

Efecto de varios porcentajes de harina de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) sobre las propiedades fisicoquímicas, bromatológicas y sensoriales de galletas dulces

Effect of various percentages of orange (*Citrus sinensis*) peel flour on the physicochemical, bromatological and sensory properties of sweet cookies

Yessenia Noemi BASURTO INTRIAGO, Jelina Mageli LIMONGI LUNA, José Patricio MUÑOZ MURILLO

Departamento de Procesos Agroindustriales, Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí, Chone, Ecuador.

Recibido: 14/noviembre/2024. Aceptado: 25/febrero/2025.

RESUMEN

Introducción: La cáscara de naranja es reconocida por sus propiedades biológicas que ejercen funciones importantes en el organismo.

Objetivo: evaluar el efecto de varios porcentajes de harina de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) sobre las propiedades fisicoquímicas bromatológicas y sensoriales de galletas dulces.

Materiales y métodos: se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial, donde se incluyeron tres concentraciones de harina de cáscara de naranja (HCN): T1:3% HCN, T2:5% HCN, T3:7%HCN, más un tratamiento control (0% HCN). Se determinó la composición fisicoquímica y microbiológica de la harina. Se elaboraron las galletas y posteriormente se efectuó una evaluación de la composición proximal, microbiológica, sensorial y textura del tratamiento con mejor aceptación sensorial. Las unidades experimentales se compararon mediante pruebas de Tukey.

Resultados y discusión: la composición proximal de la HCN obtuvo un contenido de proteína de 3,79%, humedad 8,42%, materia seca 91,58%, ceniza 5,8%, pH 4,88%, y acidez 0,35%. Los resultados de los análisis microbiológicos cumplen con los criterios de la norma INEN 616. La caracterización bromatológica fue estadísticamente significativa

($p < 0,05$) entre tratamientos. El contenido de ceniza fue superior en T3 (1,38%), humedad (6,07%) y, grasa (18,33%), en tanto que el tratamiento T0 mostró un mayor contenido de proteína (8,37%), materia seca (97,28%) y pH superior en T1 de 6,73. Se cumplió con los criterios microbiológicos de la NTE INEN 2085. El análisis sensorial fue estadísticamente superior ($p < 0,05$) en T1 para los atributos color (5,97), olor (6,01), sabor (5,74), textura (5,88) y consistencia (5,76). El análisis de textura del mejor tratamiento con aceptación sensorial obtuvo una dureza de 57,25N, relacionado con una baja adhesividad, cohesividad, gomosidad, elasticidad y viscosidad.

Conclusiones: la inclusión de la harina de cáscara de naranja en concentraciones en 3% presentó una mejor aceptación sensorial y cumple con los criterios de la NTE INEN 2085.

PALABRAS CLAVES

Calidad sensorial, cítricos, desarrollo de productos, propiedades reológicas.

ABSTRACT

Introduction: Orange peel is recognized for its biological properties that exert important functions in the organism.

Objective: to evaluate the effect of various percentages of orange peel (*Citrus sinensis*) flour on the physicochemical, bromatological and sensory properties of sweet cookies.

Materials and methods: a completely randomized statistical design with factorial arrangement was used, including

Correspondencia:

Yessenia Noemi Basurto Intriago
ybasurto2931@utm.edu.ec

three concentrations of orange peel flour (HCN): T1:3% HCN, T2:5% HCN, T3:7% HCN, plus a control treatment (0% HCN). The physicochemical and microbiological composition of the flour was determined. The cookies were made and then an evaluation of the proximal, microbiological, sensory and texture composition of the treatment with the best sensory acceptance was carried out. The experimental units were compared using Tukey tests.

Results and discussion: the proximal composition of the HCN obtained a protein content of 3.79%, moisture 8.42%, dry matter 91.58%, ash 5.8%, pH 4.88%, and acidity 0.35%. The results of the microbiological analyses meet the criteria of INEN 616. The bromatological characterization was statistically significant ($p < 0.05$) between treatments. Ash content was higher in T3 (1.38%), moisture (6.07%) and fat (18.33%), while the T0 treatment showed a higher protein content (8.37%), dry matter (97.28%) and higher pH in T1 (6.73). The microbiological criteria of NTE INEN 2085 were met. Sensory analysis was statistically superior ($p < 0.05$) in T1 for the attributes color (5.97), odor (6.01), flavor (5.74), texture (5.88) and consistency (5.76). The texture analysis of the best treatment with sensory acceptance obtained a hardness of 57.25N, related to low adhesiveness, cohesiveness, gumminess, elasticity and viscosity.

Conclusions: the inclusion of orange peel flour in concentrations of 3% presented a better sensory acceptance and complies with the criteria of NTE INEN 2085.

KEY WORDS

Sensory quality, citrus, product development, rheological properties.

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria en el Ecuador representa una de las actividades con un importante aporte sobre el crecimiento económico y social, cuyo enfoque se fundamenta en el desarrollo de la agricultura y la producción agroalimentaria, además de ser una fuente generadora de empleos que beneficia de manera directa e indirecta a diferentes familias vinculadas dentro de este sector¹. A pesar del valor fundamental en la elaboración de alimentos se debe considerar que es una de las principales generadoras de residuos como cáscaras, semillas y otros componentes de productos agrícolas que al no ser tratadas adecuadamente inciden sobre negativamente sobre el ambiente².

