



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

## **DIRECCION DE CIENCIAS AGRIOLAS**

### **Trabajo de Tesis**

**Uso de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.)  
fortificada con harina de gandul (*Cajanus  
cajan* L. ) en la elaboración de pudines,  
Managua, 2025**

### **Autores**

**Br. Lisbeth del Rosario Silva Álvarez**  
**Br. Joseling Jaoska Romero Lozano**

### **Asesores**

**Ing. María Nelly Salazar Cerda**  
**MSc. Jorge Gómez Martínez**

Presentado a la consideración del honorable comité  
evaluador como requisito final para optar al grado de  
Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos

**Managua, Nicaragua**  
**Noviembre, 2025**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

***Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos***

---

Miembros del Comité Evaluador

---

Ing. Kevin Urroz Centeno  
Presidente

---

Msc. Tomasa Hernández  
Secretario

---

Msc. María José Álvarez  
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, Noviembre 2025

---

## DEDICATORIA

Le dedico a **Dios Todopoderoso**, esta investigación porque es la fuente de toda sabiduría y conocimiento. En su infinito amor encontré inspiración para seguir adelante en cada momento de dificultad y duda, además, ha sido mi guía y fortaleza en cada uno de los desafíos que tuve que atravesar en esta etapa de mi vida, por su gracia y bendición ha sido posible alcanzar esta tan anhelada meta, porque hoy con el corazón lleno de mucha humildad y gratitud puedo decir: Eben-ezer, hasta aquí me ayudo Jehová, siendo este logro testimonio de su fidelidad en mi vida. A Él sea toda honra y toda gloria.

A mi madre, **Juana Mercedes Lozano Hurtado**, mi primera maestra, la más sabia consejera y mi mayor tesoro. Eres un ejemplo de determinación y perseverancia, tu amor y sacrificio es el motor que me impulso para cumplir mis sueños, enseñándome la importancia de nunca rendirme para seguir siempre adelante, has sido mi apoyo incondicional en esta y en todas las etapas de mi vida, impulsándome a ser mejor persona cada día, es por ello por lo que esta investigación es un atributo a tu infinito amor.

A mi padre, **Juan Carlos Romero Obando**, a pesar de que ya no estás conmigo, sé que estarías muy orgulloso del logro de tu "niña", en el tiempo que compartí contigo me demostraste que eras una persona muy fuerte y valiente que afronto las dificultades de la vida de la mejor manera y con rostro alegre, fue de gran bendición tenerte en mi vida, me dejaste una gran enseñanza y lección de vida. Te amare hasta que mi corazón deje de latir.

A mi hermano, **Jean Hernández Lozano**, que forma parte de mi historia, que siempre creyó en mí, impulsándome a dar lo mejor cada día en este camino lleno de desafíos, estando siempre para brindarme alegría en momentos de incertidumbre.

**Br. Joseling Jaoska Romero Lozano**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a Jehová Dios, por brindarme claridad y Fortaleza en los momentos decisivos. A mi familia y amigos por creer en mí cuando otros asumieron que el tiempo había pasado; su apoyo constante fue lo que me permitió finalizar con esta meta académica, además de una meta soñada que desafía límites ajenos.

Agradezco profundamente a quienes hicieron posible la realización de este trabajo, cuyo desarrollo exigió constancia, análisis riguroso y compromiso personal.

A mis docentes durante el transcurso de la Carrera por su compromiso y pasión al arte de enseñar y en especial a mis asesores **Ing. María Nelly Salazar** y **Msc. Jorge Gómez**, por compartir sus conocimientos con paciencia y precisión, y por contribuir al fortalecimiento técnico de esta investigación,

Este proyecto es prueba de que la perseverancia, aunque silenciosa, lenta y muchas veces invisible transforma lo que parecía inamovible. Gracias por ser parte de este largo y arduo proceso y por ayudarme a dar forma a lo que hoy se convierte en estructura, fundamento y logro.

**Br. Lisbeth del Rosario Silva Álvarez**

Agradezco infinitamente a **Dios mi Señor**, porque su fidelidad y amor nunca se ha apartado de mi vida, todo lo que he logrado ha sido por su gracia, donde cada día me ha llenado de fuerzas y sabiduría, impulsándome a tomar la decisión de seguir mis sueños, hoy todo lo que anhelaba mi corazón es una realidad que representa una gran bendición para mí y para mis seres queridos. No alcanzan las palabras para agradecer a mi Dios por todo lo bueno que ha sido conmigo.

Desde lo más profundo de mi corazón, quiero agradecer a mi madre, **Juana Lozano**, una verdadera guerrera que ha sacrificado muchas cosas en su vida para apoyarme. Gracias a su amor, esfuerzo y dedicación hoy ha sido posible alcanzar este sueño que no solo es mío, sino también suyo, porque este logro forma parte de sus anhelos tanto como de los míos.

Agradezco profundamente a mi asesora de tesis **Ing. María Nelly Salazar Cerda**, una persona sumamente especial, reconozco su valioso apoyo desde el momento que decidió acompañarnos en este proceso, compartiendo su conocimiento, su tiempo y dedicación; su experiencia y exigencia académica se convirtió en una guía importante para llevar a cabo nuestra investigación.

Agradezco sinceramente a mi asesor, **Msc. Jorge Gómez**, por su apoyo en la asesoría y realización de los análisis estadísticos, también por su disposición y claridad al momento de explicar, cualidades que fueron imprescindibles para el correcto desarrollo de esta tesis.

A **Lisbeth Silva Álvarez**, una mujer luchadora, esforzada y muy inteligente, capaz de lograr lo que se propone (con la ayuda de Dios). Es una gran compañera y amiga; entre risas y estrés, se dispuso a acompañarme firmemente en este camino que emprendimos. Nunca me dejó sola y siempre trabajó de la mano conmigo.

Doy gracias a mi prima, **Xochilt Altamirano**, una persona que siempre estuvo para mí cuando más lo necesité, nunca dijo que no cuando solicité de su ayuda. Gracias por tu apoyo incondicional.

**Br. Joseling Jaoska Romero Lozano**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

| SECCIÓN                                                        | PÁGINA     |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>DEDICATORIA</b>                                             | <b>i</b>   |
| <b>AGRADECIMIENTO</b>                                          | <b>ii</b>  |
| <b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>                                     | <b>iv</b>  |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b>                                       | <b>vii</b> |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>                                       | <b>ix</b>  |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>                                        | <b>x</b>   |
| <b>RESUMEN</b>                                                 | <b>xi</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                                | <b>xii</b> |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>                                         | <b>2</b>   |
| <b>II. OBJETIVOS</b>                                           | <b>3</b>   |
| <b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>                                | <b>4</b>   |
| 3.1. Antecedentes                                              | 4          |
| 3.2. Generalidades del gandul                                  | 5          |
| 3.3. Parámetros físicoquímicos del gandul                      | 6          |
| 3.4. Harina de Gandul                                          | 6          |
| 3.5. Generalidades del trigo                                   | 7          |
| 3.6. Definición de Harina de trigo                             | 9          |
| 3.7. Generalidades de la repostería                            | 9          |
| 3.8. Generalidades del Pudín                                   | 12         |
| 3.9. Definición Pudín (Repostería)                             | 13         |
| 3.10. Evaluación sensorial                                     | 13         |
| <b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>                                | <b>15</b>  |
| 4.1. Ubicación del estudio                                     | 15         |
| 4.2. Diseño metodológico                                       | 16         |
| 4.2.1. Tipo de investigación                                   | 16         |
| 4.2.2. Variables para evaluar                                  | 17         |
| 4.2.3. Metodología                                             | 17         |
| 4.2.4. Diagrama de flujo de la elaboración de harina de gandul | 18         |

|                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.5. Diagrama de la elaboración de pudines a base de harina de trigo y harina de gandul                                   | 20        |
| 4.2.6. Determinación del % de humedad en las harinas en investigación                                                       | 22        |
| 4.2.7. Determinación de acidez titulable de la harina y pudines del estudio                                                 | 23        |
| 4.2.8. Determinación de pH de las harinas en estudio                                                                        | 24        |
| 4.2.9. Determinación de % de proteína de las harinas en estudio                                                             | 25        |
| 4.3. Recolección de datos                                                                                                   | 27        |
| 4.3.1. Muestra                                                                                                              | 27        |
| 4.3.2. Población                                                                                                            | 27        |
| 4.3.3. Procedimiento para llevar a cabo la evaluación sensorial                                                             | 27        |
| 4.3.4. Análisis de los datos                                                                                                | 28        |
| <b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>                                                                                            | <b>29</b> |
| 5.1. Determinación del % de humedad en las harinas en estudio                                                               | 29        |
| 5.2. Resultados de la determinación del % de humedad en la harina de gandul                                                 | 30        |
| 5.3. Resultados de la determinación del % de humedad en la harina de trigo                                                  | 31        |
| 5.4. Determinación del pH de las harinas en estudio                                                                         | 31        |
| 5.5. Determinación de acidez titulable de las harinas en estudios                                                           | 32        |
| 5.6. Determinación de acidez titulable de la harina de gandul                                                               | 33        |
| 5.7. Determinación de acidez titulable de la harina de trigo                                                                | 33        |
| 5.8. Determinación de proteínas de la harina de gandul                                                                      | 34        |
| 5.9. Determinación de proteínas de la harina de trigo                                                                       | 34        |
| 5.10. Determinación del contenido de proteína en diferentes proporciones de inclusión de harina de trigo y harina de gandul | 36        |
| 5.11. Análisis sensorial de los pudines                                                                                     | 41        |
| 5.12. Valoración de las características organolépticas de los pudines                                                       | 42        |
| 5.13. Análisis de varianza de la evaluación sensorial de los pudines                                                        | 42        |
| 5.13.1. Evaluación de color de las muestras con diferentes niveles de inclusión de harina de gandul                         | 42        |
| 5.13.2. Evaluación del olor de las muestras con diferentes niveles de inclusión de harina de gandul                         | 44        |
| 5.13.3. Evaluación de sabor de las muestras con diferentes niveles de inclusión de harina de gandul                         | 45        |
| 5.13.4. Evaluación de textura de las muestras con diferentes niveles de inclusión de harina de gandul                       | 47        |

|                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.13.5. Evaluación de la apariencia de las muestras con diferentes niveles de inclusión de harina de gandul | 49        |
| 5.14. Resultados de la evaluación organolépticas de los pudines                                             | 50        |
| <b>VI. CONCLUSIONES</b>                                                                                     | <b>51</b> |
| <b>VII. RECOMENDACIONES</b>                                                                                 | <b>52</b> |
| <b>VIII. LITERATURA CITADA</b>                                                                              | <b>53</b> |
| <b>IX. ANEXOS</b>                                                                                           | <b>58</b> |

