M-874) fue el que presentó la menor aceptabilidad con un promedio de 3.7 como se muestra en la Figura 9. Considerando que si presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

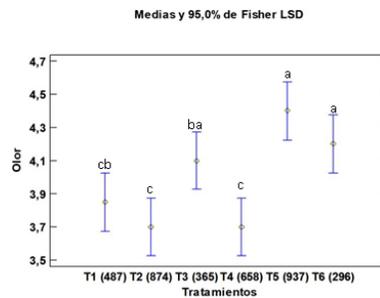


Figura 9. Evaluación hedónica de olor en galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de papa china y harina de soya, empleando dos tipos de grasa vegetal

Sabor

Según con los resultados obtenidos en el atributo sensorial de sabor en galletas de harina de papa china y soya Figura 10, el Tratamiento T2 (M-874) fue el que presentó mayor aceptación de acuerdo con los panelistas con una puntuación de 4.0, seguido por los tratamientos T1 (M-487), T3 (M-365), T5 (M-937), T4 (M-658) y T6 (M- 296) con un rango de 4.0 a 3.35; respectivamente, se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los seis tratamientos evaluados con un nivel de confianza del 95%. Dichos resultados fueron influidos por las cantidades de harina utilizadas en la formulación de las galletas libres de gluten y los tipos de grasa.

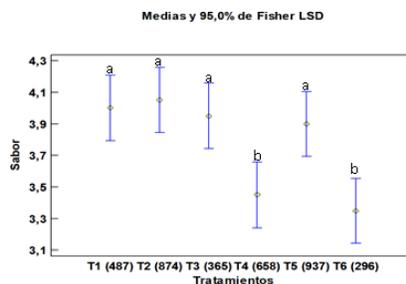


Figura 10. Evaluación hedónica de sabor en galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de papa china y harina de soya, empleando dos tipos de grasa vegetal

Dureza

Como se indica en los resultados Figura 11 para el parámetro de dureza en las galletas

libres de gluten, los catadores indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre las seis formulaciones con un nivel de confianza del 95%. El tratamiento con mayor aceptación es el T5 (M-937) con una puntuación de 4.0 y el que obtuvo menor aceptación fue el tratamiento T2 (M-874) con un promedio de 3.3. Cabe destacar que algunos de los tratamientos no presentaron diferencias entre sí por efecto de los catadores en las galletas evaluadas.

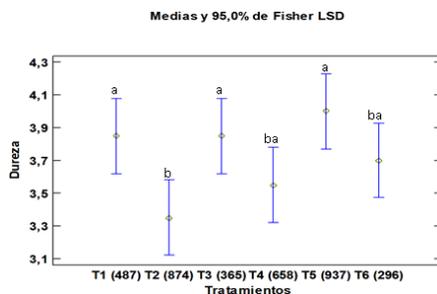


Figura 11. Evaluación hedónica de dureza en galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de papa china y harina de soya, empleando dos tipos de grasa vegetal

Crocancia

En la evaluación de crocancia en galletas de harina de papa china y soya (Figura 12), el tratamiento T5, obtuvo la mayor aceptación, seguido por T3, T4, T6, T1 y T2. Aunque hubo variaciones, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, indicando similitud en la crocancia.

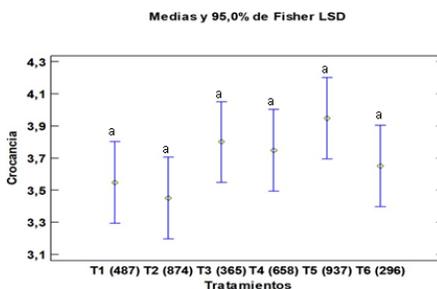


Figura 12. Evaluación hedónica de crocancia en galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de papa china y harina de soya, empleando dos tipos de grasa vegetal

Prueba descriptiva

La evaluación sensorial de galletas de harina de papa china y soya con dos tipos de grasa mostró en la Figura 13, que el tratamiento T5 destacó en color, sabor, dureza, crocancia, palatabilidad y regusto. Los tratamientos restantes (T1, T3, T2, T6 y T4) obtuvieron puntuaciones inferiores. T1 se diferenció por tener un color más café y sabor dulce, mientras que T4 presentó un regusto a frutos secos.



Figura 13. Perfil sensorial de seis formulaciones de galletas libres de gluten a base de harina de papa china y harina de soya

Mejor Tratamiento

La formulación de galleta de harina de papa china y soya con dos tipos de grasa que obtuvo mayor aceptabilidad en el análisis sensorial fue T5 (M-937; A1B1: 50:50 HP: HS + margarina industrial). Presentó características sensoriales como color café claro, sabor dulce, textura medianamente dura, crocancia mediana, palatabilidad medianamente arenosa y regusto a vainilla. Además, tuvo contenido de proteína del 10.33% y humedad del 4.12%.