Dentro de este ámbito, las cáscaras de frutos y vegetales constituyen un problema fundamental en la industria alimentaria, tanto por los volúmenes generados y por el impacto ambiental, considerando un aumento significativo relacionado con el aumento de la demanda de productos destinados para el consumo humano³. En este sentido se ha documentado que el procesamiento de las frutas genera un rendimiento en-

tre el 40 y 45% con relación a peso inicial y entre el 45 y 60% en residuos⁴.

La naranja *Citrus sinensis* es una fruta cítrica conocida por su importante aporte de vitamina C, vitaminas del grupo B, fibra, flavonoides (hesperidina y naringenina) y compuestos fenólicos que ejercen importantes funciones biológicas sobre el organismo⁵. La cáscara de naranja posee un perfil nutricional que integra la presencia de a de compuestos bioactivos, fibra dietética, aceites esenciales y antioxidantes que han sido objeto de estudio de diferentes investigaciones dentro de la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética⁶.

Las galletas son un alimento con un importante consumo a nivel mundial y a la vez forma parte de una alimentación equilibrada, debido al importante aporte de nutrientes esenciales en el organismo, además de que poseen principios digestivos y dietéticos de vital importancia⁷. Habitualmente las galletas son elaboradas a partir del uso de harina de trigo, grasas (de origen vegetal y animal), azúcares y agentes leudantes regulados por la industria alimentaria, además de ser enriquecidas con frutos secos, frutas deshidratadas y especias que le otorgan diferentes cualidades sensoriales⁸.

Por lo tanto, con el desarrollo de la presente investigación se busca dar valor agregado a la cáscara de naranja mediante la elaboración de galletas dulces, considerando las nuevas tendencias de consumo de alimentos más saludables. Por lo expuesto anteriormente este estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de varios porcentajes de harina de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) sobre las propiedades físicoquímicas bromatológicas y sensoriales de galletas dulces.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo durante el periodo abril – agosto del 2024 en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales en el área de Frutas y Hortalizas de la Facultad de Agrociencias, Extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí, geográficamente ubicada en el Km 2 ½ vía Boyacá, sitio Anima, a 0°41'17" de latitud Sur y 80° 7' 25.60" de longitud Oeste.

Materias primas

Las naranjas fueron recolectadas en los centros de acopio de cítricos del cantón Chone, en tanto que los demás insumos para la elaboración de galletas se adquirieron en el mercado local del cantón Chone provincia de Manabí.

Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con un arreglo factorial. Se formularon cuatro tratamientos, incluyendo tres réplicas por cada tratamiento con un total de doce unidades experimentales. El Factor en estudio A: representado por los porcentajes de Harina de Cáscara de Naranja

(HCN). La unidad experimental estuvo conformada por 600 g de masa para galletas en cada tratamiento.

En la tabla 1 se detallan los tratamientos en estudio del diseño experimental.

Tabla 1. Tratamientos en estudio del diseño experimental

| Tratamientos | Códigos | % de HCN | Réplicas |
|--------------|---------|----------|----------|
| 1 | T0 | 0 | 3 |
| 2 | T1 | 3 | 3 |
| 3 | T2 | 5 | 3 |
| 4 | T3 | 7 | 3 |

En la Tabla 2 se describe las formulaciones con los niveles de inclusión de harina de cáscara de naranja.

Procedimiento experimental

Obtención de la harina de cáscara de naranja (HCN)

Para la obtención de la HCN se receptaron las naranjas con un estado de madurez intermedio y libre de la presencia de daños por cosecha y microbiológicos. Se procedió a lavar a las naranjas para eliminar todo tipo de impurezas para continuar con el pelado y cortado de la cáscara en porciones aproximadas de 3cm de ancho y 5 cm de largo; posteriormente se realizó un previo blanqueo con agua a temperatura de 80°C por 2 minutos para ser ubicadas en las bandejas y llevadas al proceso de secado (deshidratado) utilizando un deshidratador eléctrico (Food deshidratador FD-12). Los cortes de las cáscaras se deshidrataron a temperatura de 55°C por un tiempo de 5 horas y posteriormente enfriadas a una

temperatura de 28°C. Las cáscaras deshidratadas fueron molidas mediante la utilización de un molino eléctrico compuesto por aspas de acero inoxidable para posteriormente envasarla en fundas Ziploc.

Elaboración de las galletas

Para la elaboración de galletas dulces se receptó la harina de trigo, la harina de cáscara de naranja y los demás insumos (azúcar, mantequilla y polvo de hornear), los cuales fueron pesados mediante la utilización de una balanza digital (marca CAMRY, capacidad de peso de 5000±1g), de acuerdo con las proporciones establecidas para la formulación según los tratamientos en estudio (Tabla 2). Se mezcló la harina de trigo, harina de cáscara de naranja y polvo de hornear sobre una bandeja metálica y en un recipiente tipo bowls se mezcló la mantequilla y azúcar hasta conseguir una mezcla homogénea de todos los insumos. Se continuó con el amasado por 10 minutos hasta que la masa sea uniforme y se dejó en reposo por un periodo de 30 minutos.

Luego se procedió con el moldeo de las galletas en la cual se utilizaron moldes de distintas figuras para cada tratamiento y posteriormente horneadas a una temperatura de 130°C por un tiempo de 10 minutos. El proceso de enfriado se realizó a temperatura ambiente por 30 minutos para el respectivo envasado en fundas ziploc. Se determinó el rendimiento de la obtención de la harina de cáscara de naranja considerando las entradas y salidas de las operaciones aplicadas.