---

## ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO                                                                                                                          | PÁGINA |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Contenido nutricional del gandul                                                                                             | 6      |
| 2. Parámetros Fisicoquímicos y Funcional de la harina de <i>C. cajan</i> (guandul)                                              | 7      |
| 3. Contenido fisicoquímico del trigo grano duro                                                                                 | 8      |
| 4. Parámetro fisicoquímico de la harina de trigo                                                                                | 9      |
| 5. Tipos de masa de repostería                                                                                                  | 10     |
| 6. Descripción general de los ingredientes Básico en la pre elaboración de masa batida o esponjosa                              | 11     |
| 7. Principales Componentes Nutricional del Pudín (cupcake), Tortas, bocadillo                                                   | 12     |
| 8. Especificaciones de calidad e Inocuidad del pudín                                                                            | 13     |
| 9. Tratamientos para la elaboración de pudines con distintos porcentajes de harina de trigo y gandul                            | 16     |
| 10. Variables en estudio                                                                                                        | 17     |
| 11. Materia prima, materiales y equipos para la elaboración de la harina de gandul                                              | 17     |
| 12. Equipos, materiales y utensilios usados para la determinación del % de humedad en la harina de gandul                       | 22     |
| 13. Materiales, equipos y reactivos para determinar el % de acidez titulable en la harina y pudines de estudio                  | 23     |
| 14. Equipos, materiales y reactivos utilizados para determinar el pH de las harinas                                             | 25     |
| 15. Materiales y equipos utilizados para la elaboración de pudines                                                              | 26     |
| 16. Formulación para desarrollar los pudines a base de harina de gandul y harina de trigo                                       | 26     |
| 17. % de acidez titulable, % de humedad y pH establecido por el Codex Alimentarius para harina de trigo 152-1985                | 29     |
| 18. Resultados de pH de las harinas                                                                                             | 31     |
| 19. Resultado del contenido de proteína en diferentes proporciones de inclusión de harina de harina de trigo y harina de gandul | 35     |
| 20. Resultados de los análisis Fisicoquímicos de las harinas en estudio                                                         | 39     |
| 21. Resultados del contenido de proteína en diferentes proporciones de mezcla de harina de harina de trigo y harina de gandul   | 40     |
| 22. Análisis de varianza de la variable color (SC Tipo III)                                                                     | 43     |

|     |                                                              |    |
|-----|--------------------------------------------------------------|----|
| 23. | Análisis de varianza de la variable olor (SC Tipo III)       | 44 |
| 24. | Análisis de varianza para la variable sabor (SC Tipo III)    | 46 |
| 25. | Análisis de varianza para el atributo textura (SC Tipo III)  | 47 |
| 26. | Análisis de varianza de la variable apariencia (SC Tipo III) | 49 |

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA                                                                                                                                                         | PÁGINA |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Ubicación del laboratorio Fisiología Vegetal, donde se llevaron a cabo los análisis fisicoquímicos de la harina trigo y de gandul. Fuente: Google Maps.     | 15     |
| 2. Ubicación del laboratorio LABSA,                                                                                                                            | 15     |
| 3. Ubicación del laboratorio de Agroindustria de los Alimentos, donde se elaboró los pudines a base de harina de trigo y harina de gandul. Fuente: Google Maps | 15     |
| 5. Cristalería utilizada en la en la determinación de las características fisicoquímicas de las harinas en estudio. Fuente: Propia                             | 29     |
| 4. Harinas en estudio. Fuente: Propia                                                                                                                          | 29     |
| 6. Determinación del % de humedad de las harinas en estudio. Fuente: Propia                                                                                    | 30     |
| 7. Resultado de la determinación del pH de la harina de gandul. Fuente: Propia                                                                                 | 32     |
| 8. Resultado de la determinación del pH de la harina de trigo. Fuente: Propia                                                                                  | 32     |
| 9. Determinación del % de acidez titulable de las harinas en estudio. Fuente: Propia                                                                           | 33     |
| 10. Contenido proteico de las harinas en estudio                                                                                                               | 35     |
| 11. Contenido de proteína en las diferentes proporciones de inclusión de harina de trigo y harina de gandul en la elaboración de pudines                       | 40     |
| 12. Valoración de media de los tratamientos                                                                                                                    | 41     |
| 13. Percepciones de los panelistas con respecto al color de las diferentes formulaciones evaluadas                                                             | 44     |
| 14. Percepciones de los panelistas con respecto al olor de las diferentes formulaciones evaluadas                                                              | 45     |
| 15. Percepciones de los panelistas con respecto al sabor de las diferentes formulaciones evaluadas.                                                            | 47     |
| 16. Percepciones de los panelistas con respecto a la textura de las diferentes formulaciones evaluadas                                                         | 48     |
| 17. Percepciones de los panelistas con respecto al apariencia de las diferentes formulaciones evaluadas                                                        | 50     |

## ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO                                                                                                                     | PÁGINA |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Selección, limpieza y pesado de las semillas de gandul                                                                 | 58     |
| 2. Pretratamiento del gandul                                                                                              | 58     |
| 3. Secado y molienda del gandul                                                                                           | 59     |
| 4. Tamizado de la harina de gandul                                                                                        | 59     |
| 5. Análisis fisicoquímico de la harina de trigo                                                                           | 59     |
| 6. Análisis fisicoquímico de la harina de gandul                                                                          | 60     |
| 7. Desarrollo de las formulaciones de los pudines                                                                         | 60     |
| 8. Evaluación sensorial de los pudines en las distintas formulaciones                                                     | 60     |
| 9. Resultado del análisis de nitrógeno total de la mezcla de harina de trigo y harina de gandul (Tratamiento D: 45/55 %)  | 61     |
| 10. Análisis de nitrógeno total de la mezcla de harina de trigo y harina de gandul (Tratamiento D: 45/55 %)               | 61     |
| 11. Resultado del análisis de nitrógeno total de la mezcla de harina de trigo y harina de gandul (Tratamiento E: 35/65 %) | 62     |
| 12. Resultado del análisis de nitrógeno total de la mezcla de harina de trigo y harina de gandul (Tratamiento F: 28/72 %) | 63     |
| 13. Resultado del análisis de nitrógeno total de la harina de trigo                                                       | 64     |
| 14. Formato de evaluación sensorial                                                                                       | 65     |

## RESUMEN

El gandul (*Cajanus cajan*) es una leguminosa rica en fibra, proteína, vitaminas y minerales, en Nicaragua no existe una cultura de consumo debido al desconocimiento de sus propiedades nutricionales lo cual se presenta un desaprovechamiento. Esta investigación tuvo como finalidad dar a conocer la calidad nutricional y el uso potencial en el desarrollo de una amplia variedad de productos alimenticios a base de harina de gandul. El objetivo principal fue evaluar la sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul para la elaboración de pudines. Para ello, se realizó un pretratamiento del grano para eliminar los anti nutrientes presentes, seguido del proceso de obtención de la harina. La caracterización fisicoquímica de la harina se llevó a cabo según métodos establecidos por la AOAC. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Fisiología Vegetal, donde se determinaron un 11.1 % de humedad, un pH de 6.8 y un 0.00768 % de acidez titulable. El contenido de proteína fue de 19.2 %, se determinó mediante el método Kjeldahl en el laboratorio LABSA de la UNA. Estos parámetros se encuentran dentro de los rangos permitidos por el Codex Alimentarius (Norma 152-1985). Posteriormente, se elaboraron mezclas de harina de trigo y harina de gandul en diferentes proporciones para la formulación de pudines, y se analizó su contenido proteico; los resultados obtenidos fueron los siguiente: formulación D (45/ 55 %) con 7.18 % de proteína; E (35/65 %) con 16.53 %; y F (28/72 %) con 15.1 %. Finalmente se desarrollaron los pudines y se realizó la evaluación sensorial con un panel de 30 personas no entrenadas. El análisis estadístico ANOVA indicó que no hubo diferencias significativas en el olor, textura y apariencia entre las formulaciones. En cuanto al sabor, la formulación D fue la mejor valorada, mientras que la formulación F destacó por su color.

**Palabras clave:** Sustitución parcial, calidad nutricional, evaluación, tratamiento, leguminosa

## ABSTRACT

Pigeon pea (*Cajanus cajan*) is a legume rich in fiber, protein, vitamins, and minerals. In Nicaragua, there is no established culture of consumption due to a lack of awareness of its nutritional properties, resulting in underutilization. This research aimed to highlight the nutritional quality and potential use of pigeon pea flour in the development of a wide variety of food products. The main objective was to evaluate the partial substitution of wheat flour with pigeon pea flour for pudding production. To this end, the grain was pretreated to eliminate anti-nutrients, followed by the flour production process. The physicochemical characterization of the flour was carried out according to methods established by the AOAC. The analyses were performed in the Plant Physiology Laboratory, where a moisture content of 11.1%, a pH of 6.8, and a titratable acidity of 0.00768% were determined. The protein content, 19.2%, was determined using the Kjeldahl method in the LABSA laboratory at UNA. These parameters are within the ranges permitted by the Codex Alimentarius (Standard 152-1985). Subsequently, mixtures of wheat flour and pigeon pea flour were prepared in different proportions for pudding formulations, and their protein content was analyzed. The results obtained were as follows: formulation D (45%/55%) with 7.18% protein; E (35/65%) with 16.53%; and F (28/72%) with 15.1%. Finally, the puddings were developed, and sensory evaluation was conducted by a panel of thirty untrained individuals. ANOVA statistical analysis indicated no significant differences in odor, texture, and appearance among the formulations. Regarding flavor, formulation D was the highest rated, while formulation F stood out for its color.

**Key words:** Partial substitution, nutritional quality, evaluation, treatment, legume

## I. INTRODUCCIÓN

“Las leguminosas son de gran interés por su valor nutritivo, como fuente de proteínas, carbohidratos, fibra, minerales, vitaminas hidrosolubles y compuestos fenólicos” (García et al., 2012, p. 919).

Dentro de las fuentes alimenticias se encuentran las leguminosas, las cuales contienen altas cantidades de proteínas (18-32%), además de proporcionar una fuente de aminoácidos esenciales, péptidos bioactivos y propiedades funcionales, mejorando la estabilidad, textura y la calidad nutricional que podría ampliar su uso potencial en el desarrollo de una amplia variedad de productos alimenticios. (Navarro, 2014, p. 198)

“Como legumbre perenne de la familia Fabaceae, el gandul funciona como una fuente perfecta de suplemento proteico para las dietas tradicionales basadas en cereales para evitar la deficiencia de proteínas” (Odeny, 2007, Citado por Wu et al., 2024, p. 1015).