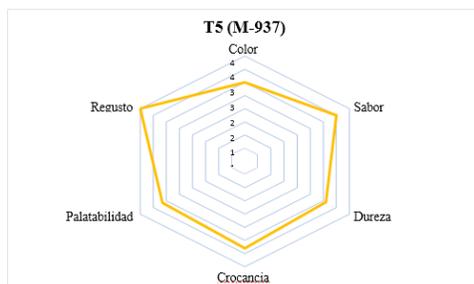


Figura 12. Perfil sensorial del mejor tratamiento T5 (M-937; A1B1: 50:50 HP: HS + margarina industrial) de una galleta libre de gluten a base de harina de papa china y harina de soya

T5 M-937: A1B1: 50:50 HP: HS + margarina industrial

Determinación de gluten al mejor tratamiento

Según con los requisitos establecidos por la normativa (NTE INEN 2235, 2012) el contenido permitido en productos exentos de gluten no debe ser superior a 20 mg/Kg. En la Tabla 4 se indica mediante un análisis cualitativo que la galleta contiene gluten en su formulación, por lo tanto, no cumple con los requisitos establecidos por la normativa y no es apta para el consumo de personas celiacas, puesto a que, no se logró determinar las cantidades que posee en su formulación.

Parámetro	Cantidad (g)	Resultado	Unidad	Método de análisis interno	Análisis de referencia
*Gluten	200	Positivo	----- -	PA-FQ-337	Inmunocromatografía

Tabla 4. Análisis de gluten por el método de inmunocromatografía en una galleta de harina de papa china y harina de soya + margarina industrial

Nota. Laboratorio Ecuachemlab

DISCUSIÓN

El presente estudio evidencia la influencia de los tipos de grasa vegetales empleados en la elaboración de galletas libres de gluten, utilizando harina de papa china y harina de soya, sobre el contenido proteico de las muestras. Se observa que el aumento en la proporción de harina de papa china podría ser atribuido a la composición de las materias primas utilizadas. Investigaciones previas, como la realizada por (Bolini et al., 2021), en galletas

de arroz y frijoles sin gluten, muestran que las combinaciones variadas generaron un contenido proteico inferior (7.99 a 11.52 g/100 g) en comparación con las galletas de harina de papa china y soya (9.38 a 14.42 % en seis formulaciones), siendo la soya y la papa china fuentes de proteínas superiores en comparación con el arroz y los frijoles blancos.

Con respecto a la investigación de Olalekan, (2018), en galletas elaboradas a partir de arroz y harina de soya, se encontró un contenido proteico más alto (rango de 8.94% a 17.51%) en comparación con la presente investigación, que muestra un rango de 9.38% a 14.42% en las galletas de harina de papa china y soya. Por otro lado, Anhush, (2020), señala que las galletas a base de harina de taro o papa china presentan un contenido proteico menor (entre 3.46% y 6.73%), especialmente en formulaciones con mayor proporción de harina de papa china, lo que podría reducir el contenido proteico del producto final.

El tipo de grasa utilizado y la relación entre harina de papa china y harina de soya en diferentes proporciones parecen influir en el contenido de humedad de las galletas desarrolladas. Aguirre, (2019), encontró que una mayor cantidad de harina de soya en la mezcla de harina afecta el contenido de humedad de las galletas, ya que la soya posee características emulsionantes que pueden reducir la humedad en el producto final. Además, estudios como el de Aguirre et al. (2020) indican que la inclusión de harinas de leguminosas y almidón de tubérculos en galletas sin gluten puede oscurecer el color del producto debido a la reacción de Maillard de las proteínas presentes.

En cuanto a la textura, la investigación de Aguirre et al., (2020), sugiere que la harina de soya mejora las propiedades de textura de las galletas, ya que posee propiedades de absorción de agua que aumentan la dureza del producto final. Por otro lado, Olalekan, (2018), señala que las galletas elaboradas con una proporción de 85% de harina de arroz y 15% de harina de soya obtuvieron una mayor aceptabilidad en el análisis sensorial, así como calificaciones positivas en los parámetros de textura, crocancia, sabor, gusto y color, lo cual indica la importancia de la formulación en la calidad final del producto.

CONCLUSIONES

Basado en los objetivos establecidos y los resultados obtenidos en el estudio de formulación y evaluación de galletas libres de gluten a base de harina de papa china

(Colocasia esculenta) y harina de soya (*Glycine max*), se pueden hacer las siguientes conclusiones:

Se logró desarrollar una formulación para la elaboración de galletas libres de gluten utilizando harina de papa china y harina de soya como ingredientes principales. Se emplearon diferentes proporciones de estas harinas, así como dos tipos de grasas vegetales (mantequilla vegetal y margarina industrial) en la formulación.

