



EVALUACIÓN DE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR LA HARINA DE PULPA DE NANCITE (*BYRSONIMA CRASSIFOLIA*) EN LA FORMULACIÓN DE GALLETAS, A ESCALA DE LABORATORIO

EVALUATION OF PARTIAL REPLACEMENT OF WHEAT FLOUR WITH NANCITE PULP FLOUR (*BYRSONIMA CRASSIFOLIA*) IN THE FORMULATION OF COOKIES, ON A LABORATORY SCALE

Donald Samuel Zelaya Lanuza¹

María Isabel Torres Sánchez²

José Gabriel González González³

Douglas Alexander Sánchez Flores⁴

^{1,2,3,4} Universidad Nacional de Ingeniería, Centro Universitario Regional, Estelí, Nicaragua

¹ donald.zelaya@cure.uni.edu.ni <https://orcid.org/0000-0003-4887-4324>

² maria.torres198n@std.uni.edu.ni <https://orcid.org/0009-0004-8428-5513>

³ jose.gonzalez195n@std.uni.edu.ni <https://orcid.org/0009-0005-0467-359X>

⁴ douglas.sanchez199n@std.uni.edu.ni <https://orcid.org/0009-0000-1423-7963>

(Recibido/received: 05-agosto-2024; aceptado/accepted: 13-noviembre-2024)

RESUMEN: El presente estudio tuvo como finalidad producir harina a base de pulpa de nancite (*Byrsonima crassifolia*) como una propuesta de sustitución parcial de la harina de trigo convencional en la elaboración de galletas, realizando un diseño experimental donde se varió el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de nancite, con las siguientes proporciones: 90:10, 80:20 y 70:30, manteniendo constantes otros ingredientes y condiciones de procesamiento. Al realizar la investigación se obtuvieron los siguientes resultados: el rendimiento de la harina fue de 20.62%, diámetro promedio de partículas fue de $245.63 \pm 2.04 \mu\text{m}$, densidad aparente de $0.76868 \pm 0.00339 \text{ g/cm}^3$, porcentaje de humedad de $4.568 \pm 0.215 \%$ y porcentaje de materia seca de $95.432 \pm 0.215 \%$. Del análisis sensorial se determinó que las galletas elaboradas con 10% de inclusión de harina de pulpa de nancite son las que tienen mayor aceptación, por lo que podría sugerirse como un nivel de inclusión óptimo.

PALABRAS CLAVES: Tratamiento; rendimiento; características físicas; características sensoriales

ABSTRACT: The purpose of this study was to produce flour based on nancite (*Byrsonima crassifolia*) pulp as a proposal for partial substitution of conventional wheat flour in the manufacture of cookies, using an experimental design in which the percentage of wheat flour substitution by nancite flour was varied, with the following proportions: 90:10, 80:20 and 70:30, keeping other ingredients and processing conditions constant. The following results were obtained: flour yield was 11.14%, average particle diameter was $245.63 \pm 2.04 \mu\text{m}$, bulk density was $0.76868 \pm 0.00339 \text{ g/cm}^3$, moisture percentage was $4.568 \pm 0.215 \%$ and dry matter percentage was $95.432 \pm 0.215 \%$. From the sensory analysis it was determined that cookies made with 10% inclusion of nancite pulp flour are the most acceptable, so it could be suggested as an optimal inclusion level.

KEYWORDS: Treatment; yield; physical characteristics; sensory characteristics.

INTRODUCCIÓN

El nancite (*Byrsonima crassifolia*), conocido en otros países como nanche o nance, es un árbol tropical nativo de América Central, el Caribe y las regiones del norte y noreste de Brasil. Es apreciado por su aroma típico y consumido popularmente en estado fresco (Mariutti, Rodrigues y Mercadante, 2013). El nanche es un fruto pulposo de color amarillo intenso en su maduración, con fuerte aroma y un sabor dulce, la pulpa es carnosa, suave y jugosa, es un poco más pequeño que una aceituna, tiene semillas grandes aceitosas, dicotiledóneas (León, 2000). De acuerdo a Villachica (1996), la pulpa representa 64% del peso de la fruta, la semilla 25% y la cáscara 11%. El consumo de nance se ha incrementado debido a su versatilidad, ya que se puede utilizar como fruta fresca, refrescos y bebidas alcohólicas, y también para preparar brazo gitano de frutas, bebidas embotelladas, jaleas, almíbar, helados y tortas (Medina T., Salasar G. y Gómez A., 2004).

Los frutos de nancite presentan propiedades importantes y son aceptados en la alimentación humana, ya que son fuente de vitaminas, minerales, antioxidantes y de otras propiedades que no se conocen a detalle (Maldonado P., y otros, 2020). Debido a su valor nutricional el fruto de nancite aporta aproximadamente 66 kcal por cada 100 gramos, presenta proteínas, carbohidratos, lípidos en su composición (Vilarins Silva, 2016), y es considerado un producto perecedero.

En Nicaragua, a pesar de tener un volumen significativo de producción del nancite en su periodo cosecha (de abril a octubre) el procesamiento del fruto es muy escaso, por lo que se considera que es necesario promover la agrotransformación de este perecedero y contribuir a la seguridad alimentaria al aumentar la cantidad y variedad de alimentos en la dieta de los nicaragüenses, especialmente en el periodo en el que el fruto no está disponible.

Dado el potencial nutricional del fruto del nancite y al ser un producto perecedero que requiere de opciones de procesamiento para aumentar su vida de anaquel, la presente investigación se centró en el estudio del potencial uso de la harina producida del fruto del nancite como sustituto parcial de la harina de trigo en la producción de galletas y fue realizada en el laboratorio de agroindustria del Centro Universitario Regional, Estelí, de la Universidad Nacional de Ingeniería.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio realizado es del tipo experimental, con pruebas de laboratorio, analizando las características de la harina de pulpa de nancite y su porcentaje de rendimiento, así como las características de las galletas producidas a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de nancite por medio de análisis sensorial.