En el estudio de Soto (1997) indica que:

El gandul es empleado para consumo humano por su alto contenido de proteína, promediando un 7 % cuando la semilla se encuentra inmadura y de 18 a 32 % cuando está madura. Cuenta con un alto contenido de vitaminas A y C, también está presente el elemento fósforo en concentraciones de 200 mg por cada 100 g-1 de semilla seca. (citado por González et al., 2016)

“Sin embargo, muchas de estas semillas deben procesarse antes de ser incorporadas en la dieta humana” (Van Boekel 2010). “Los métodos de procesamiento como la cocción húmeda, la fermentación, la germinación y el malteado mejoran la digestibilidad y biodisponibilidad de los nutrientes y la palatabilidad, el aroma, la textura y el sabor” (Bassett et al., 2019)

Según ONU Noticias (2024) indica que:

La inseguridad alimentaria y la desnutrición están empeorando debido a una combinación de factores como: los conflictos, el cambio climático y las recesiones económicas que son cada vez más frecuentes y graves. Estos problemas, junto con elementos subyacentes como dietas sanas inaccesibles no permiten avanzar con el objetivo de desarrollo sostenible de erradicar la pobreza y el hambre en el mundo. (párr. 7)

En la actualidad en Nicaragua no existe una cultura de consumo por desconocimiento, tanto de su valor nutricional como su diversificación en la industria alimentaria por lo cual principalmente es utilizada para alimentación del ganado, como cadenas rompe vientos y la elaboración de biofertilizante, lo que limita su integración en la industria alimenticia a gran escala.

Esta investigación tuvo como finalidad evaluar distintas formulaciones de pudines a base de harina de trigo y harina de gandul mediante un panel no entrenado de 30 personas, con el propósito de aumentar el valor nutricional y la aceptabilidad sensorial, a fin de capacitar a comunidades para el emprendimiento de este nuevo producto, impulsarlo en los centros educativos, promoviendo una alimentación saludable y una mejora en la transformación agroindustrial de nuestro país.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

- Evaluar las características de las formulaciones a base de harina de trigo y harina de gandul para la elaboración de pudines en el laboratorio de Agroindustria de los Alimentos 2024-2025.

### **2.1. Objetivos específicos**

- Determinar parámetros fisicoquímicos (pH, humedad, acidez titulable) y contenido de proteína en harina de trigo, harina de gandul y las mezclas desarrolladas para los pudines.
- Desarrollar tres formulaciones de pudines con distintos porcentajes de harina de trigo y harina de gandul.
- Realizar análisis sensorial de los pudines elaborados con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul, mediante la aplicación del metodo afectivo.

### **III. MARCO DE REFERENCIA**

#### **3.1. Antecedentes**

Párraga (2023), Desarrolló una sustitución parcial de harinas de trigo, frijol de palo y frijol de Castilla con el objetivo de determinar cuál era la más adecuada para la elaboración de galletas. Para ello, aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho tratamientos y un testigo, aplicando porcentajes de sustitución de 10%, 20%, 30% y 40% en las harinas de fréjol de palo y fréjol de castilla. El tratamiento cuatro, compuesto por un 40% de harina de fréjol castilla y un 60% de harina de trigo, obtuvo la mejor evaluación en aceptabilidad sensorial. Siendo esta de: 3,70 en color, 3,70 en aroma, 3,77 en sabor y 3,83 en textura.

Además, realizaron análisis fisicoquímicos encontrando que contenía un 53,81% de carbohidratos, 0,93% de ceniza, 1,90% de fibra, 23,15% de grasa, 10,03% de humedad, 12,08% de proteína y un pH de 6,74; mediante análisis microbiológico fue evaluada la vida útil del producto en períodos de 0, 7 y 14 días siendo que el producto se mantuvo dentro de los límites establecidos por la norma INEN 2085; por ende que la combinación de las harinas en estudio representa una alternativa para mejorar el aporte nutricional en la producción de galletas. (Párraga, 2023, p. 5)

Por su parte Benites y Muñoz (2020), evaluaron el efecto de sustituir harina de trigo por harina de frijol de palo en la elaboración de galletas con la finalidad de mejorar el valor nutricional y determinar la mejor aceptación por parte de los panelistas, siendo las formulaciones o tratamientos de 16% , 24% y 32%, evaluados física y químicamente para conocer su composición y contenido de proteínas; siendo la formulación con un 32% de harina de Gandul y 68% de harina de trigo la mejor calificada sensorialmente por atributos de textura, color y sabor; siendo su contenido de proteínas de 10.37% y 383.10 Kcal en 100gr de ración. (p. 12)

Peñafile (2022), evaluó galletas elaboradas con harina de arroz integral, algarrobo y gandul con el fin de mejorar su valor nutricional, aplicando cuatro tratamientos y un control donde la formulación con 70 % de arroz, 20 % de gandul y 10 % de algarrobo obtuvo la mejor aceptación sensorial, además los análisis bromatológicos reflejaron un contenido de 8.91 % de proteína, 3.32 % de fibra cruda, 3.04 % de cenizas y un pH de 7.01, mientras que los resultados microbiológicos se mantuvieron dentro de los límites permitidos por la norma INEN 2085, garantizando así la calidad del producto.

### 3.2. Generalidades del gandul

La Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018) describe que:

La especie *Cajanus cajan* (L.) Huth pertenece a la familia de las leguminosas (*Leguminosae* o *Fabaceae*), la subfamilia *Faboideae* (*Papilionoideae*), la tribu *Phaseoleae* y la subtribu *Cajaninae*, sus orígenes son inciertos ya que se han descubierto la semilla en excavaciones arqueológicas en china, Egipto y la India, aunque esta última existen diversas pruebas que fue centro de origen de la especie endémica *Cajanus cajanifolius*, a la cual varios estudios filogenéticos ubican como la relativa silvestre más cercana, aparte de que existe la mayor diversidad y la sexta legumbre más importante en todo el mundo, y que el 85% de la producción mundial está en la India, siendo el mayor consumidor. (p. 34)

Es la única especie de la subtribu *Cajaninae* que está domesticada, aclimatada y es cultivada especialmente en los trópicos y subtropicos de África, Asia y América, prefiere climas calurosos y húmedos. Crece bien entre 18 °C y 30 °C, aunque es muy tolerante a las altas temperaturas: puede soportar más de 35 °C, bajo buenas condiciones; el fruto o semilla es conocido comúnmente como guandú o guandul, frijol de palo entre otros, su color va en dependencia de las variedades locales siendo: bicolor, crema, pasando por diferentes variaciones de amarillo, rojo, marrón y hasta negro. Son de aspecto redondo u oval, levemente deprimidas, con textura lisa, áspera o rugosa, de 6 mm a 8 mm de largo por 4 mm a 7 mm de ancho. (FAO, 2018, pp. 33-35)

### 3.3. Parámetros fisicoquímicos del gandul

Cuadro 1. Contenido nutricional del gandul

| Tabla de Composición de Alimentos en 100 g de<br>porción comestible |       |      |
|---------------------------------------------------------------------|-------|------|
| Semilla de Gandul seco crudo                                        |       |      |
| Macronutrientes                                                     |       |      |
| Energía                                                             | Kcal. | 343  |
| Vitamina C                                                          | Mg    | 0    |
| Tiamina                                                             | Mg    | 0.64 |
| Riboflavina                                                         | Mg    | 0.19 |
| Niacina                                                             | Mg    | 2.97 |
| A. Pantoténico                                                      | Mg    | 1.27 |
| Vitamina B6                                                         | Mg    | 0.28 |
| Ac. Fólico                                                          | mcg   | 0    |
| Cenizas                                                             | G     |      |
| Folato alimentos                                                    | mcg   | 456  |
| Folato FDE                                                          | mcg   | 456  |
| Vitamina B12                                                        | mcg   | 0.00 |
| Vitamina A                                                          | mcg   | 1    |
| EAR                                                                 |       |      |
| Retinol                                                             | mcg   | 0    |
| B. Carotenos                                                        | mcg   | —    |
| Vitamina E                                                          | mcg   | —    |
| Vitamina D                                                          | mcg   | 0.00 |
| Vitamina K                                                          | mcg   | —    |
| Fracción Comestible                                                 | %     | 1.00 |

**Fuente:** INCAP (2018)

### 3.4. Harina de Gandul

La harina de gandul, también conocida como harina de frijol de palo o harina de guandul, se elabora a partir de sus granos o semillas. En la Investigación de Guevara Núñez (2021), Argumenta que: “Este tipo de harinas de origen leguminosas o legumbres han cobrado interés ya que están siendo utilizadas ampliamente en la industria alimentaria, aportando al perfil nutricional contenido proteico o mejoras en cuanto a sus características organolépticas” (Citado por Valencia y Montoya, 2021, p. 28).

Esta harina también se define por el estudio de Torres et al., (2014), como:

Polvos finos obtenidos directamente de la molienda del grano y que antes de su proceso deben ser escaldados (para inactivar enzimas indeseables) o ser sometidos a remojo y cocción para eliminar sustancias antinutritivas presentes en los granos. Posteriormente son secados para luego ser molidos y una vez obtenida la molienda pasar a tamizarlos quedando una harina uniforme sin partículas de tamaños diferentes. (Citado por Valencia y Montoya, 2021, p. 28)

Cuadro 2. Parámetros Fisicoquímicos y Funcional de la harina de gandul

| Característica                                                                                                                             | Gandul (g/100g)  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Ph                                                                                                                                         | $6.57 \pm 0.15$  |
| Proteína                                                                                                                                   | $17.9 \pm 0.55$  |
| Grasa cruda                                                                                                                                | $1.02 \pm 0.20$  |
| Fibra total                                                                                                                                | $6.9 \pm 0.45$   |
| Carbohidratos                                                                                                                              | $58.76 \pm 0.72$ |
| Humedad                                                                                                                                    | $12.1 \pm 0.69$  |
| Cenizas                                                                                                                                    | $3.32 \pm 0.83$  |
| Vitamina A ( $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ )                                                                                                 | ND               |
| CAA (g/g)                                                                                                                                  | $1.33 \pm 0.01$  |
| CAG (g/g)                                                                                                                                  | $0.97 \pm 0.03$  |
| CFE (g/g)                                                                                                                                  | $25.50 \pm 0.50$ |
| Capacidad de absorción de agua (CAA), capacidad de absorción de aceite (CAG), capacidad de formación de espuma (CFE). No determinado (ND). |                  |

**Fuente:** García et al. (2020)

### 3.5. Generalidades del trigo

El trigo (*Triticum spp.*) Se caracteriza por ser uno de los cultivos más importantes. Ya que ocupa un lugar preponderante en la civilización Occidental, destacado como el cereal del viejo mundo, en comparación al arroz (el cereal de Asia) y al maíz (el cereal de América). (Ordas, 2023, p.2)

La clasificación de las gramíneas de manera general se llama *poaceae* en latín, siendo su subfamilia llamada *pooideae*, y tribu *triticeae* las que poseen numerosas especies de cereales aceptados para la elaboración del pan que incluyen: trigo panificable (*Triticum aestivum*), Escanda (*Triticum monococcum*), Escanda (*Triticum dicoccum*), Espelta (*Triticum Spelta*), Duro (*Triticum durum*), Jorasán (*Triticum turanicum*), Centeno (*Secale cereale*) y Cebada (*Hordeum vulgare*), además expresa que, el trigo panificable se caracteriza por ser blandos- duros y de color blancos –rojos, además se destacan por su época de siembra que puede ser en primavera o invierno (Thibeault, 2018, parr. 7-14).