Los análisis de composición proximal indicaron que todas las formulaciones estudiadas cumplieron con los estándares mínimos de contenido de proteína establecidos por la normativa nacional. El contenido de proteína varió entre 9.38% y 14.42%, mientras que el contenido de humedad se mantuvo dentro del rango permitido (2.09% - 6.05%).

La evaluación sensorial demostró que las galletas desarrolladas fueron generalmente aceptadas en términos de color, olor, sabor, dureza, crocancia y palatabilidad. Aunque se observaron algunas diferencias entre tratamientos, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en términos de color y crocancia. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en los atributos de sabor, olor, dureza y palatabilidad entre las diferentes formulaciones estudiadas.

El análisis del contenido de gluten en el mejor tratamiento identificado en la evaluación sensorial reveló que la galleta contenía gluten en su formulación, lo que la hace no apta para el consumo de personas celiacas según los estándares establecidos por la normativa.

En resumen, la formulación desarrollada de galletas libres de gluten a base de harina de papa china y harina de soya mostró resultados prometedores en términos de composición proximal y aceptabilidad sensorial. Sin embargo, la presencia de gluten en el mejor tratamiento identificado limita su consumo para personas con intolerancia al gluten. Es importante considerar estos hallazgos para futuras investigaciones y ajustes en la formulación con el objetivo de producir galletas verdaderamente libres de gluten y adecuadas para el consumo de personas con necesidades dietéticas especiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, L. (2019). Diseño y desarrollo de galletas dulces destinada a personas celiacas [Universidad Técnica de Machala]. In Revista cubana de Enfermería. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14104>

- Aguirre, L., Martínez, E., & Cuenca, F. (2020). Use of blends of legume flours and manioc starch to elaborate gluten-free sweet biscuits. *Revista Ciencia UNEMI*, 13(33), 59–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol13iss33.2020pp59-72p>
- Anhush, N. (2020). Physico-Mechanical and Nutritional Evaluation of Taro (*Colocasia esculenta*) Flour-based Gluten-free Cookies. *Agricultural Research*, 9, 125–131. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40003-019-00411-z>
- Belobrajdic, D., James, G., Jones, D., & Tran, C. (2023). Soy and Gastrointestinal Health: A Review. *Nutrients*, 15(8). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu15081959>
- Bolini, M., Pedrosa, M., & Silva, D. (2021). Gluten-free rice & bean biscuit: characterization of a new food product. *Heliyon*, 7(1), 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05956>
- Carvajal, L. (2021). Pastas Alimenticias Libres De Gluten a Base De Arroz: Una Revisión. *Investigación Joven*, 8(1), 1–6. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/126544>
- Guiñazú, C. (2020). Harinas Sin Gluten De Origen Vegetal Para El Desarrollo De Productos Alimentarios. Aplicaciones, Propiedades Nutricionales Y Características Funcionales [Universitat Politècnica De Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/157885>
- Neira, A. (2021). Análisis bromatológico de la harina de soya [Universidad Técnica De Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16978>
- NTE INEN 2235. (2012). Alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten. Requisitos. Norma Técnica Ecuatorana, 2235, 1–8. <https://www.collegesidekick.com/study-docs/1801819>
- NTE INEN 518. (1980). Harina de origen vegetal, determinación de la pérdida por calentamiento. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 518, 1–7. <https://www.collegesidekick.com/study-docs/1801819>
- NTE INEN 519. (1980). Harinas de origen vegetal determinación de la proteína. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 519, 1–9. <https://es.scribd.com/document/259194225/INEN-519>
- Olalekan, S. (2018). Evaluación de calidad y aceptabilidad de galletas producidas a partir de mezclas de harina de arroz (*Oryza glaberrima*) y soja (*Glycine max*). *Journal of*

- Culinary Science & Technology, 18(1), 54–66.
<https://doi.org/https://10.1080/15428052.2018.1502113>
- Peñaherrera, M. (2017). Desarrollo de una formulacion y linea de proceso para la elaboracion de una galleta libre de gluten con valor proteico [Escuela Superior Politécnica Del Litoral].
https://irrae.cedia.edu.ec/Record/ESPOL_94cd625ff3ebc353724e8314460ef2a2
- Silva, C., Alvarado, H., Cortez, L., Mariscal, W., & Luna, Z. (2018). Elaboración de pan con harina de trigo, enriquecido con harina de soya y fibra soluble para mejorar su valor nutritivo. Polo Del Conocimiento, 3(5), 18–30.
<https://doi.org/10.23857/pc.v3i5.476>
- Vásquez, L., Vera, J., Alvarado, K., Ochoa, K., Intriago, F., Raju, M., & Radice, M. (2023). Calidad sensorial de cuatro cruces experimentales de cacao adicionando pasta de frutas deshidratadas. Revista Multidisciplinaria Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista, 5(1), 1–9.
<https://www.dateh.es/index.php/main/article/view/112>
- Vera, F., & Vera, J. (2018). Resumen de principios de diseños experimentales (G. Compás (ed.); 1st ed.). <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3764>