Caracterización de las propiedades físicoquímicas y microbiológicas de la harina de cáscara de naranja

La caracterización de la harina de cáscara de naranja se desarrolló considerando como referencia los requisitos de la norma NTE INEN 616⁹, donde se consideraron los siguientes parámetros: proteína (NTE INEN-ISO 20483), humedad

Tabla 2. Formulación de los tratamientos en estudio de galletas dulces con HCN

| Materia prima e Insumos | T0 (Control) | | T1 (3% HCN) | | T2 (5% HCN) | | T3 (7% HCN) | |
|-------------------------|--------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | % | g | % | g | % | g | % | g |
| Harina de trigo | 50 | 300 | 47 | 282 | 45 | 270 | 43 | 258 |
| Harina de HCN | 0 | 0 | 3 | 18 | 5 | 30 | 7 | 42 |
| Azúcar | 26 | 156 | 26 | 156 | 26 | 156 | 26 | 156 |
| Mantequilla | 22 | 132 | 22 | 132 | 22 | 132 | 22 | 132 |
| Polvo de hornear | 2 | 12 | 2 | 12 | 2 | 12 | 2 | 12 |
| Total | 100 | 600 | 100 | 600 | 100 | 600 | 100 | 600 |

(NTE INEN-ISO 712), acidez (NTE INEN 521), grasas (NTE INEN-ISO 11085), materia seca (NTE INEN-ISO 712), ceniza (NTE INEN-ISO 2171), pH 10% (NTE INEN-ISO1842) y contenido mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10, AOAC 997.02) y *E. coli*. (NTE INEN 1529-8). Finalmente se determinó tamaño de partículas de acuerdo con el método de la norma NTE INEN 517, el cual se desarrolló mediante el uso de tamiz de acero inoxidable de 4 mallas (500, 425, 125 y 45 μm).

Análisis bromatológicos y microbiológicos de las galletas dulces

Los análisis bromatológicos de los tratamientos en estudio se realizaron según los parámetros establecidos por la norma INEN 2085¹⁰, donde se evaluó los contenidos de: ceniza (NTE INEN-ISO 2171), proteína (NTE INEN 519), humedad (NTE INEN 518), materia seca (NTE INEN-ISO 2171), grasa (NTE INEN-ISO 20483) y pH (NTE INEN 526). Los análisis microbiológicos se desarrollaron considerando los criterios Aerobios mesófilos (NTE INEN 1529-5), Mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10).

Análisis sensorial

El análisis sensorial de las galletas dulces con varios porcentajes de HCN se realizó con un panel sensorial conformado por 90 jueces semi-entrenados, los cuales evaluaron propiedades organolépticas como: color, olor, sabor, textura y consistencia a través de un test de escala hedónica de 7 puntos (1 = me disgusta mucho; 2 = me disgusta moderadamente; 3 = me disgusta poco; 4 = ni me gusta ni me disgusta; 5 = me gusta poco; 6 = me gusta moderadamente; 7 me gusta mucho).

Análisis del perfil de textura

El análisis del perfil de textura se realizó al tratamiento con mejor aceptación sensorial. Se procedió con la preparación de las muestras de galletas para luego ser trasladadas al equipo de análisis de textura de la marca Shimadzu Universal Tester EZTest EZ-LX. Las variables analizadas fueron: dureza (N), cohesividad, adhesividad (N), gomosidad (N), elasticidad (N) y masticabilidad (N).

Análisis estadístico

El análisis estadístico se desarrolló mediante la utilización del Software InfoStat versión libre 2020. Se aplicó un análisis de varianza ANOVA y posteriormente en cada una de las unidades experimentales que presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) se aplicó pruebas de comparación de medias de Tukey utilizando un intervalo de confianza del 95%. Los datos del perfil sensorial se trabajaron mediante estadística no paramétrica utilizando la prueba de contraste Kruskal Wallis al 5% de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición proximal de la harina de cáscara de naranja

En la tabla 3, se describen los resultados de la composición proximal de la harina de cáscara de naranja.

Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas y microbiológica de la harina de cáscara de naranja

| H. de cáscara de naranja | Unidad | Valor |
|--------------------------|-------------------|----------|
| Proteína (6,25) | % | 3,79 |
| Humedad | % | 8,42 |
| Materia Seca | % | 91,58 |
| Ceniza | % | 5,18 |
| pH (10%) | — | 4,88 |
| Acidez | % ácido sulfúrico | 0,35 |
| <i>E. coli</i> | UFC/g | Ausencia |
| Mohos y Levaduras | UP/g | 3,05E+01 |

El análisis del contenido de proteínas de la harina de cáscara de naranja demostró un bajo contenido de este nutriente con 3,79%, valor proporcional a la naturaleza del producto y a las diferencias de la harina de trigo que contiene valores que oscilan entre 8 a 15% de proteínas. A su vez al comparar con los requisitos de la NTE INEN 616⁹, no cumplen con los requisitos descritos por la norma para productos de pastelería y panadería.

El contenido de humedad reportado para la harina alcanzó un promedio de 8,42%, el cual se encuentra dentro de los valores requeridos por la NTE INEN 616⁹, donde se describe un valor máximo de 14,5%. Los resultados del estudio se encuentran cercanos a los reportados por Burgos y Inoñan¹¹, en harina de cáscara de cítrico documenta valores de 9,35% para la humedad, especificándose una humedad adecuada para este tipo de productos. Adicionalmente se garantiza la estabilidad de la harina durante el almacenamiento.