“Una de sus mayores desventajas es la presencia de gluten, lo que puede originar graves problemas para las personas intolerantes a estas proteínas” (Ordas, 2023, p. 3).

Cuadro 3. Contenido fisicoquímico del trigo grano duro

| Composición de Alimentos en 100 g de porción comestible |    |       |
|---------------------------------------------------------|----|-------|
| Trigo grano duro                                        |    |       |
| Macronutrientes Y Minerales                             |    |       |
| Agua                                                    | %  | 13    |
| Energía                                                 | G  | 327   |
| Proteína                                                | G  | 12.61 |
| Grasa total                                             | G  | 1.54  |
| AG. Sat.                                                | G  | 0.27  |
| AG. Monsat                                              | G  | 0.20  |
| AG. Polisant.                                           | G  | 0.63  |
| Colesterol                                              | Mg | 0     |
| Carboh.                                                 | G  | 71.18 |
| Azucars                                                 | G  | 0.41  |
| Cenizas                                                 | G  | 12.20 |
| Fibra Dietética                                         | G  | 1.57  |
| Calcio                                                  | Mg | 29    |
| Hierro                                                  | Mg | 13.19 |
| Magnesio                                                | Mg | 126   |
| Fosforo                                                 | Mg | 288   |
| Potasio                                                 | Mg | 363   |
| Sodio                                                   | Mg | 2     |
| Zinc                                                    | Mg | 2.65  |
| Cobre                                                   | Mg | 0.43  |

**Fuente:** INCAP (2018)

### 3.6. Definición de Harina de trigo

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 037- 07) establece que:

La harina de trigo es un producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host, o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituration o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura. (p.3)

Cuadro 4. Parámetro fisicoquímico de la harina de trigo

| Factor/ Descripción                                                     | Limite permisible |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Humedad, porcentaje máximo en masa<br>(m/m)                             | 15,5%             |
| Proteína (N X 5.7), en porcentaje<br>mínimo en masa (m/m), en base seca | 7,0%              |
| Cenizas en porcentajes Máximos en<br>masa (m/m),                        | 1,0%              |

**Fuente:** NTON 03 037- 07/RTCA 67.01.15:07

### 3.7. Generalidades de la repostería

En una actividad dedicada a la creación de masa fermentadas y no fermentadas en la cual, como bien lo indica Vértice (2010):

No existe un ingrediente principal que sobresalga sobre los demás, sino que es la mezcla o combinación de otros como la harina, féculas, azúcares, grasas comestibles, huevos, etcétera. De ella se obtienen productos diversos como masas de hojaldre, masas batidas (bizcochos), pastas de diferentes tipos y productos específicos de repostería. (p. 8)

Existen diversos tipos de masas para la elaboración de reposterías entre ellas se encuentran:

Cuadro 5. Tipos de masa de repostería

| Tipo                      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Masa Hojaldres            | Estas son formadas con grasa, harinas y fundamentalmente adicionadas con sal o no, Se caracteriza por su laminado que se produce durante el amasado y su posterior cocción en el horno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Masas azucaradas          | “Son masas realizadas a partir de harina, grasa y azúcares principalmente, Su característica distintiva es su textura terrosa, seca y compacta, muy apropiada para realización de bases de tartas con rellenos líquidos o semilíquidos, o pequeñas pastas para bocadillo” (Gonzales, 2022, p. 100).                                                                                                                                                                                                              |
| Masa batidas o esponjosas | De acuerdo con García (2016), las masas elaboradas principalmente con huevo resultan de la combinación y batido de varios ingredientes que, al emulsionarse durante el proceso, generan una textura suave y blanda al paladar, comprendiendo preparaciones como magdalenas, tortas de lata, plumcakes, bizcochos y otras similares, las cuales se distinguen por emplear prácticamente los mismos ingredientes, aunque varían en sus proporciones o incorporan algunos adicionales según el tipo de elaboración. |

Cuadro 6. Descripción general de los ingredientes Básico en la pre-elaboración de masa batida o esponjosa

| Ingredientes        | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Harina              | (generalmente floja) Proporciona la estructura de la masa; esta se consigue de la molienda del trigo, aunque también pueden ser de otros cereales glutinosos como: maíz, soja, cebada, y otras. En la repostería existen dos tipos de harinas que se usan con bastante frecuencia que los demás, como son: las de trigo duro y las de trigo blando.                                                                                 |
| Azúcar              | Existen varios tipos de azúcares, los más usados son las que en su composición se encuentra de forma mayoritaria la sacarosa, que se extrae de la caña de azúcar, de la remolacha azucarera y de otras plantas sacarosas en suficiente estado de pureza para el consumo humano.<br>"Los principales tipos de azúcar usados en repostería son: Azúcar moreno, azúcar Blanquilla, azúcar glas, miel y Panela" (Vértice, 2010, p. 36). |
| Huevo               | es uno de los ingredientes imprescindible, sirve para unir y agrupar ingredientes, es decir, facilita la mezcla en tortas, bizcochuelos, budines, etc.                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Leche               | Se emplea en la elaboración de muchas masas para obtener una mayor suavidad en ellas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Esencia de vainilla | "Esta se presenta concentrado y líquido, permitiendo aromatizar la masa" (Novoa, 2009 p. 24).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Polvo Leudante      | Se añade a las mezclas de harinas comunes con el objetivo que la masa aumente su volumen, dando como resultado un bizcocho o pudín suave y esponjosa                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Margarina           | Es grasa vegetal, es el resultado de la emulsión de un aceite hidrogenado con agua.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

### 3.8. Generalidades del Pudín

Son conocidos en otros países como: Cupcake en Estados Unidos, magdalenas o muffins en Francia se caracterizan por ser un bizcocho o torta que suelen tener ciertas diferencias al momento de realizar la masa; preparada principalmente por: harina, azúcar, leche, mantequilla o margarina, huevo, y polvo para hornear; dando como resultado después del batido una masa cremosa que luego pasa a moldes pequeños llamados pirotines o capacillos dado como resultado unos pudines suaves y esponjosos, que pueden consumirse de manera individual.

Hay muchas recetas tradicionales y otras variantes más modernas que han sido utilizadas para realizar este pudín. Sin embargo, las más conocidas son las de vainillas y chocolate, aunque en realidad toda receta de bizcochuelo puede ser adaptada como base de un cupcake, dependiendo del gusto y el toque personal que cada uno quiera darle. (Tejada, 2013, p. 9)

Cuadro 7. Principales Componentes Nutricional del Pudín (cupcake), Tortas, bocadillo en 100 g

| Nombre                          | Cantidad | Unidad |
|---------------------------------|----------|--------|
| Energía                         | 446      | Kcal   |
| Proteína                        | 3,61     | Gramo  |
| Lípidos totales (grasas)        | 22,89    | Gramo  |
| Carbohidratos, por diferencia   | 55,42    | Gramo  |
| Fibra, dieta total              | 1.2      | Gramo  |
| Azúcares totales                | 39,76    | Gramo  |
| Calcio, Ca                      | 72       | Mg     |
| Hierro, Fe                      | 1.73     | Mg     |
| Sodio, Na                       | 325      | Mg     |
| Ácidos grasos saturados totales | 7.23     | Gramo  |
| Colesterol                      | 36       | Mg     |

**Fuente:** (USDA, 2019)

### 3.9. Definición Pudín (Repostería)

La NTON 03 039- 10 Define la repostería como "un producto obtenido de la mezcla preparada con harina, polvo para hornear, huevos, leche, relleno, almidones o féculas, azúcar cristalizada o no y otras sustancias permitidas después de la conveniente cocción se destina al consumo inmediato".

Cuadro 8. Especificaciones de calidad e Inocuidad del pudín

| Parámetro                                                                            | Categoría | Tipo de riesgo | Límite Máximo permitido |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------|-------------------------|
| Escherichia coli                                                                     | 6         |                | < 3 NMP/g               |
| Staphylococcus aureus<br>(productos rellenos de<br>derivado lácteo)                  | 7         |                | 10 <sup>2</sup> UFC/g   |
| Salmonella ssp/25g<br>(productos rellenos de<br>derivados lácteos, cacao<br>y carne) | 10        | B              | Ausencia                |
| Listeria ssp/25g<br>(productos rellenos de<br>derivados lácteos, cacao<br>y carne)   | 10        |                | Ausencia                |

**Fuente:** NTON 03 039- 10

### 3.10. Evaluación sensorial

Por su parte Flores, (2015) define análisis sensorial como “una ciencia multidisciplinaria en la que se participan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales” (p. 1).

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-ISO) 8586-2 “un panel sensorial es un “Instrumento de medida” y, por lo tanto, el resultado de los análisis depende de sus miembros, es indispensable que los participantes pasen por las etapas de reclutamiento, selección, entrenamiento y control”.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación del estudio

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria, km 12  $\frac{1}{2}$  carretera norte Managua- Nicaragua, en la Dirección Especifica de Ciencias Agrícolas, haciendo uso de las instalaciones del Laboratorio de Agroindustria de los Alimentos (elaboración de harina y pudines), el Laboratorio de Fisiología Vegetal (secado del gandul y análisis fisicoquímicos) y el Laboratorio de Suelos y Agua (LABSA) para análisis de proteína.



Figura 1. Ubicación del laboratorio Fisiología Vegetal, donde se llevaron a cabo los análisis fisicoquímicos de la harina trigo y de gandul. Fuente: Google Maps.



Figura 2. Ubicación del laboratorio LABSA, donde se realizó el análisis de nitrógeno de la harina de gandul y harina de trigo. Fuente: Google Maps.



Figura 3. Ubicación del laboratorio de Agroindustria de los Alimentos, donde se elaboró los pudines a base de harina de trigo y harina de gandul. Fuente: Google Maps

## 4.2. Diseño metodológico

### 4.2.1. Tipo de investigación

Esta investigación se caracteriza por ser experimental aplicada, abordando variables cuantitativas y cualitativas las cuales se describen y analizan, centrándose en el desarrollo de tres tratamientos (véase en el cuadro 9) para la elaboración de pudines mediante la sustitución parcial de harina de gandul por harina de trigo, además se realizaron análisis fisicoquímicos de ceniza, humedad, ph, acidez titulable y proteína.

La evaluación sensorial, se llevó a cabo de acuerdo con Cardenas-Mazon et al. (2018), donde describe que: “Entre las pruebas afectivas esta la medición del grado de satisfacción y las de aceptación”. Esta evaluación se realizó con panelistas no entrenados haciendo uso de la escala hedónica de cinco puntos donde los panelistas evaluaron los atributos organolépticos de los pudines en cuanto a textura, color, olor, sabor y apariencia, con el fin de conocer que formula presenta mayor aceptación para los evaluadores.