Para la producción de la harina de pulpa de nancite se siguieron las siguientes operaciones de procesamiento:

Recepción: Para la recepción de los nancites destinados a la elaboración de harina, se realizó una inspección visual para identificar y separar aquellos ejemplares que presentaban signos de daño, descomposición o inmadurez, garantizando así la calidad de la materia prima utilizada en el proceso. Se registró el peso de cada uno de los frutos.

Selección: Se seleccionaron nancites con madurez de consumo, los cuales deben ser de color amarillo uniforme, ya que tienen un mejor sabor y una mayor cantidad de azúcares, lo que mejora la calidad de la harina. Se verificó que los nancites estuvieran en buen estado, sin daños visibles, manchas o signos de descomposición, los nancites defectuosos fueron separados de los que estaban en buen estado. Se registró el peso de los nancites que estuvieran en buen estado y los defectuosos.

Lavado: El lavado de los nancites se realizó por inmersión en agua para eliminar impurezas junto con residuos superficiales. Se registró el peso de los frutos lavados.

Desinfección: Los frutos se desinfectaron con una solución de agua clorada a 25 ppm. Se sumergieron los nancites en esta solución durante unos minutos para desinfectarlos. Se registró el peso de los frutos desinfectados.

Pre secado: Durante el pre secado, el nancite se expuso a una temperatura controlada en un deshidratador a 60 °C, lo que ayuda a eliminar el exceso de humedad de manera uniforme, evitando así la descomposición o pérdida de nutrientes. La duración de 12 horas se establece para permitir que el calor penetre de manera adecuada en la pulpa y asegurar que alcance un nivel de humedad óptimo para la molienda. Para la operación de pre secado se utilizaron dos deshidratadores, marca Chefman, modelo: RJ43-ROB-5-MX y marca Ronco, modelo FD5000BLGEN, los cuales funcionan con bovinas de calefacción eléctrica y cuentan con ventilación de la tapa ajustable y ventilación en la base. La operación de pre secado fue realizada con el fin de facilitar la operación de despulpado del fruto. Una vez finalizada la operación, se registró el peso de los frutos.

Despulpado: Implicó la separación cuidadosa de la pulpa y la cáscara de las semillas utilizando métodos manuales, primeramente, aplastando los frutos que fueron pre secados para así facilitar la extracción manual de la semilla, colocándolas en otro recipiente. Se registró el peso de la pulpa de nancite y de las semillas.

Secado: Durante el secado, el nancite se expuso a una temperatura controlada de 60 °C, temperatura recomendada para la operación de secado del nancite, ya que a medida que aumenta la temperatura más impacta el color del producto final, debido al aumento del pardeamiento no enzimático (Ruiz Saldívar y Blandón Navarro, 2021). La duración de 24 horas se establece para permitir que el calor penetre en el fruto y elimine la humedad de manera eficaz, sin afectar negativamente sus propiedades nutricionales (Pérez, 2010). Se

hizo uso de los equipos utilizados en la operación de pre secado. Se registró el peso de la pulpa seca.

Molienda: La pulpa se redujo a partículas finas mediante fuerzas mecánicas con un molino de mano. Este proceso tiene como objetivo principal obtener una harina de textura uniforme y fina, adecuada para su uso en la preparación de alimentos. Se registró el peso de la harina obtenida.

Tamizado: Se utilizó un tamiz de malla fina que permite que las partículas más pequeñas pasen a través de él, mientras que las partículas más grandes quedan atrapadas en la superficie, tiene como objetivo principal obtener una harina libre de grumos y partículas no deseadas. Las partículas de harina que no pasan a través del tamiz, deben retornar a la operación de molienda para luego ser tamizadas nuevamente. Se registró el peso de la harina tamizada.

Empaque: El empaque se realizó en condiciones higiénicas para evitar la contaminación del producto final. La harina fue empaçada en bolsas de polipropileno, ya que, garantizan un alto nivel de protección del producto contra la humedad, el polvo y la suciedad (POLYBAGS, s.f.).

El balance de materia (figura 1) consistió en llevar un registro preciso de todos los materiales que ingresaron, salieron, se acumularon o se consumieron durante el período de operación en la producción de harina de pulpa de nancite y en la elaboración de las galletas a validar. Para la aplicación del balance de materia y considerando que la producción de harina no implicó reacciones químicas y se llevó a cabo en un sistema en estado estacionario, se utilizó la fórmula simplificada que indica lo siguiente: *Entrada = Salida*

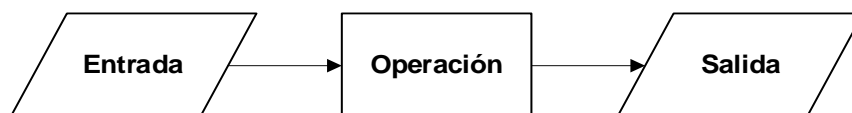


Figura 1. Metodología de balance de materiales

Para calcular el porcentaje del rendimiento del proceso, se utilizó la ecuación 1

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{Masa de harina producida}}{(\text{Masa inicial de nancites utilizados} \times \text{fracción comestible})} \times 100 \quad (1)$$

Se realizaron las pruebas de granulometría siguiendo la metodología utilizada por Arvizú Aráuz, Monzón Castillo, y Madariaga Vanegas (2019), haciendo uso de un juego de tamices con mallas número 20, 30, 40, 50 y 100 colocando una muestra de 100 gramos de harina de pulpa de nancite, haciéndola pasar a través de las mallas con diferentes tamaños de aberturas y agitando de manera continua durante 15 minutos, al retirar las partículas retenidas en cada malla del tamiz se pesaron y sus datos se ordenaron de manera esquemática. Se realizaron tres repeticiones del experimento.