El contenido de materia seca (MS) en la harina de cáscara de naranja fue relativamente alto, con un valor de 91,58%, siendo menor al reportado por Muñoz, et al.¹² donde documenta un promedio de 96,21% de materia seca harina de productos cítricos, lo que deriva de la presencia de fibra conformada por pectina y celulosa, además de la presencia de azúcares, ácidos orgánicos y minerales.

En referencia al contenido de cenizas de la harina de cáscara de naranja se obtuvo un total de 5,18%, que indica un

importante aporte de minerales, donde se destaca la presencia de calcio, potasio y magnesio. En cuanto al contenido de cenizas, los valores reportados superan los requisitos máximos descrito por la NTE INEN 616⁹, la cual especifica un total de 0,8% para harina utilizadas en productos de galletería.

Los resultados del contenido de pH de la harina de cáscara de naranja arrojo como resultados un valor de 4,88, el mismo que documenta valores ligeramente ácidos que se relacionan con la presencia de ácidos orgánicos de origen natural como el ácido cítrico y ácido sulfúrico. Estos resultados se encuentran cercanos a los reportados por (Velázquez y Díaz¹³), los cuales obtuvieron un promedio de 4,65 en pH.

En relación al contenido de acidez se documenta como resultados un total de 0,35% expresado como ácido sulfúrico, el cual deriva de la presencia de ácidos libres encontrados en la harina, sin embargo, se debe considerar que los valores se encuentran por encima de la norma de referencia NTE INE 616⁹, donde se especifica un mínimo de 0,2%.

En cuanto a la caracterización microbiológica de la harina de cáscara de naranja se documenta la ausencia de *Escherichia coli*, lo que indica que la harina cumple con las condiciones sanitarias adecuadas y libre de la presencia de contaminación fecal (Doddabematti, et al.¹⁴), el cual se considera un riesgo significativo para la salud. Además, se documenta el cumplimiento de los estándares de calidad descritos en la NTE INEN 616⁹.

De la misma manera se observa el cumplimiento de los requisitos microbiológicos en cuanto a la presencia de mohos y levaduras de acuerdo a la NTE INEN 616⁹, donde se observa valores relativamente bajos (3,05E+01 UP/g), considerándose normal en productos que derivan de vegetales y subproductos secos como la cáscara de naranja, considerando que por las características propias de los cítricos la presencia de este tipo de microorganismos es limitada (Vera y Zambrano¹⁵). A su vez concuerdan con los reportados por Muñoz, et al.¹⁶ al efectuar una caracterización de harina de subproductos cítricos donde documenta el cumplimiento de los requisitos descritos para la norma INEN 616⁹.

El análisis del tamaño de partícula para la harina de cáscara de naranja muestra como resultados que la mayor parte de fracción de la harina presentó un tamaño de partícula de 425 μm donde se quedó retenido el 41,20%. Seguido se encontró que el 35,22% restante presentó un tamaño de par-

Tabla 4. Análisis del tamaño de partícula de la harina de cáscara de naranja

| Tamaño de malla (μm) | % de masa retenida |
|-----------------------------------|--------------------|
| 500 | 15,27 |
| 425 | 41,20 |
| 125 | 35,22 |
| 45 | 6,94 |
| Fondo | 1,39 |

tícula de 125 μm . En tanto que para el 15,27% presentó un tamaño de partícula de 500 μm . Esta mezcla en diferentes tamaños de partícula en la harina, entre finas y gruesas tiene implicaciones positivas sobre los productos de panadería como las galletas, reduciendo de manera directa la dureza de las galletas (Matos¹⁷).

El balance de masa para la obtención de la harina de cáscara de naranja durante el proceso de secado y molienda demostró un rendimiento del 23,63%, considerando el valor de entrada y salida obtenidos durante este proceso. Los resultados expuestos por Guamán¹⁸, reportan como resultados rendimientos menores en el procesamiento en la pulpa de naranja, asociado a un mayor contenido de agua.

Composición bromatológica de las galletas

En la tabla 6 se describen los resultados de la caracterización bromatológica de las galletas elaboradas con la inclusión de los tres niveles de harina de cáscara de naranja.

Los resultados del contenido de ceniza muestran un comportamiento estadísticamente significativo ($p < 0,001$) evidenciando un aumento proporcional en el contenido de cenizas a conforme aumenta el nivel de inclusión de la harina de cáscara de naranja, alcanzando en el T0 el contenido de cenizas es el más bajo con un promedio de 1,11%, mientras que T3 alcanzó el valor más alto con 1,38%. Este aumento se relaciona con un mayor aporte de minerales como el calcio, potasio y magnesio en la cáscara de naranja. En relación al contenido de proteína de las galletas los valores se encuentran cercano a los reportados por Muñoz, et al.¹⁶, quienes reportan valores de 9,00% en el tratamiento control, coinci-

Tabla 5. Balance de masa para la obtención de la harina de cáscara de naranja

| Proceso | Entrada | Salida | Pérdidas | Rendimiento (%) |
|----------------|---------|--------|----------|-----------------|
| Deshidratación | 2,385 | 0,705 | 1,68 | 23,63 |
| Molienda | 0,705 | 0,67 | 0,035 | |