Cuadro 9. Tratamientos para la elaboración de pudines con distintos porcentajes de harina de trigo y gandul

| Tratamientos                                          | % inclusión |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| Pudines muestra D. Harina de gandul y harina de trigo | 45/55       |
| Pudines muestra E. Harina de gandul y harina de trigo | 35/65       |
| Pudines muestra F. harina de gandul y harina de trigo | 28/72       |

#### 4.2.2. Variables para evaluar

Cuadro 10. Variables en estudio

| Variables Independientes                                                                                    | Variables Dependientes                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pudines desarrollados con tres formulaciones en sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul | Calidad sensorial (color, sabor, textura, aroma, apariencia) y propiedades fisicoquímicas (humedad, pH, contenido de proteínas y acidez titulable) haciendo uso de las formulaciones establecidas en la investigación para la elaboración del pudin. |

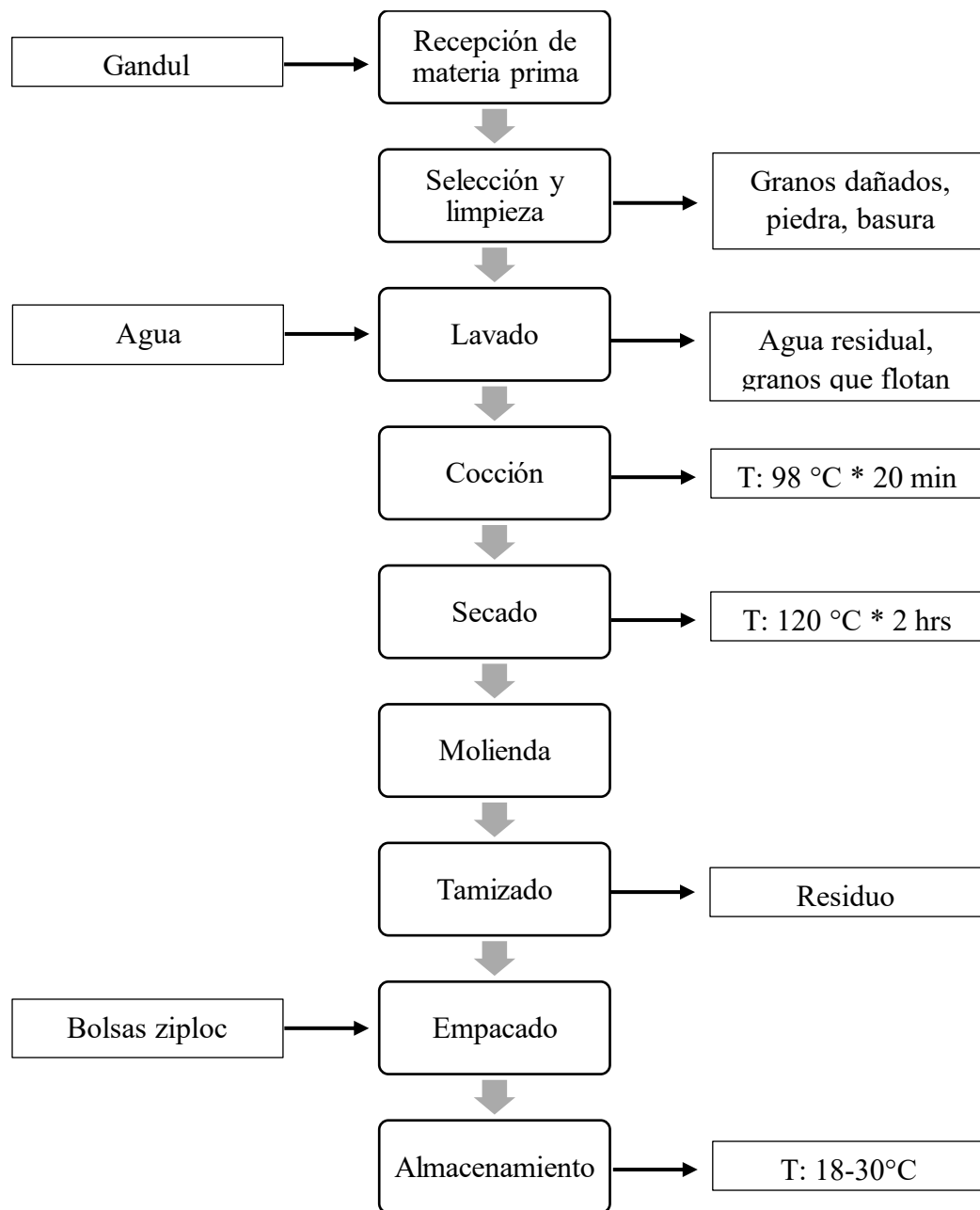
#### 4.2.3. Metodología

Para cumplir con los objetivos planteados en la investigación, se llevó a cabo el proceso de elaboración de la harina de gandul, para posterior desarrollar los pudines con distintas formulaciones a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul; en este proceso se usó diversos materiales y equipos (ver cuadro 11).

Cuadro 11. Materia prima, materiales y equipos para la elaboración de la harina de gandul

| Materia prima                     | Materiales y equipos                            |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                   | Panas plásticas                                 |
|                                   | Balanza de precisión marca Kern & Sohn          |
|                                   | Cucharas de acero inoxidable                    |
|                                   | Tamiz marca Adamas-beta de 0.08 mm -0.80 micras |
| Granos de gandul (variedad crema) | Molino de disco marca MDP-60                    |
| Harina de trigo                   | Beaker de plástico transparente de 500 ml       |
|                                   | Ollas de aluminio                               |
|                                   | Colador de aluminio de 9 cm                     |
|                                   | Bolsas ziploc                                   |
|                                   | Papel de aluminio de uso alimentario            |

#### 4.2.4. Diagrama de flujo de la elaboración de harina de gandul



**Fuente:** Propia

**Recepción:** Se reciben semillas de garbanzo que cumplan con las condiciones óptimas de almacenamiento, para esta investigación se requirieron cinco libras de semilla de garbanzo para el procesamiento de la harina.

**Selección:** Los granos fueron cuidadosamente seleccionados cumpliendo parámetros como: Libres de plagas, mohos, impurezas, materia extraña, daño por calor, quebrados, daños por insectos, grano arrugado o grano germinado.

**Lavado:** Mediante el lavado se retiran cualquier suciedad, olor ajeno al grano, además se procedió a retirar granos flotantes o de menor densidad que no cumplen con parámetros deseados.

**Cocción:** Los granos seleccionados se sometieron a cocción en agua a 98 °C durante 20 minutos. Este tratamiento térmico mejora la digestibilidad y las propiedades sensoriales del garbanzo, además de reducir la presencia de anti nutrientes como taninos, lectinas e inhibidores de proteasa (Locali-Pereira et al., 2023).

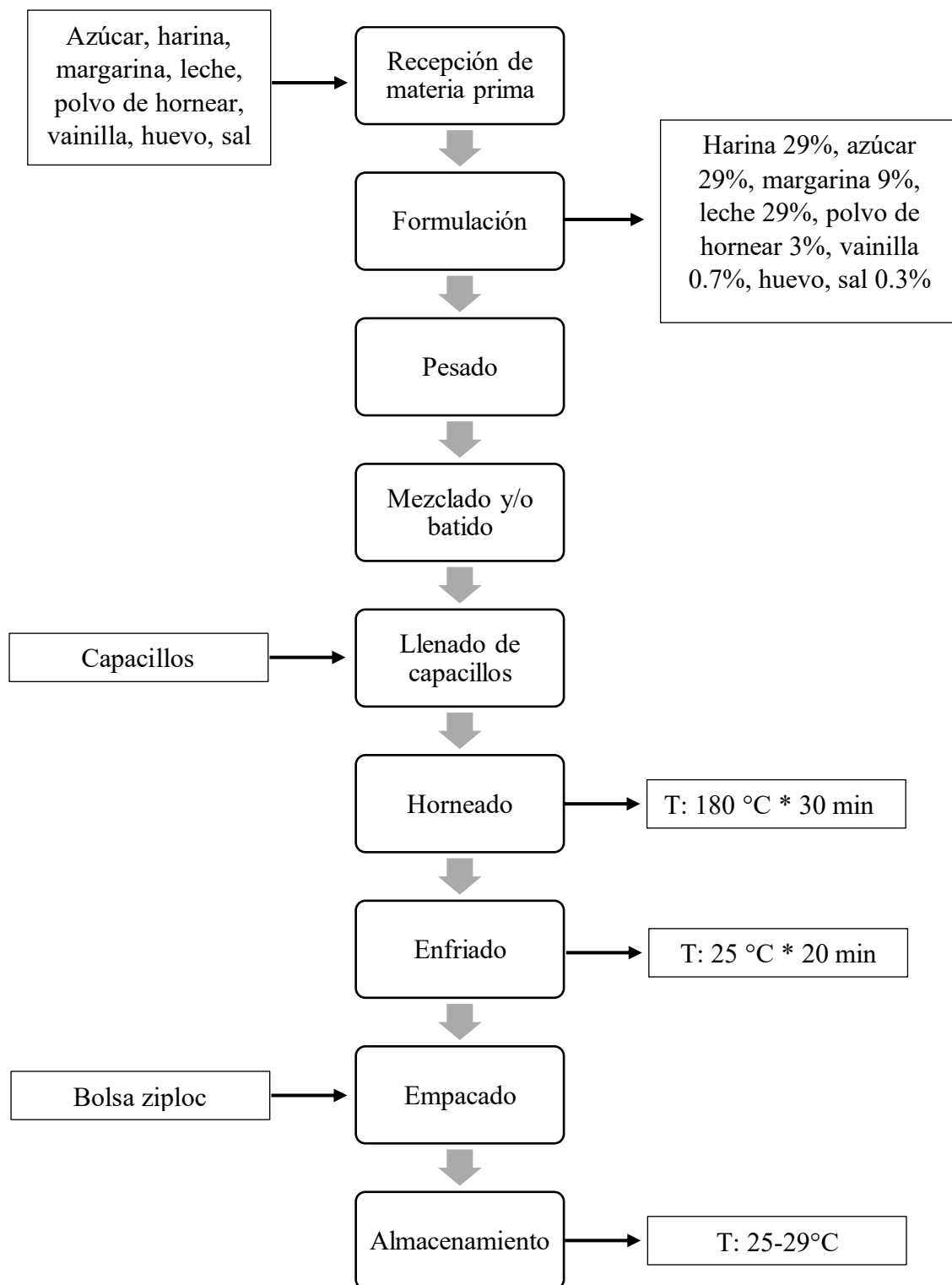
**Secado:** Posteriormente, los granos cocidos fueron distribuidos de manera uniforme en un horno secador, manteniéndose a 120 °C por dos horas, hasta alcanzar el nivel de humedad deseado.

**Molienda:** Una vez secos los granos pasan por un molino eléctrico monofásico, de uso semindustrial hasta obtener una molienda fina.

**Tamizado:** La harina resultante fue tamizada para asegurar una textura uniforme, eliminando partículas gruesas y facilitando su integración con otras harinas.