La densidad se determinó mediante el método utilizado en estudio “Harinas de leguminosas deshidratadas: Caracterización nutricional y valoración de sus propiedades tecno-funcionales” (Aguilera Gutiérrez, 2009), donde se realizó la compactación de la harina en una probeta

graduada (10 ml), pesada anteriormente, hasta conseguir el volumen de 5 ml. Se realizaron cinco repeticiones. El valor de la densidad aparente se calculó con la ecuación 2.

$$DA = \frac{Pt - Pp}{\text{Volumen de harina compactada}} \quad (1)$$

Donde:

- Pt = peso total
- Pp = peso de la probeta
- DA= densidad aparente

Para determinar el porcentaje de humedad existente en la harina de pulpa de nancite, se hizo uso de un Analizador de humedad serie MA, marca Forelibra, con precisión de 0.001 g, en la cual se colocaron aproximadamente 5 gramos de la harina en el portamuestra y se procedió a secar a una temperatura de 60°C durante 8 minutos. Una vez transcurrido el tiempo, se registró el porcentaje de humedad y el porcentaje de la muestra seca (UTECH Contenidos, 2020). Se realizaron cinco repeticiones de este experimento.

La harina producida se utilizó en la formulación de galletas con 10, 20 y 30 % de inclusión. A continuación, se muestran las formulaciones establecidas en base a 250 gramos de harina:

Tabla 1. Formulación de sustitución parcial de harina de trigo por harina de pulpa de *nancite*

	Tratamiento 10%	Tratamiento 20%	Tratamiento 30%	Testigo
Harina de trigo	225 g	200 g	175 g	250 g
Harina de nancite	25 g	50 g	75 g	0 g
Total	250 g	250 g	250 g	250 g

En la siguiente tabla se muestran las formulaciones de los cuatro tratamientos en la elaboración de galletas.

Tabla 2. Formulación para la elaboración de las galletas

	Tratamiento 10%	Tratamiento 20%	Tratamiento 30%	Testigo
Harina de trigo	42.06%	37.38%	32.71%	46.73%
Harina de nancite	4.67%	9.35%	14.02%	0.00%
Margarina	15.89%	15.89%	15.89%	15.89%
Azúcar	28.04%	28.04%	28.04%	28.04%
Huevo	9.35%	9.35%	9.35%	9.35%
Total	100%	100%	100%	100%

Para la elaboración de las galletas primeramente se recibió la materia prima: harina de pulpa de nancite, harina de trigo, azúcar, margarina y huevo. Mediante el uso de balanza, se procedió a hacer el debido pesaje de cada uno de las materias primas a utilizar de acuerdo a las formulaciones que se reflejan en la tabla 2. Luego, se tamizaron los ingredientes secos (harina

de pulpa de nancite y harina de trigo) con el objetivo de separar la materia aglomerada. Posteriormente se realizó el mezclado, en el cual se utilizó la batidora de mano añadiendo primeramente margarina, batiendo por 3 minutos, después se añadió el azúcar, seguido de huevos y posteriormente se incorporaron los ingredientes secos (harina de pulpa de nancite y harina de trigo) hasta obtener una masa homogénea. Junto con una manga pastelera y dulla 4B se elaboraron las galletas sobre un molde engrasado y enharinado. Se procedió a precalentar el horno a 160°C, posteriormente se hornearon las galletas por 20 minutos. Una vez horneadas las galletas se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

Además, se evaluaron las características físicas de las galletas tales como diámetro y altura, mediante un calibrador vernier, y peso, mediante una balanza analítica. Se realizaron cinco repeticiones de cada método por cada tratamiento.

Se realizó un panel sensorial en el cual los panelistas evaluaron las características organolépticas (color, olor, textura y sabor) de las galletas producidas a base de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de pulpa de nancite (galletas testigo, galletas 90:10, galletas 80:20 y galletas 70:30), mediante una prueba escalar de tipo afectiva, específicamente escala hedónica.

El panel sensorial de la investigación se realizó en el laboratorio de química de la universidad y se contó con 36 panelistas no entrenados los cuales fueron ingresados en grupos de seis al laboratorio (figura 2).



Figura 2. Realización del panel sensorial

Las galletas fueron servidas a los panelistas aleatoriamente (es decir, que no estarán ordenadas respecto al porcentaje de inclusión) y estaban codificadas con números de tres dígitos para así obtener una tabla de números aleatorios (Espinosa Manfugás, 2007) (tabla 3). Además, a cada panelista se le dio un vaso con agua a temperatura ambiente como agente enjuagante para eliminar el sabor residual que persiste después de cada degustación.

Tabla 3. Codificación de los tratamientos

<i>Codificación</i>	<i>Tratamiento</i>
609	Galletas testigo
871	Galletas 90:10
223	Galletas 80:20
532	Galletas 70:30

Así mismo, se le proporcionó a cada panelista el formato de evaluación del análisis sensorial, en el cual evaluaron mediante una escala hedónica del 1 al 5 cada una de las características sensoriales de las galletas (color, olor, textura y sabor) y evaluaron con una escala del 1 al 7 su nivel de agrado de cada galleta, siendo 1 la menor puntuación y 7 la mejor puntuación. El panel sensorial fue realizado en un horario de 9 a 11 am, ya que son las mejores horas para efectuar las evaluaciones (Espinosa Manfugás, 2007).

Se presentó un modelo estadístico unifactorial, donde las variables fueron el porcentaje de sustitución parcial de harina de trigo (HT) por harina de pulpa de nancite (HN) y su influencia en las características organolépticas en las galletas.

Para el procesamiento de los datos obtenidos en el panel sensorial, primeramente, se elaboró la base de datos en Microsoft Excel, donde, se colocaron en las filas el número de juez y las muestras evaluadas, y en las columnas las valoraciones obtenidas en base a las percepciones de las muestras degustadas en cuanto a las características organolépticas (color, olor, textura y sabor) y la valoración general de las mismas.