Tabla 6. Composición bromatológica de las galletas con la inclusión de harina de cáscara de naranja

| Tratamientos | T0 (Control) x̄±D.E. | T1 (3% HCN) x̄±D.E. | T2 (5% HCN) x̄±D.E. | T3 (7% HCN) x̄±D.E. | p-valor |
|--------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|
| %Ceniza | 1,11±0,01 a | 1,20±0,01 b | 1,30±0,03 c | 1,38±0,03 d | <0,001* |
| %Proteína | 8,37±0,10 a | 8,36±0,41 a | 7,89±0,07 ab | 7,61±0,18 b | 0,010* |
| %Humedad | 2,72±0,28 b | 4,86±0,11 ab | 4,79±0,19 ab | 6,07±2,30 a | 0,045* |
| %MS | 97,28±0,28 a | 95,14±0,11 ab | 95,21±0,19 ab | 93,93±2,30 b | 0,045* |
| %Grasa | 16,28±0,15 b | 10,57±0,82 c | 18,28±0,26 a | 18,33±0,03 a | 0,001* |
| pH | 6,65±0,05 b | 6,73±0,01 a | 6,67±0,02 ab | 6,54±0,01 c | 0,002* |

Los valores representan el promedio ± Desviación Estándar. Media con una letra en común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) de acuerdo con la prueba de Tukey. *: significancia estadística. ns: no significativo.

diendo que un aumento en la sustitución de la harina de trigo disminuyó en contenido final de proteínas.

El análisis de varianza del contenido de proteínas mostró diferencias significativas ($p = < 0,001$) entre tratamientos, siendo superior en el tratamiento control con 8,37% y menor en el tratamiento T3 con 7,61%, mostrando una reducción en el valor porcentual de proteína al aumentar la concentración de harina de cáscara de naranja, considerando que este tipo de harinas se caracteriza por un bajo aporte proteico, en comparación con la harina de trigo. En este sentido Bakar et al.¹⁹, manifiesta que la harina de cáscara de naranja destaca por la presencia de compuestos bioactivos y su alto contenido en fibra, sin embargo, no es una fuente de proteínas. Los resultados del estudio difieren de los reportados por Lozano²⁰, donde al evaluar el contenido de proteína de galletas con la inclusión de cáscara de naranja muestran un aumento proporcional, alcanzado promedio de 8,50% al utilizar concentraciones del 10%. A su vez el contenido de proteína cumple con los criterios de calidad de la NTE INEN 2085¹⁰, donde se especifica un mínimo de 3,0%.

El contenido de humedad presentó diferencias significativas ($p = 0,045$) entre los tratamientos en estudio, siendo superior en el tratamiento T3 con 6,07%, y menor para el tratamiento control con 2,72%, el cual difiere de los reportados por Chávez, et al.²¹, quienes al elaborar galletas con sustitución de harina de trigo reportan valores de 6,54% en el tratamiento control y 5,61% al sustituir 5% de la harina de trigo. Investigaciones preliminares documentan que la cáscara de naranja presenta un alto contenido de fibra dietética que contribuye con la retención de agua debido a su capacidad hidrofílica (Rani, et al²²), lo que demuestra que a mayor concentración de la harina se encontró un aumento significativo en contraste con el tratamiento control. De la misma manera, se observa el cumplimiento de los requisitos de la

NTE INEN 2085¹⁰, en cuanto al contenido de humedad, donde el valor máximo es de 10%.

Por otro lado, al analizar el comportamiento estadístico de la variable materia seca (MS) se puede apreciar diferencias significativas ($p = 0,045$), mostrándose superior en el tratamiento control con 97,28%, a diferencias del tratamiento T3 el cual fue menor con 93,93%, el cual es esperado debido al incremento de la humedad en este tratamiento, debido al comportamiento inversamente proporcional entre ambas variables.

Los resultados del análisis de varianza en el contenido de grasa en las galletas demostraron diferencias significativas ($p = < 0,001$) entre los valores promedios de cada formulación, reportando un mayor aporte en los tratamientos T2 y T3 con 18,28 y 18,33%, respectivamente en cada tratamiento, en tanto que para el tratamiento T1 se obtuvo el menor contenido de grasa con 10,57%, muy cercano al reportado por Kolawole, et al.²³ quienes documentan valores de 9,72–10,44 g/100g.

En relación al análisis de varianza del pH de las formulaciones en estudio se determinó la presencia de diferencias significativa ($p = < 0,001$), a pesar de no encontrarse cambios relativamente altos puede apreciarse que el tratamiento T1 tiene un pH más alto con 6,73%, en comparación con el tratamiento T3 el cual obtuvo un valor de 6,54%. De acuerdo con las especificaciones de la norma INEN 2085¹⁰, el valor documentado cumple con los criterios de calidad descritos por la norma, donde se especifica un mínimo de 5,5 y máximo de 9,5.