**Almacenamiento:** Se colocó la harina tamizada en bolsas medianas ziploc para garantizar la calidad de la harina, y conservar su vida útil.

#### 4.2.5. Diagrama de la elaboración de pudines a base de harina de trigo y harina de gandul



**Fuente:** Propia

**Recepción:** Se procedió a pesar la molienda obtenida de las semillas de gandul, luego, para obtener la harina se realizó un tamizado y para ello se ocupó un tamiz garantizando que cumpliera el parámetro establecido para ambas harinas, “El 98% o más de la harina deberá de pasar a través de un tamiz (No.70) de 212 micras” (Codex stan, 1985, p.4). y de los demás ingredientes.

**Formulación:** En esta etapa se detallan los porcentajes a implementar en ambas harinas y demás ingredientes que estarán presentes en la elaboración de los pudines, donde primero se utilizó las unidades de medida (gramos) para posterior convertirlo a porcentajes.

**Pesado:** Para la realización del pesado de todos los ingredientes se utilizó una balanza digital marca KERN lo que garantiza una precisión en la elaboración de los pudines.

**Mezclado:** Se realizó mezclando primeramente huevos, mantequilla derretida y leche, incorporando las harinas con la azúcar, sal, esencia de vainilla y polvo para hornear, para ello se ocupó una batidora marca HAND MIXER hasta formar una mezcla homogénea.

**Moldeado:** Se procedió a colocar la mezcla en una manga pastelera, y para luego llenar moldes para pudin (capacillos).

**Horneado:** Precalentar el horno y luego meter los pudines a una temperatura de 180 grados por 30 minutos.

**Enfriado:** Dejarlos reposar por cinco minutos en el molde después de sacarlos del horno, luego dejamos enfriar por unos 20 minutos fuera de los moldes hasta obtener una temperatura de entre 25 grado centígrado, continuando con la etapa de empackado.

**Empacado:** Empacar en bolsas de ziploc medianas lo que garantiza un producto Inocuo.

**Almacenado:** Guardar en un lugar fresco de 25 a 29 grado centígrado, para mayor vida útil del producto.

#### 4.2.6. Determinación del % de humedad en las harinas en investigación

Desde el punto de vista de Méndez (2020), el % de humedad es:

El contenido de agua que tiene la harina es importante que este no supere el 15%. La humedad es la característica importante, particularmente en relación con la seguridad del almacenamiento de la harina. La determinación del índice de humedad en harina se realiza por pérdida de peso. (p. 62)

#### Procedimiento para determinar el % de humedad

Primero se determinó el peso del crisol y el dato obtenido se anotó. Seguidamente, se calibró la balanza para pesar 1.5 g de muestra. Luego, se colocó el crisol con la muestra en el horno a una temperatura de 105 °C durante cuatro horas, transcurrido este tiempo, la muestra fue retirada del horno y se esperó unos minutos para que se enfriara y posteriormente fue pesada. Este procedimiento se basa en la pérdida de peso hasta alcanzar un peso constante, lo cual permite desarrollar la formula correspondiente.

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(W_o - W_f)}{W_f} * 100$$

Donde:

W<sub>o</sub> = Peso inicial de la muestra con crisol

W<sub>f</sub> = Peso final de la muestra con crisol

Cuadro 12. Equipos, materiales y utensilios usados para la determinación del % de humedad en la harina de gandul

| Equipos                   | Materiales y utensilios        |
|---------------------------|--------------------------------|
|                           | Crisoles                       |
| Balanza analítica CRYSTAL | Pinzas                         |
| Horno P SELECTA           | Termómetro digital marca WINKO |
|                           | Hoja de recolección de datos   |

Además, basado en lo descrito por Bustillos (2022):

Para la determinación del % de humedad se llevó a cabo a través de un procedimiento que consiste en la pérdida de masa, lo que permite conocer el contenido de humedad presente en la harina mediante la evaporación del agua cuando se aplica calor. (p.13)

#### 4.2.7. Determinación de acidez titulable de la harina y pudines del estudio

Teniendo en cuenta el método fisicoquímico de la AOAC 942.15 (2000), la acidez de una sustancia se mide mediante una titulación, un proceso volumétrico que involucra tres elementos: el titulante, el titulado y el indicador. En una reacción ácido-base, un indicador, como la fenolftaleína (el más común), cambia de color (incoloro a rosa) al detectar el cambio de pH. En este proceso, la base actúa como titulante y el ácido o la sustancia ácida es el titulado. (Rivera, s.f., p. 2)

Cuadro 13. Materiales, equipos y reactivos para determinar el % de acidez titulable en la harina y pudines de estudio

| Equipos y materiales    | Reactivos                                                       |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Soporte universal       |                                                                 |
| Bureta                  |                                                                 |
| Pipeta de 1 ml          |                                                                 |
| Vaso precipitado 100 ml | Hidróxido de sodio (NaOH)                                       |
| Matraces 100 ml         | Fenolftaleína (C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub> ) |
| Papel filtro            |                                                                 |
| Mortero y pilón         |                                                                 |

### Procedimiento para determinar el % de acidez titulable en las harinas de estudio

Diluir la muestra en proporción uno y uno, mezclando 1 g de muestra y 1 ml de agua destilada, luego triturar la muestra en un mortero y se filtra a través de un papel filtro o lana de algodón. A continuación, tomar 50 ml de solución y colocarlo en un vaso precipitado, añadiendo tres gotas de fenolftaleína. Luego, llenar una bureta de NaOH 0.1 N y procede a titular la muestra mientras se mantiene en agitación, hasta observar un color rosa pálido que persista por 30 segundos. Finalmente, registrar el volumen utilizado en la titulación para determinar el % de acidez titulable a través de la formula siguiente:

$$\% \text{ Ácidez } \left( \frac{m}{m} \right) = \frac{N * V_1 * \text{peso Eq}}{W * 1000} * 100$$

#### Donde:

N: Normalidad del agente valorante, solución de NaOH ( $\frac{\text{mEq}}{\text{ml}}$  o N)

V<sub>1</sub>: Volumen consumido del agente valorante, solución de NaOH (ml)

peso Eq = Peso equivalente del ácido predominante (64.04 = 0.064) ( $\frac{\text{mg}}{\text{mEq}}$ )

W: Peso de la muestra (g)

1000 = Factor de conversión de los mg a g ( $\frac{\text{mg}}{\text{g}}$ )

#### 4.2.8. Determinación de pH de las harinas en estudio

Gutiérrez et al. (2021), describen que:

En la mayoría de los procesos industriales el control de los niveles de pH que presentan los productos o soluciones elaborados es un factor importante. Su medición se emplea normalmente como indicador de calidad, por lo que su regulación no puede ni debe pasar desapercibida. Los valores de pH en los alimentos van desde el uno al 14, y se considera el siete como valor neutro. Si el nivel de pH en un alimento es superior a 7, se dice que este es alcalino; en cambio, un valor inferior a siete indica un alimento ácido. (pp. 2-3)

Según Gutiérrez et al. (2021) "Existen dos métodos principales para determinar el pH: El uso de potenciómetro o pH-metro, y el empleo de papel indicador de pH" (p. 3).

Cuadro 14. Equipos, materiales y reactivos utilizados para determinar el pH de la harina de gandul

| Equipos              | Materiales                   | Reactivos          |
|----------------------|------------------------------|--------------------|
|                      | Beaker 50 ml                 |                    |
|                      | Papel toalla                 |                    |
| Balanza analítica    | Papel filtro                 | Agua destilada     |
| pH-metro ORION VERSA | Varilla de agitación         | Solución buffer pH |
| STAR PRO             | Hoja de recolección de datos |                    |

#### **Procedimiento para determinar el pH de la harina en estudio**

Para calibrar el potenciómetro, se debe utilizar agua destilada o soluciones Buffer (4 y/o 7). En un beaker, disolver 10 g de muestra en 50 ml de agua destilada, agitando constantemente hasta obtener una mezcla homogénea. Luego, filtrar la solución para eliminar los restos de muestra sólida. Después, sumergir el electrodo en la muestra y, tras unos minutos, realizar la medición del pH. Finalmente, anotar el valor que indique el potenciómetro.

#### **4.2.9. Determinación de % de proteína de las harinas en estudio**

Gonzales (2023) describe que:

El Método Kjeldhal, es el más usado para el análisis de proteínas mediante la determinación del nitrógeno orgánico. En esta técnica se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total se convierte mediante esta digestión en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con una base y se destila posteriormente. El resultado del análisis es una buena aproximación del contenido de proteína cruda del alimento.

Cuadro 15. Materiales y equipos utilizados para la elaboración de pudines

| <b>Materiales y utensilios</b> | <b>Equipos</b>                                                                     |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Panas plásticas                |                                                                                    |
| Bandejas para hornear          | Horno BLACK & DECKER eléctrico de tamaño medio de acero inoxidable, portátil, 220v |
| Moldes para cupcakes           |                                                                                    |
| Capacillos                     | Batidora de mano, marca HAND MIXER                                                 |
| Papel toalla                   | Balanza de precisión digital KERN EOK                                              |
| Bolsas ziploc                  | para realizar pesajes en kg                                                        |
| Hoja de recolección de datos   |                                                                                    |

Cuadro 16. Formulación para desarrollar los pudines a base de harina de gandul y harina de trigo

| <b>Insumos</b>      | <b>Formulación D<br/>HG 45% y HT 55%</b> | <b>Formulación E<br/>HG 35% y HT 65%</b> | <b>Formulación F<br/>HG 28 % y HT 72%</b> |
|---------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Harina de trigo     | 16                                       | 19                                       | 21                                        |
| Harina de gandul    | 13                                       | 10                                       | 8                                         |
| Azúcar              | 29                                       | 29                                       | 29                                        |
| Margarina           | 9                                        | 9                                        | 9                                         |
| Leche               | 29                                       | 29                                       | 29                                        |
| Huevo               | -                                        | -                                        | -                                         |
| Polvo de hornear    | 3                                        | 3                                        | 3                                         |
| Esencia de vainilla | 0.7                                      | 0.7                                      | 0.7                                       |
| Sal                 | 0.3                                      | 0.3                                      | 0.3                                       |
| <b>TOTAL</b>        | <b>100 %</b>                             | <b>100 %</b>                             | <b>100 %</b>                              |

### **4.3. Recolección de datos**

Los datos fueron recolectados mediante una evaluación sensorial de los pudines elaborados a partir de la sustitución de harina de trigo por harina de gandul. A los participantes se les proporciono un formato con una escala hedónica de cinco puntos, que les permitió expresar su grado de satisfacción con respecto a las características organolépticas de los pudines, como color, olor, sabor, apariencia y textura.