Una vez elaborada la base de datos del panel sensorial, se aplicó la prueba estadística Análisis de varianza (ANDEVA) a través del Software estadístico InfoStat con el fin de determinar si existe diferencia estadística significativa entre las características sensoriales de las cuatro formulaciones de galletas establecidas (testigo experimental, galletas 90:10, galletas 80:20 y galletas 70:30). Se utilizó la prueba de Chi cuadrado de Pearson ya que esta prueba se usa para verificar “independencia” entre dos variables cualitativas (Dicovski Riobóo, 2013). Mediante el programa estadístico InfoStat se calculó la media y desviación estándar de los resultados obtenidos de las pruebas de granulometría, densidad aparente, porcentaje de humedad y materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de la producción de harina de pulpa de nancite fue del 20.62%, partiendo de una materia prima inicial equivalente a 4,050 gr de pulpa de nancite ácido en madurez comercial. Al realizar tres repeticiones del análisis granulométrico se determinó que la harina tiene un tamaño promedio de partículas de $245.63 \pm 2.04 \mu\text{m}$, el cual es mayor a lo permitido por la Norma para la Harina de Trigo (CXS 152-1985), siendo este de $212 \mu\text{m}$. Según Ruiz-Calero Gutiérrez (2020), un aumento en el tamaño de partícula de harina de pan, tanto integral como tradicional, implica la disminución de los valores de capacidad de retención de agua (WHC) y de la cantidad de agua retenida por la muestra (WBC).

Se determinó que la harina de pulpa de nancite tiene un valor de densidad aparente de $0.76868 \pm 0.00339 \text{ g/cm}^3$, el cual es un valor cercano a lo obtenido por González Méndez,

Larios López, y Velásquez Ruiz (2019) para la harina de frijoles siendo de 0.7141 ± 0.0109 g/cm³.

Tabla 4. Densidad aparente de la harina de pulpa de nancite

	<i>Peso de la muestra (g)</i>	<i>Densidad aparente (g/m3)</i>	<i>Media y desviación estándar</i>
Muestra 1	3.817	0.7634	0.76868±0.00339 g/cm ³
Muestra 2	3.855	0.771	
Muestra 3	3.838	0.7676	
Muestra 4	3.847	0.7694	
Muestra 5	3.86	0.772	

A partir de los datos del peso inicial y el peso seco, se calculó el porcentaje de humedad y el porcentaje de sólidos de cada muestra. Al realizar los cálculos se determinó que la harina de pulpa de nancite presentó un porcentaje de humedad del $4.568 \% \pm 0.215$, el cual es apto para la harina, ya que según la norma del Codex para harina de trigo CXS 152-1985 (1985), el contenido máximo de humedad de harina de trigo es de 15,5 % m/m.

Tabla 5. Resultados de prueba de humedad y materia seca

	<i>Peso inicial (g)</i>	<i>Peso seco (g)</i>	<i>% de humedad</i>	<i>% sólido (materia seca)</i>
Muestra 1	5.032	4.787	4.87%	95.13%
Muestra 2	5.025	4.796	4.56%	95.44%
Muestra 3	5.022	4.805	4.30%	95.70%
Muestra 4	5.033	4.809	4.45%	95.55%
Muestra 5	5.023	4.789	4.66%	95.34%

	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>
Porcentaje de humedad	4.568%	0.215
Porcentaje de materia seca	95.432%	0.215

Al realizar la evaluación física de los cuatro tratamientos, se determinó que el diámetro, altura y peso mantienen medias similares con diferencias mínimas.

Tabla 6. Datos del diámetro, altura y peso de las galletas

	<i>Diámetro</i>		<i>Altura</i>		<i>Peso</i>	
	<i>Media</i>	<i>D.E</i>	<i>Media</i>	<i>D.E</i>	<i>Media</i>	<i>D.E</i>
Muestra 223	3.66 cm	0.152	0.64 cm	0.114	6.4 g	1.342
Muestra 532	3.74 cm	0.195	0.58 cm	0.084	5.6 g	0.548
Muestra 609	3.72 cm	0.084	0.62 cm	0.084	6.0 g	0.707
Muestra 871	3.64 cm	0.207	0.68 cm	0.084	6.4 g	1.14

A través de los datos obtenidos en el panel sensorial, se determinó que a medida que se aumenta el porcentaje de inclusión de harina de pulpa de nancite hay cambios en las

características organolépticas: el color es más oscuro (figura 2), el olor es más fuerte, en cuanto a la textura es menos crujiente, y el sabor es más ácido.

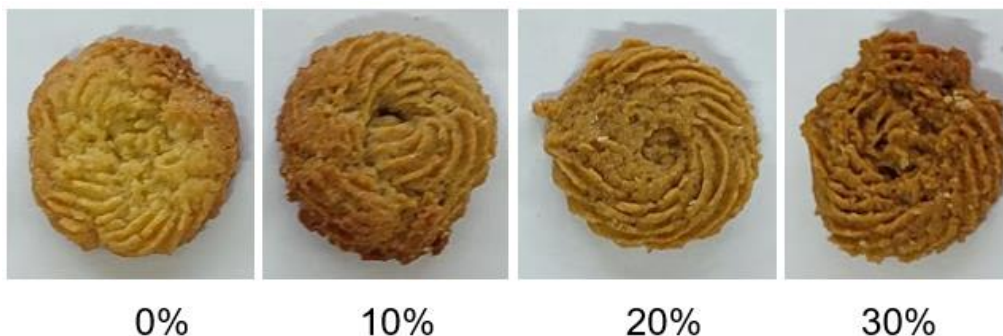


Figura 3. Galletas producidas con diferente nivel de inclusión de harina de pulpa de nancite

De los resultados del panel sensorial se puede inferir que, en general, los diferentes tratamientos de inclusión de harina de pulpa de nancite en las galletas preparadas tienen buena aceptación para los atributos evaluados siendo la muestra de 10% de inclusión la que presentó mejores resultados, llevando a concluir que mientras menos resaltan las características organolépticas del nancite mayor es la aceptación que recibe la muestra, lo que dirige a la hipótesis de que al menos uno de los porcentajes de inclusión permite el desarrollo de galletas con un alto nivel de aceptación de parte de los panelistas.