El análisis de varianza para los atributos microbiológicos de las galletas dulces con la inclusión de los tres niveles de harina de cáscara de naranja demostró diferencias significativas ($p = < 0,001$) en los valores reportados para la variable aerobios mesófilos, demostrando un aumento proporcional entre los valores reportados para tratamientos en estudio donde se observa una superioridad numérica en los tratamientos T1 y T3 con promedios de 3,43E+02 y 4,14E+02 UFC/g respectivamente, sin

Tabla 7. Composiciones microbiológicas de las galletas con la inclusión de cáscara de naranja

| Tratamientos | Aerobios mesófilos | Mohos y Levaduras |
|---|--------------------|-------------------|
| T0 (Control) $\bar{x} \pm D.E.$ | 1,17E+02±16,86 d | 4,44E+01±11,41 bc |
| T1 (3% HCN) $\bar{x} \pm D.E.$ | 3,43E+02±18,48 a | 2,68E+01±2,35 c |
| T2 (5% HCN) $\bar{x} \pm D.E.$ | 2,01E+02±7,09 b | 6,01E+01±6,34 b |
| T3 (7% HCN) $\bar{x} \pm D.E.$ | 4,14E+02±47,34 a | 8,79E+01±6,05 a |
| p-valor | <0,001* | <0,001* |

Los valores representan el promedio \pm Desviación Estándar. Media con una letra en común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) de acuerdo con la prueba de Tukey.

embargo, bajo los criterios expuestos por Das, et al.²⁴, los productos de panadería son considerados estables con valores bajos, por lo que se asume que las galletas son seguras para el consumo humano.

Con relación al contenido de Mohos y levaduras de las galletas dulces se encontró diferencias significativas ($p = < 0,001$) entre los valores promedios reportados para las formulaciones, donde el tratamiento T3 alcanzó el mayor contenido de UFC en las galletas con un promedio de 8,79E+01, a pesar tener la mayor concentración de la harina se puede observar un crecimiento favorables para este tipo de microorganismos a pesar de las propiedades antimicrobianas reportados en la cáscara de naranja no se logró inhibir en crecimiento de este tipo de microorganismos permitiendo su proliferación, que además es incidida por la presencia de un mayor contenido humedad reportado en este mismo tratamiento, reportando valores superiores a los documentados por Quezada et al.²⁵, donde describe un total de 13 UPC/g en mohos y levaduras.

Tabla 8. Evaluación sensorial de los tratamientos en estudio

| Parámetros | T0 (Control) $\bar{x} \pm D.E.$ | T1 (3% HCN) $\bar{x} \pm D.E.$ | T2 (5% HCN) $\bar{x} \pm D.E.$ | T3 (7% HCN) $\bar{x} \pm D.E.$ | p-valor |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|
| Color | 5,29±1,49 b | 5,97±0,83 a | 4,81±1,59 c | 5,14±1,67 bc | <0,001* |
| Olor | 5,11±1,19 b | 6,01±0,88 a | 4,78±1,65 b | 4,87±1,66 b | <0,001* |
| Sabor | 5,14±1,23 b | 5,74±1,11 a | 4,08±1,73 b | 3,78±1,83 c | <0,001* |
| Textura | 5,37±1,24 b | 5,88±0,87 a | 4,64±1,54 c | 4,64±1,61 c | <0,001* |
| Consistencia | 5,13±1,37 b | 5,76±0,94 a | 4,89±1,65 b | 4,34±1,66 c | <0,001* |

Los valores representan el promedio \pm Desviación Estándar. Media con una letra en común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) de acuerdo con la prueba de Kruskal Wallis. *: significancia estadística. ns: no significativo.

Los resultados documentados en esta investigación cumplen con los criterios de calidad descritos por la NTE INEN 2085¹⁰.

Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial del atributo color de las galletas de harina de cáscara de naranja demostró la presencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. En este caso puede apreciarse que el tratamiento T1 demostró tener una mejor aceptación en este atributo, con una puntuación de 5,97 puntos acercándose a los rangos de calificación de me gusta moderadamente. No obstante, los valores reportados por Agüero, et al.²⁶, al sustituir harina de trigo en concentraciones de 5% documenta una mejor aceptación con respecto al color con puntuaciones de 8 puntos, utilizando una escala hedónica de mayor puntuación.

Por su parte la evaluación del atributo olor de las galletas con la inclusión de los tres niveles de harina de cáscara de naranja arrojó como resultados que se encontró diferencias significativas entre tratamientos, dando una mejor aceptación en el tratamiento T1 con una valoración de 6,01, para los demás tratamientos en estudio se observó una menor aceptabilidad, indicando que a pesar de encontrar mayores cantidades de harina de cáscara de naranja no se observó un efecto significativo en comparación con el tratamiento control, sin embargo, la valoración por parte de los catadores fue menor. Los resultados expuestos por Muñoz et al.¹⁶ en la elaboración de galletas dulce con sustituciones de la harina de trigo muestran diferencias significativas en la calificación del atributo olor, con puntuaciones de superiores en el tratamiento con sustitución del 10%, donde se obtuvo valoraciones de 5,79 puntos.

El análisis sensorial del atributo sabor de las galletas con la inclusión de la harina de cáscara de naranja dio como resultados diferencias significativas entre tratamiento, destacando una mayor preferencia en el tratamiento T1, donde se logró una mejor aceptación con una valoración de 5,74 puntos, siendo más agradable para los catadores, seguido se observa una menor aceptabilidad el los tratamientos que incluyeron

mayores niveles de harina, posiblemente relacionada con un aumento en el amargor de las formulaciones. De la misma manera, los resultados de Lozano et al.²⁷, reportan diferencias significativas en el atributo sabor de galletas dulces donde se sustituyó la harina de trigo por harinas no convencionales.