#### **4.3.1. Muestra**

Al respecto, Manfugás (2007):

Describe que el número de jueces que se recomienda emplear debe ser mayor de 80, generalmente entre 100 y 150, aunque mientras mayor cantidad se emplee se logra una mejor representatividad de la población. Pueden utilizarse de 25 a 30 jueces sólo si el resultado es a nivel de laboratorio. (Citado por González, 2024, p. 23)

#### **4.3.2. Población**

La población en estudio estuvo compuesta principalmente por estudiantes y maestros de la carrera de Ingeniería en Agroindustria de los Alimentos, cuyas edades oscilaban entre los 16 y 53 años. La elección de esta población permitió obtener una evaluación sensorial más enriquecida dada su conexión directa con el área de estudio.

#### **4.3.3. Procedimiento para llevar a cabo la evaluación sensorial**

La evaluación se realizó en un ambiente controlado, caracterizado por un ambiente neutral, con temperatura agradable, buena iluminación, sin ruidos ni olores. A los evaluadores se les entrego tres muestras, cada una debidamente codificada para facilitar su diferenciación durante el proceso de evaluación. Además, se les explico detalladamente la dinámica a seguir para completar el formato de evaluación, asegurando que comprendieran el proceso antes de comenzar.

#### **4.3.4. Análisis de los datos**

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial se organizaron en una base de datos creada en el programa de Excel. Posteriormente, los datos fueron procesados en el programa InfoStat versión estudiantil, donde se aplicaron pruebas estadísticas para determinar las diferencias significativas entre las muestras evaluadas.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de esta investigación sobre la evaluación de pudines elaborados con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul, se realizaron pruebas para determinar las características fisicoquímicas de las harinas en estudio para cumplir con los objetivos planteados.

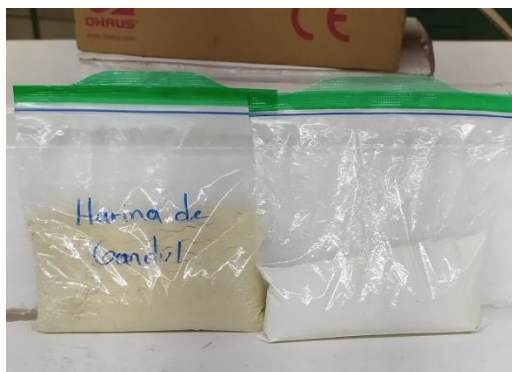


Figura 5. Harinas en estudio. Fuente: Propia



Figura 4. Cristalería utilizada en la determinación de las características fisicoquímicas de las harinas en estudio. Fuente: Propia

### 5.1. Determinación del % de humedad en las harinas en estudio

El % de humedad y proteínas de las harinas en estudio cumplió con los parámetros establecidos en la Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07 para Harinas de trigo Fortificadas que establece un porcentaje de humedad de 15.5% (Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria [IPSA], 2017, p. 5).

Cuadro 17. % de acidez titulable, % de humedad y pH establecido por el Codex Alimentarius para harina de trigo 152-1985

| Parámetros en harina | Codex Alimentarius |
|----------------------|--------------------|
| pH                   | 6.0 - 6.8          |
| % Humedad            | 15.5 %             |
| % Acidez titulable   | 0.2 – 0.3 %        |

Fuente: González (2024, p. 29)

## 5.2. Resultados de la determinación del % de humedad en la harina de gandul

Peso del crisol + Muestra de harina de gandul = Peso del crisol más la muestra húmeda - Peso del crisol con la muestra seca = gr de agua evaporada de la muestra

$$31.9 + 5 \text{ gr} = 36.9 \text{ gr} - 33.2 \text{ gr} = 3.7 \text{ gr}$$

$$\textbf{Humedad} (\%) = \frac{(W_o - W_f)}{W_f} * 100$$

Donde:

Wo = Peso inicial de la muestra con crisol

Wf= Peso final de la muestra con crisol

$$\textbf{Humedad} (\%) = \frac{(36.9 - 33.2)}{33.2} * 100$$

$$\textbf{Humedad} (\%) = 11.1 \%$$



Figura 6. Determinación del % de humedad de las harinas en estudio. Fuente: Propia

La harina de gandul se encuentra por debajo del % de humedad de la harina de trigo, lo que indica que esta harina tiene una mayor capacidad de absorción de agua, además al presentar un menor % de humedad es beneficioso para su almacenamiento dado que, esto podría reducir la actividad microbiana y enzimática lo que permite alargar su vida útil. De manera complementaria, en el estudio de Benites y Villanueva (2020), se evaluó la sustitución parcial

de harina de trigo por harina de lentejas (gandul) en la elaboración de galletas, donde se caracterizaron las harinas en función de parámetros fisicoquímicos. Entre ellos el % de humedad el cual dio como resultado un valor de 12.1 %, lo que indica que los resultados obtenidos en nuestro estudio se encuentran dentro del rango de aceptación.

### 5.3. Resultados de la determinación del % de humedad en la harina de trigo

Peso del crisol + Muestra de harina de trigo = Peso del crisol más la muestra húmeda - Peso del crisol con la muestra seca = gr de agua evaporada de la muestra

$$31.9 + 5 \text{ gr} = 36.9 \text{ gr} - 32.5 \text{ gr} = 4.4 \text{ gr}$$

$$\textbf{Humedad} (\%) = \frac{(W_o - W_f)}{W_f} * 100$$

Donde:

W<sub>o</sub> = Peso inicial de la muestra con crisol

W<sub>f</sub> = Peso final de la muestra con crisol

$$\textbf{Humedad} (\%) = \frac{(36.9 - 32.5)}{32.5} * 100$$

$$\textbf{Humedad} (\%) = 13.5 \%$$

La NTON 03 037-07/ RTCA 67.01.15:07 para la harina de trigo fortificada establece un porcentaje de humedad que no debe de exceder el 15,5% por lo tanto, el resultado obtenido en esta investigación está ligeramente por debajo del límite señalado, es decir, que se encuentra dentro del parámetro establecido en dicha normativa.

### 5.4. Determinación del pH de las harinas en estudio

Cuadro 18. Resultados de pH de las harinas

| Parámetro | Harina de gandul | Harina de trigo | Método                   |
|-----------|------------------|-----------------|--------------------------|
| Ph        | 6.8              | 6.5             | Potenciómetro o pH-metro |



Figura 7. Resultado de la determinación del pH de la harina de garbanzo. Fuente: Propia



Figura 8. Resultado de la determinación del pH de la harina de trigo. Fuente: Propia

En el estudio de García et al, 2020; se obtuvo y se caracterizó la harina de garbanzo y algarroba como fuentes alternativas de proteína y vitamina A, se realizaron análisis físicoquímicos para las harinas siendo el pH de la harina de garbanzo de 6.57; por tanto, nuestro resultado para el pH se encuentra dentro del rango de aceptación. El pH es ligeramente ácido, lo que contribuye a inhibir microorganismos no deseados alargando así, la vida útil de la harina.

### 5.5. Determinación de acidez titulable de las harinas en estudios

Para determinar la acidez titulable, se utiliza la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Ácido} = \frac{N * V_1 * \text{peso Eq}}{W * 1000} * 100$$

Donde:

N: Normalidad del agente valorante, solución de NaOH ( $\frac{\text{mEq}}{\text{ml}}$  o N)

V<sub>1</sub>: Volumen consumido del agente valorante, solución de NaOH (ml)

peso Eq = Peso equivalente del ácido predominante (64.04 = 0.064) ( $\frac{\text{mg}}{\text{mEq}}$ )

W: Peso de la muestra (g)

1000 = Factor de conversión de los mg a g ( $\frac{\text{mg}}{\text{g}}$ )

### 5.6. Determinación de acidez titulable de la harina de gandul

$$\% \text{ Ácidez } \left( \frac{m}{m} \right) = \frac{0.01 * 1.2 * 0.064}{10} * 100$$

$$\% \text{ Ácidez total} = 0.00768$$

### 5.7. Determinación de acidez titulable de la harina de trigo

Para determinar la acidez titulable, se utiliza la formula siguiente:

$$\% \text{ Ácidez } \left( \frac{m}{m} \right) = \frac{N * V_1 * \text{peso Eq}}{W * 1000} * 100$$

Donde:

N: Normalidad del agente valorante, solución de NaOH ( $\frac{\text{mEq}}{\text{ml}}$  o N)

V<sub>1</sub>: Volumen consumido del agente valorante, solución de NaOH (ml)

peso Eq = Peso equivalente del ácido predominante ( $64.04 = 0.064$ ) ( $\frac{\text{mg}}{\text{mEq}}$ )

W: Peso de la muestra (g)

1000 = Factor de conversión de los mg a g ( $\frac{\text{mg}}{\text{g}}$ )

$$\% \text{ Ácidez } \left( \frac{m}{m} \right) = \frac{0.01 * 0.5 * 0.064}{10} * 100$$

$$\% \text{ Ácidez total} = 0.0032$$

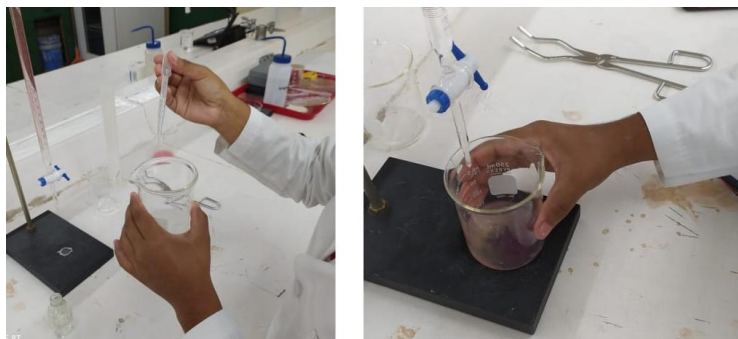


Figura 9. Determinación del % de acidez titulable de las harinas en estudio. Fuente: Propia

Según Gonzales (2024), en su estudio se determinaron análisis de acidez titulable para la harina de frijol y harina de trigo dando como resultados de 0.0032% y 0.01472%, de este modo, los resultados obtenidos en nuestra investigación están dentro de los límites aceptables establecidos por los estándares de calidad para las harinas.

### **5.8. Determinación de proteínas de la harina de gandul**

Este análisis se realizó en el laboratorio LABSA de la Universidad Nacional Agraria, donde se determinó el % Total de Nitrógeno para posterior convertir este valor en contenido proteico.

En el estudio de García et al. (2012) se determinó el % de proteína en la harina de granos de quinchoncho (gandul), utilizando un factor de conversión de 6.25, el cual permitió transformar la cantidad de nitrógeno presente en la muestra en un valor equivalente a su contenido proteico.

$$\% \text{ Proteína} = N * 6.25$$

Donde:

N: Contenido de nitrógeno presente en la muestra

6.25: Factor de conversión

$$\% \text{ Proteína} = 3.37 * 6.25$$

$$\% \text{ Proteína} = 21.06 \%$$

García et al. (2012) reportaron un contenido proteico de 19.92 % de la harina de gandul. En nuestra investigación se obtuvo un valor ligeramente superior, con un 21.06 % de proteína en la harina de gandul utilizada para la elaboración de pudines. Este contenido de proteína confirma que la harina de gandul contribuye una excelente fuente de proteínas vegetal.