En el ANDEVA realizado, se identificaron diferencias significativas entre las muestras evaluadas con un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$). Como se muestra en la tabla 7, el p-valor obtenido indica que las formulaciones tuvieron una influencia significativa en la percepción de los panelistas, explicando una proporción importante de la variabilidad observada en la valoración general.

Tabla 7. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51.24	3	17.08	14.30	<0.0001
Muestra	51.24	3	17.08	14.30	<0.0001
Error	167.19	140	1.19		
Total	218.44	143			

En la tabla 8 se presentan los resultados del test de rangos múltiples de Duncan, donde se observa que la muestra 532 fue agrupada en el rango A, mientras que las muestras 223 y 871 fueron clasificadas en el rango B, indicando que estas últimas no presentaron diferencias significativas entre sí. Por otro lado, la muestra 609 (muestra testigo) fue ubicada en un rango diferente (C), lo que sugiere una diferencia significativa con el resto. No obstante, al comparar las medias, las muestras 609 y 871 muestran valores relativamente cercanos (5.92 y 5.36, respectivamente), lo cual puede interpretarse como una diferencia pequeña pero estadísticamente significativa, atribuida a la baja variabilidad dentro de los grupos.

Tabla 8. Test: Duncan Alfa=0.05
Error: 1.1842 gl: 140

Muestra	Medias	n	E.E.	
532	4.28	36	0.18	A
223	4.83	36	0.18	B
871	5.22	36	0.18	B
608	5.92	36	0.18	C

En la figura 4 se presentan las distintas percepciones de los panelistas con respecto al color de las diferentes muestras en evaluación, como se puede observar, la muestra testigo fue la única que presentó galletas dentro de la categoría “Color muy claro” y, por otro lado, la muestra con el 20% de inclusión tuvo el valor más alto de presencia en la categoría “Moderadamente oscuro”.

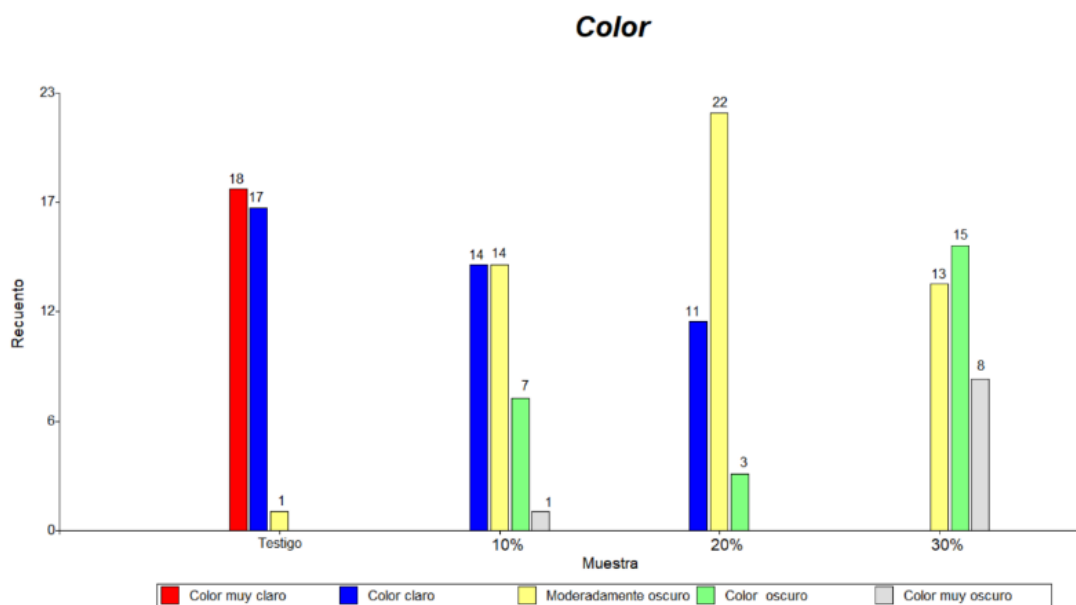


Figura 4. Evaluación de color de las muestras con diferentes niveles de inclusión

La tabla 9 representa el resultado del valor estadístico Chi cuadrado de Pearson, el cual es menor de 0.05 indicando la influencia entre el porcentaje de harina de pulpa de nancite y la percepción del color de las muestras.

Tabla 9. Chi cuadrado de Pearson para evaluación de Color

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	p
Chi-cuadrado de Pearson	127.88	12	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	141.5	12	<0.0001
Coef. Conting. Cramer	0.47		
Coef. Conting. Pearson	0.69		

La figura 5 corresponde a la representación gráfica de la percepción de los panelistas ante el atributo de olor de las muestras en valoración, se presenta que la mayoría de opiniones concuerda con que la muestra con el 30% de inclusión de harina de pulpa de nancite presenta un olor fuerte, siendo ésta la valoración predominante dentro de las muestras.