La valorización sensorial del atributo textura de las galletas demostró que la inclusión de la harina de cáscara de naranja generó una mejor aceptación en el tratamiento T1 con una valoración de 5,88 puntos, considerando que la mayor aceptación está vinculada a una mejor cohesión, firmeza o crujiente, características que suelen ser apreciadas en productos horneados. En este caso se puede apreciar que un aumento de la concentración de la harina desfavoreció la aceptabilidad de la textura

Con relación a la consistencia de las galletas se evidenció que la inclusión de 3% de cáscara de naranja alcanzó resultados favorables en cuanto a la aceptabilidad de este indicador, siendo superior en comparación con los demás tratamientos con una media de 5,76, a diferencia de los tratamientos donde se observó una menor aceptabilidad por parte de los catadores. Los resultados expuestos muestran un comportamiento diferente a los reportados por Soto, et al.²⁸, quienes al aumentar el nivel de sustitución de la harina de trigo en la elaboración de galletas dulces muestra una aceptación favorable con puntuaciones cercanas a 5 puntos.

Perfil de textura del tratamiento con mejor aceptación sensorial

El análisis de textura se desarrolló con el tratamiento que obtuvo una mejor aceptación sensorial, donde el tratamiento T1 destacó por su mejor aceptación en los atributos color, olor, sabor, textura y consistencia.

La evaluación de la textura del tratamiento con mejor aceptación sensorial arrojó como resultados un total de

Tabla 9. Evaluación del perfil de textura del tratamiento con mejor aceptación sensorial (N)

| Parámetro | T1 (3% HCN) $\bar{x} \pm D.E.$ |
|--------------------|--------------------------------|
| Dureza (N) | 57,50 \pm 17,90 |
| Adhesividad (N) | -0,26 \pm 0,44 |
| Cohesividad | -0,00 \pm 0,00 |
| Gomosidad (N) | -0,89 \pm 0,13 |
| Elasticidad (N) | 0,00 \pm 0,00 |
| Masticabilidad (N) | 0,01 \pm 0,00 |
| Viscosidad | 0,03 \pm 0,01 |

Los valores representan el promedio \pm Desviación Estándar.

57,25 \pm 17,90 N. En términos de masticabilidad los valores reportados para este tratamiento se consideran aceptables a pesar de que un aumento en los valores de textura para productos de panadería puede relacionarse con una textura más crujiente; sin embargo, se debe considerar la dependencia en la aceptación por parte de los consumidores.

Según Lozano²⁷ indica que las inclusiones de harina de cáscara de naranja en concentraciones del 10% reporta valores de textura de 31,85 N, en tanto, que con inclusión del 5% los resultados alcanzaron un promedio de 15,55N, evidenciando un aumento en la dureza al incrementar la concentración de la harina, asociado al retrogradación que provoca el almidón el cual experimenta un proceso de descomposición asociado con el horneado lo que desencadena la liberación de azúcares que incrementan la textura en las galletas (Fitriani²⁹).

Por su parte los resultados de la adhesividad en las galletas con inclusión de HCN en concentraciones de 3% alcanzaron un promedio de -0,26 N que indica una mínima resistencia para separarse al momento de recibir una fuerza externa, que a su vez se contrasta con una baja cohesividad (-0,00N) y gomosidad (-0,89N), característico de este de productos donde la textura es más blanda y no tiene la capacidad de recuperar su forma.

En cuanto a la elasticidad se observó valores de cero para este tratamiento el cual responde de manera directa a una nula presencia en la capacidad de estiramiento de las galletas, a su vez los valores de masticabilidad demuestran como resultados promedios de 0,01 N, que indica que el esfuerzo para masticar las galletas es mínimo, relacionado con una baja viscosidad que muestra que las galletas presentaron una textura quebradiza (Cabrera³⁰). Los valores reportados en este estudio son cercanos a los reportados por Muñoz¹⁶, con promedios de 0N para las variables elasticidad y 0N para la masticabilidad reportada en el tratamiento control y para el tratamiento que sustituyó el 10% de la harina de trigo.

La incidencia de la harina de cáscara de naranja en la elaboración de las galletas puede dar origen a la presencia de un producto con mayor dureza debido al importante aporte de fibras encontradas en la harina; sin embargo, se debe considerar la interacción con otros componentes como la humedad, el contenido de proteína y los almidones encontrados en la harina.

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis fisicoquímico de la harina de cáscara de naranja demostraron un bajo aporte de proteínas y bajo contenido de humedad, y un alto contenido de minerales; los valores microbiológicos mantuvieron valores aceptables para su consumo. La composición bromatológica y microbiológica de las galletas demostraron el cumplimiento de los requisitos descritos en la norma INEN 2085 (2005). De acuerdo con la valoración sensorial de los tratamientos en

estudio se observó que la inclusión de la harina de cáscara de naranja en concentraciones de 3% mantuvo una mejor aceptabilidad en los atributos color, olor, sabor, textura y consistencia. El análisis del perfil de textura del tratamiento con mejor aceptación sensorial obtuvo un valor de dureza de $57,25 \pm 17,90$ N asociado a una baja adhesividad, cohesividad, gomosis, elasticidad y viscosidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cedeño I, Cobacango L. La producción platanera y su contribución al sector agropecuario de la provincia de Manabí-Ecuador, periodo 2007-2022. *MQRInvestigar*, 2024;8(3), 1351-1371.
- Preciado M, Ruiz J, Villegas A, Domínguez A, González A. Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 2022;23(2), 92-99.
- Hernández E, Céspedes J. Bioeconomía: una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 2022;7(2), 126-133.
- Venegas P, Andrade M, Martínez H. El resultado de las cadenas agroindustriales: subproductos y residuos de la actividad agrícola. 1ra ed. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 2021.
- Amaya I. (2022). *Extractos de naranja (Citrus sinensis) y sus subproductos, sometidos a digestión in vitro: perfil antioxidante y potencial antihipertensivo, por la inhibición in vitro de la enzima convertidora de angiotensina*. [Tesis de maestría en Ciencias en Nutrición], Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 2022.
- Pacheco F, Moreira E, Peñafiel I. Aprovechamiento de la cáscara de naranja americana (*Citrus sinensis*) en la elaboración de una jalea. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 2024;5(4), 1.
- Krajewska A, Dziki D. Enrichment of cookies with fruits and their by-products: Chemical composition, antioxidant properties, and sensory changes. *Molecules*, 2023;28(10), 4005.
- Avalos Y, Grados M, Curibanco S, Moreno C, Santiago L. Elaboración de galletas con harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) enriquecido con concentrado proteico de anchoveta (*Engraulis ringens*). *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 2024;11(1), 5-16.
- NTE INEN 616. 2015. Harina de trigo (en línea). Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN 2085. 2005. Galletas (en línea). Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Burgos B, Inoñan M. Influencia de la adición de harina de cáscara de mandarina sobre los compuestos bioactivos en yogurt de sauco. [Tesis de pregrado para obtener título de Ingeniero Agroindustrial]. Perú. 2023.
- Muñoz P, García J, Saltos S. Néctar a base de pitahaya (*Hylocereus undatus*) con harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*): Compuestos antioxidantes, estabilidad físico-química y aceptabilidad sensorial. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 2023;43(3). 63-73.
- Velásquez J, Díaz R. Harina de cáscara de cítricos como ingrediente para la industria cárnica. *Agronomía Mesoamericana*, 2024; 35. 58857-58857.
- Doddabematti S, Rivera J, Sabillón L, Silveru K. From wheat grain to flour: a review of potential sources of enteric pathogen contamination in wheat milled products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2024. 1-1.
- Vera A, Zambrano D. Tipo de pasteurización y temperatura de almacenamiento en la estabilidad físicoquímica, microbiológica y sensorial del néctar mix de cítricos con sábila. [Tesis de maestría en Agroindustria]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Ecuador. 2021.
- Muñoz P, García J, Arévalo E, Cedeño C. Galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por polvo De cáscara de Pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 2024;11(1), 18-30.
- Matos J. Efecto de la mezcla de trigo (*Triticum aestivum*), quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) y moringa (*Moringa oleifera*) en las características físicoquímicas, funcionales y organolépticas en la producción de galletas fortificadas. [Tesis de doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Perú. 2022.
- Guamán J. Diseño de un proceso agroindustrial para la elaboración de turrone con frutas deshidratadas naranja y durazno. [Tesis de pregrado de Ingeniero en Industrias Pecuarias], Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 2023.
- Bakar A, Ranneh Y, Kamil M. Development of high fiber rich antioxidant biscuits from purple and orange sweet potato peels. *Food Research*, 2022;6(1), 12-19.
- Lozano E. Galleta enriquecida con harina de cáscara de naranja: Efecto en su composición físicoquímica, calidad sensorial y digestibilidad. [Tesis de maestría en Ciencias y Tecnología de Alimentos Funcionales], Instituto Tecnológico De Durango. México, 2020.
- Chavez Y, Silva J, Pampa, N. Evaluación físicoquímica y sensorial de galletas enriquecidas con harina de castaña (*Bertholletia excelsa*). *Peruvian Agricultural Research*, 2020;2(1). 21-28.
- Rani V, Sangwan V, Malik P. Orange peel powder: A potent source of fiber and antioxidants for functional biscuits. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2020;9(9), 1319-1325.
- Kolawole L, Akinwande A, Ade-Omowaye I. Physicochemical properties of novel cookies produced from orange-fleshed sweet potato cookies enriched with sclerotium of edible mushroom (*Pleurotus tuberregium*). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 2020;19(2), 174-178.
- Das K, Sarkar A, Hossain A. Aislamiento de microorganismos patógenos y determinación de sus patrones de resistencia a los antibióticos recolectados de diferentes productos de panadería de la ciudad de Dhaka. *Food Research*, 2020;4 (4), 1312-1316.

25. Quezada L, Conteras O, Martínez E, Mero F, González H, 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*, 2019; 27(47), 49-63.
26. Agüero S, Brítez L, Reckziegel Y. Incorporación de harinas no convencionales derivadas de frutas en un producto de panificación. *Revista Impacto*, 2022;2(1), 16-28.
27. Lozano H, Parco A, Alarcón J. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de granadilla (*Passiflora ligularis juss*) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. *Tayacaja*, 2020. 3(2). 181-197.
28. Soto E, Mora L, Caballero L. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare*) por harina de garbanzo (*Cicer arietinum L*) en las características sensoriales de una galleta dulce. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 2023;14(1), 39-54.
29. Fitriani A, Dieny F, Margawati A, Jauharany F. Resistant starch, amylose, and amylopectin content in breadfruit cookies as an alternative snack for individuals with diabetes mellitus. *Food Res*, 2021;5, 394-400.
30. Cabrera V, Benavides J, Cortez C, Aldas J, Revilla K. Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la elaboración de galletas. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 2023;10(2), 23-33.