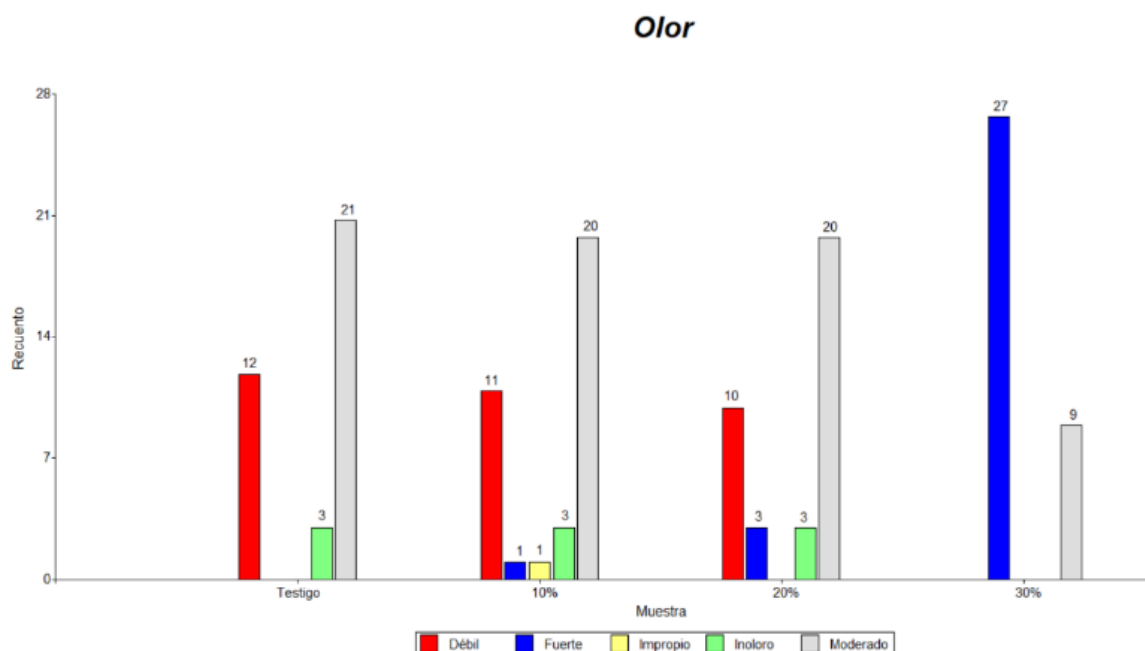


Figura 5. Evaluación del olor de las muestras con diferentes niveles de inclusión

A través de la prueba de Chi cuadrado de Pearson reflejada en la tabla 10 se puede determinar que hay influencia entre el porcentaje de harina de pulpa de nancite y la percepción del olor de las muestras dentro de los panelistas.

Tabla 10. Prueba de Chi cuadrado de Pearson para evaluación de Olor

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	p
Chi-cuadrado de Pearson	87.14	12	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	91.10	12	<0.0001
Coef. Conting. Cramer	0.39		
Coef. Conting. Pearson	0.61		

Como se muestra en la figura 6 la textura fue el atributo mayormente valorado como crujiente para la muestra testigo, estando la mayoría de muestras dentro de esta categoría, mientras que en las otras muestras se percibe en menor cantidad.

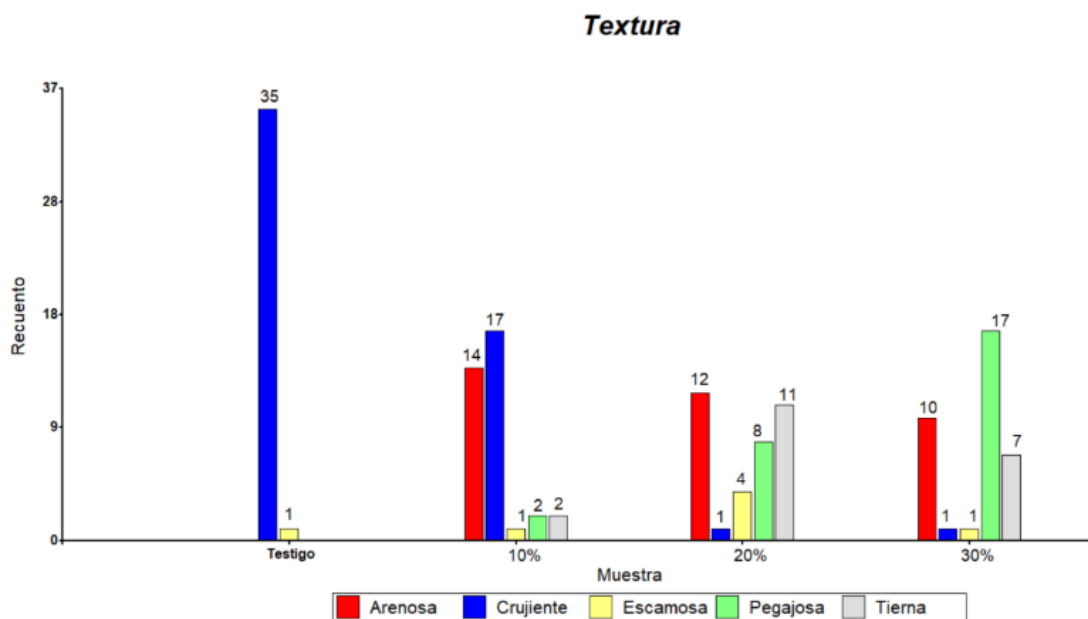


Figura 6. Evaluación de textura de las muestras con diferentes niveles de inclusión

La diferencia de percepciones sobre el atributo textura se muestra respaldada en la tabla 11 donde se muestra el valor de la prueba de Chi siendo menor a 0.05, demostrando que hay influencia entre el porcentaje de harina de pulpa de nancite y la percepción de la textura de las muestras.

Tabla 11. Prueba de Chi cuadrado de Pearson para evaluación de textura

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	p
Chi-cuadrado de Pearson	87.14	12	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	91.10	12	<0.0001
Coef. Conting. Cramer	0.39		
Coef. Conting. Pearson	0.61		

La figura 7 contempla los resultados gráficos de las valoraciones de las muestras en cuanto al sabor, como se puede observar mientras el porcentaje de inclusión es menor la muestra se percibe mayormente como dulce, siendo la muestra "Testigo" la mayor exponente de esta relación.

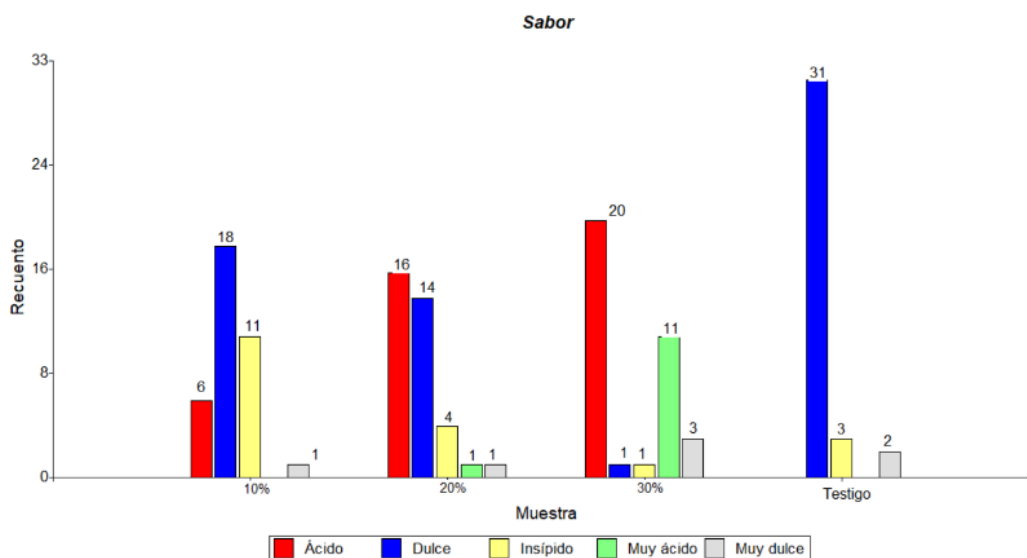


Figura 7. Evaluación de sabor de las muestras con diferentes niveles de inclusión

El resultado de la muestra de Chi cuadrado de Pearson representado en la tabla 12 muestra que se percibieron opiniones diferentes a cerca del sabor de las muestras evaluadas, estando el chi cuadrado por debajo de 0.05.

Tabla 12. Prueba de Chi cuadrado de Pearson para evaluación de sabor

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	p
Chi-cuadrado de Pearson	94.71	12	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	107.64	12	<0.0001
Coef. Conting. Cramer	0.41		
Coef. Conting. Pearson	0.63		

La figura 8 demuestra como la muestra “Testigo” tiende a ser valorada de manera sumamente positiva, teniendo mayores valoraciones en los aspectos positivos, por sobre la categoría de “regular”, de acuerdo a las percepciones.

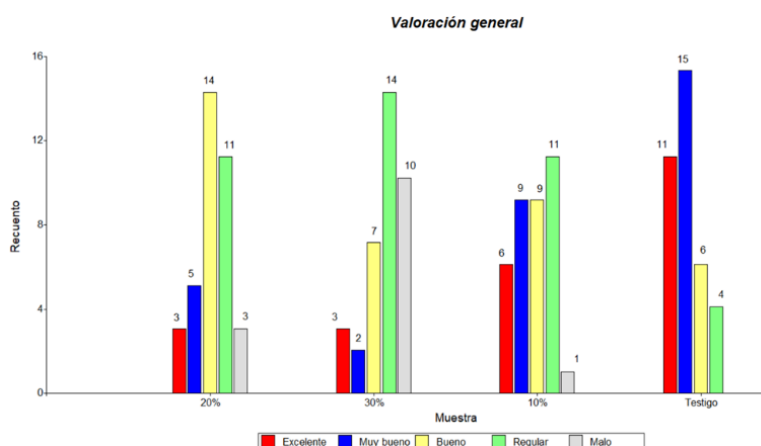


Figura 8. Evaluación general de las muestras con diferentes niveles de inclusión

Los datos obtenidos en la valoración general muestran variedad acorde a las percepciones, esto se ve reflejado en la prueba de Chi cuadrado, representado en la tabla 13 cuyo valor es menor a 0.05, concluyendo así que el porcentaje de inclusión de harina en las muestras repercute en la percepción de los panelistas.

Tabla 113. Prueba de Chi cuadrado de Pearson para evaluación general

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	p
Chi-cuadrado de Pearson	46.71	12	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	47.51	12	<0.0001
Coef. Conting. Cramer	0.28		
Coef. Conting. Pearson	0.49		

CONCLUSIONES

El proceso de producción de harina de pulpa de nancite mostró un rendimiento moderado del 20.62%. Las características físicas de la harina resultante indican un producto con un tamaño de partícula relativamente grande, baja densidad y bajo contenido de humedad, la inclusión de harina de nancite en galletas hasta un 10% fue bien aceptada por los consumidores en términos de olor, sabor, color y textura. Sin embargo, a mayores concentraciones se observó una afectación en las características sensoriales del producto final.

La inclusión de harina de pulpa de nancite influye en las propiedades sensoriales hasta cierto punto, y esto se encuentra respaldado en los resultados de este estudio. Se evidenció una buena aceptación de las galletas con hasta un 10% de inclusión, lo que indica un potencial para la elaboración de productos innovadores.

Este estudio demuestra el potencial del nancite como materia prima para la elaboración de productos alimenticios, contribuyendo al aprovechamiento de un recurso local y promoviendo el desarrollo de la agroindustria, siendo importante considerar que este estudio se centró en un tipo de producto (galletas) y un rango limitado de concentraciones de harina y se requieren investigaciones adicionales para evaluar el impacto de la harina de nancite en otros productos y explorar mayores concentraciones de inclusión, así mismo, se recomienda profundizar en el estudio de las propiedades funcionales de la harina de nancite, así como evaluar su estabilidad durante el almacenamiento. Además, es necesario realizar ensayos a mayor escala para evaluar la viabilidad técnica y económica de su producción a nivel industrial.

La harina de pulpa de nancite puede ser un ingrediente valioso para la industria alimentaria, ofreciendo nuevas oportunidades para desarrollar productos sostenibles y los resultados obtenidos amplían el conocimiento sobre las propiedades funcionales de la harina de nancite y su potencial en el aprovechamiento de productos de temporada funcionando como base a nuevos estudios.

REFERENCIAS

- Aguilera Gutiérrez, Y. (2009). *Harinas de leguminosas deshidratadas: Caracterización Nutricional y Valoración de sus Propiedades Tecno-Funcionales*. Madrid. Obtenido de https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/4180/28400_aguilera_gutierrez_yolanda.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arvizú Aráuz, X. L., Monzón Castillo, K. J., y Madariaga Vanegas, E. M. (2019). *Evaluación de la viabilidad del uso de la harina de sorgo como sustituto de la harina de trigo en la producción de galletas, en la ciudad de Estelí, Nicaragua*. Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/3480/1/94648.pdf>
- Dicovskiy Riobóo, L. M. (2013). *Estadística Básica para Ingenieros*. Estelí. Obtenido de <https://luisdi.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/estadisticas-uni.pdf>
- Espinosa Manfugás, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana: Editorial Universitaria.
- FAO; OMS. (1985). *Norma para la harina de trigo CXS 152-1985*. Obtenido de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS_152s.pdf
- González Méndez, A. M., Larios López, X. J., y Velásquez Ruiz, A. U. (2019). *Evaluación de sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijoles Phaseolus vulgaris L. en la formulación de pasteles, a escala de laboratorio, en UNI RUACS, Estelí – Nicaragua*. Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <https://ribuni.uni.edu.ni/3410/1/94657.PDF>
- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: IICA.
- Maldonado P., M. d., Sánchez S., P., Rojas G., A., Valenzuela L., J., Bottini L., M., y Alaniz G., L. (2020). Caracterización y evaluación de frutos de 'nanche' (*Byrsonima crassifolia* L.). *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 11(1), 151-160. Obtenido de <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.1950>
- Mariutti, L. R., Rodrigues, E., y Mercadante, A. Z. (2013). Carotenoids from *Byrsonima crassifolia*: Identification, quantification and in vitro scavenging capacity against peroxy radicals. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31(1), 155-160. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.05.005>
- Medina T., R., Salazar G., S., y Gómez A., J. (2004). Fruit Quality Indices in Eight Nance [*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.] Selections. *HortScience*, 39(5), 1070-1073. Obtenido de <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.39.5.1070>
- Ruiz-Calero Gutiérrez, G. (2020). *Estudio de la influencia de las harinas de pan duro y su granulometría en la elaboración de galletas*. Universidad de Valladolid, Valladolid. Obtenido de [https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/43875/TFM-L513.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20general%2C%20un%20aumento%20en,por%20la%20muestra%20\(WBC\)](https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/43875/TFM-L513.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20general%2C%20un%20aumento%20en,por%20la%20muestra%20(WBC)).
- UTEC Contenidos. (20 de Marzo de 2020). AQA - Determinación de humedad (Termobalanza con NIR) [Archivo de Vídeo]. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=hkDMRd386ZM>

Vilarins Silva, R. (2016). *Avaliação da estabilidade termo-oxidativa do óleo de murici (Byrsonima crassifolia L. Kunt) obtido apartir de hidrólise enzimática assistida por ultrasom*. Universidade Federal do Maranhão.

Villachica, H. (1996). *Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonia*. Lima, Perú: Tratado de cooperación Amazónica. Secretaría Pro Tempore.

SEMBLANZA DE LOS AUTORES



Donald Samuel Zelaya Lanuza: Es Ingeniero agroindustrial, con maestría en gerencia de tecnología, emprendimiento e innovación. Docente por más de siete años en temáticas relacionadas al procesamiento de alimentos y Operaciones unitarias, para el programa de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Ingeniería, Centro Universitario Regional UNI, Estelí.



María Isabel Torres Sánchez: Es egresada de la carrera de Ingeniería Agroindustrial – Universidad Nacional de Ingeniería (2024). Ha realizado prácticas profesionales en la empresa Castellón Coffee Group, Samuel Mansell S.A. y en Tabacalera Pichardo. Posee conocimientos sobre procesos industriales, reordenamiento de líneas de producción y parámetros de control de calidad. Tiene experiencia en la realización de planes de negocio para emprendimientos. Así mismo tiene conocimientos en el manejo de Microsoft Excel Avanzado y Power BI para negocios. Entre sus trabajos de investigación destaca el desarrollo de productos a partir de materias primas agrícolas.



José Gabriel González González: Es egresado de la carrera de Ingeniería Agroindustrial – Universidad Nacional de Ingeniería (2024). Ha realizado prácticas profesionales en la empresa Panadería Lanuza, Cárnicos Don Octavio y Tabacalera Esteban Carreras. Posee conocimientos sobre procesos industriales y parámetros de control de calidad. Tiene experiencia en la realización de planes de negocio para emprendimientos. Así mismo tiene conocimientos en el manejo de Microsoft Office 365. Entre sus trabajos de investigación destaca el desarrollo de productos a partir de materias primas agrícolas.



Douglas Alexander Sánchez Flores: Es egresado de la carrera de Ingeniería Agroindustrial – Universidad Nacional de Ingeniería (2024). Ha realizado prácticas profesionales en diferentes empresas tales como Centrolac S.A., Tabacalera AJ Fernández, Beneficio de café Centro América y Agua Roca. Posee conocimientos sobre procesos industriales, reordenamiento de líneas de producción y parámetros de control de calidad. Entre sus trabajos de investigación destaca el desarrollo de productos a partir de materias primas agrícolas.