### **5.9. Determinación de proteínas de la harina de trigo**

Para convertir el % Total de Nitrógeno a proteínas presente en la harina de trigo se tomó en cuenta el factor de conversión estándar que establece la NTON 03 037-07, para harina de trigo fortificada.

$$\% \text{ Proteína} = N * 5.7$$

Donde:

N: Contenido de nitrógeno presente en la muestra

5.7: Factor de conversión

$$\% \text{ Proteína} = 2.31 * 5.7$$

$$\% \text{ Proteína} = 13.16 \%$$

Según la NTON 03 037:06, la harina de trigo fortificada debe poseer al menos un 7 % de proteína. En el caso de la harina evaluada, se obtuvo un 13.16 %, lo que indica que se trataba de una harina fortificada.

Cuadro 19. Resultado del contenido de proteína en diferentes proporciones de inclusión de harina de harina de trigo y harina de gandul

| Muestras         | Contenido de proteína (%) |
|------------------|---------------------------|
| Harina de Trigo  | 13.16                     |
| Harina de Gandul | 21.06                     |

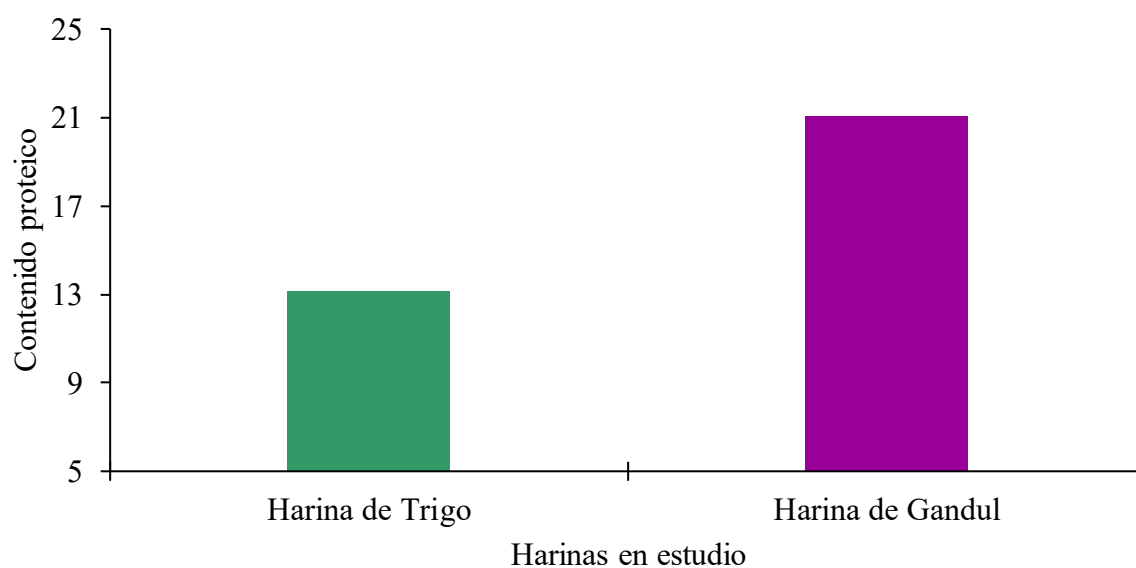


Figura 10. Contenido proteico de las harinas en estudio

### **5.10. Determinación del contenido de proteína en diferentes proporciones de inclusión de harina de trigo y harina de gandul**

Cuando no se dispone de un factor de conversión específico para algunos tipos de muestras, resulta necesario calcular un valor apropiado que permita estimar con mayor precisión el porcentaje de proteína (Gavidia-Valencia et al., 2020).

#### **Determinación del Factor de Conversión de Nitrógeno a Proteína en mezclas de harinas**

“El contenido de proteína en un alimento se estima multiplicando el contenido de nitrógeno por un factor de conversión, generalmente establecido en 6.25. Este factor histórico supone que el contenido de nitrógeno de las proteínas es del 16%” (Gavidia-Valencia et al., 2020, p.706). Esta relación es utilizada para fuentes de proteína genéricas, sin embargo, en investigaciones previas se ha demostrado que este valor podría variar según la fuente proteica, por esta razón existen factores específicos como es el caso de la harina de trigo que su factor de conversión es de 5.70, y para leguminosas, es de 6.25 (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2014).

Cuando se trabaja con mezclas de harinas no basta con usar un único factor de conversión. Lo más apropiado es calcular un valor ponderado que, a su vez tome en cuenta la proporción de cada ingrediente en la formula y su factor de conversión individual. Lo que permite obtener un factor más representativo de la mezcla. La fórmula general puede expresarse así:

$$F_{mezcla} = \sum (Pi * Fi)$$

Donde:

*Pi*: Porcentaje de cada harina en la mezcla

*Fi*: Factor de conversión específico de cada harina

#### **Determinación del factor de conversión del Tratamiento D (45/55 %)**

$$F_{mezcla} = \sum (Pi * Fi)$$

Donde:

*Pi*: Porcentaje de cada harina en la mezcla

*Fi*: Factor de conversión específico de cada harina

$$F_{mezcla} = (0.45 * 6.25) + (0.55 * 5.7)$$

$$F_{mezcla} = 5.94$$

#### **Determinación del % de proteína para el tratamiento D (45/55 %)**

$$\% Proteina = N * 5.94$$

Donde:

N: Contenido de nitrógeno presente en la muestra

5.94: Factor de conversión

$$\% Proteina = 1.26 * 5.94$$

$$\% Proteina = 7.48\%$$

#### **Determinación del factor de conversión del Tratamiento E (35/65 %)**

$$F_{mezcla} = \sum (Pi * Fi)$$

Donde:

$Pi$ : Porcentaje de cada harina en la mezcla

$Fi$ : Factor de conversión específico de cada harina

$$F_{mezcla} = (0.35 * 6.25) + (0.65 * 5.7)$$

$$F_{mezcla} = 5.88$$

#### **Determinación del % de proteína para el Tratamiento E (35/65 %)**

$$\% Proteina = N * 5.88$$

Donde:

N: Contenido de nitrógeno presente en la muestra

5.88: Factor de conversión

$$\% Proteina = 2.90 * 5.88$$

$$\% Proteina = 17.05 \%$$

### **Determinación del factor de conversión del Tratamiento F (28/72 %)**

$$F_{mezcla} = \sum (Pi * Fi)$$

Donde:

*Pi*: Porcentaje de cada harina en la mezcla

*Fi*: Factor de conversión específico de cada harina

$$F_{mezcla} = (0.28 * 6.25) + (0.72 * 5.7)$$

$$F_{mezcla} = 5.85$$

### **Determinación del % de proteína para el Tratamiento F (28/72 %)**

$$\% Proteina = N * 5.85$$

Donde:

N: Contenido de nitrógeno presente en la muestra

5.85: Factor de conversión

$$\% Proteina = 2.65 * 5.85$$

$$\% Proteina = 15.5 \%$$

En investigaciones previas, como la tesis de Caldas y Tingo (2021), se reportó que, al sustituir un 30 % de harina de trigo por harina de frejol de palo (gandul) y mantener un 70 % de harina de trigo en la elaboración de galletas, el contenido proteico alcanzo un 13,32±0,28 %. Este resultado evidencia como la incorporación de harinas de leguminosas puede mejorar de manera significativa el valor nutricional de productos de panificación. En el presente estudio, orientado a la elaboración de pudines con sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul, no se llevaron a cabo análisis de proteínas, la comparación con el trabajo citado permite plantear que podrían obtenerse resultados semejantes o incluso superiores, dado que el gandul es una leguminosa con elevado contenido proteico. Esta relación sugiere que, de realizarse dichos análisis, los pudines podrían presentar un aporte nutricional comparable al de las galletas elaboradas en el estudio de referencia, lo que afirma que la harina de gandul es un ingrediente potencial como alternativa a un alimento funcional que puede incrementar el valor proteico en productos panificables.

Cuadro 20. Resultados de los análisis Fisicoquímicos de las harinas en estudio

| Parámetros            | Harina de gandul | Harina de trigo | Método      |
|-----------------------|------------------|-----------------|-------------|
| pH                    | 6.8              | 6.5             | pH-metro    |
| % Humedad             | 11.1 %           | 13.5 %          | AOAC 925.09 |
| % Acidez<br>titulable | 0.00768 %        | 0.0032 %        | AOAC 942.15 |
| % Proteína            | 21.06 %          | 13.16 %         | Kjeldhal    |

Cabe destacar que las harinas leguminosas tienen una composición química diferente a las harinas de cereal, incluyendo fibra, almidones, otros carbohidratos y compuestos bioactivos. Como se muestra en el cuadro 21 el tratamiento D (45/55 %) con mayor porcentaje de harina de gandul, presenta menor contenido proteico (7.48 %) en comparación con los otros tratamientos (E: 35/65 %, F: 28/72 %) donde el porcentaje de harina de gandul utilizado es menor, es posible que, al aumentar la proporción de harina de gandul, se estén introduciendo otros componentes que, aunque no afectan directamente la cantidad de proteína, puedan diluir su concentración relativa o afectar la forma en que interactúa con la harina de trigo. En este caso el tratamiento E (35/65 %) presento un mayor contenido de proteína con 17.05 %, seguidamente el tratamiento F (28/72 %) con 15.5 %, la diferencia en cuanto al contenido proteico entre los tratamientos con mayor y menor proporción de harina de gandul es considerablemente notable (ver figura 11).

De acuerdo con Pariona (2024) expresa que: "Aunque el contenido proteico del gandul puede ser alto, la harina entera contiene fibra y ceniza que disminuyen el porcentaje total de proteína en mezclas". Cuando se mezcla con harina trigo (que tiene menos fibra), esos compuestos pueden diluir la concentración relativa de proteína total en la mezcla.

En el estudio de Cabrera-Mera et al. (2023) reportaron efectos similares al sustituir harina de trigo por harina de chocho, observando una disminución proteica proporcional al nivel de sustitución, lo que refuerza que el reemplazo con harinas leguminosas puede alterar la concentración relativa de proteínas funcionales en productos horneados.

En el estudio de Miquilena e Higuera (2012) se señala que:

Aunque no se realizó un análisis de aminoácidos, el alto contenido de lisina representa un atributo probablemente más importante que el contenido de proteína total ya que son potencialmente utilizadas como complemento en alimentos convencionales, especialmente en aquellos con déficit de este aminoácido, como es el caso de los cereales.

Es decir que los aminoácidos no solo son claves para la nutrición humana, sino que también contribuyen al sabor, color, textura y calidad de los alimentos.

Cuadro 21. Resultados del contenido de proteína en diferentes proporciones de mezcla de harina de trigo y harina de gandul

| Muestras                                        | Contenido de proteína (%) |
|-------------------------------------------------|---------------------------|
| D: 45 % Harina de gandul + 55 % Harina de trigo | 7.48                      |
| E: 35 % Harina de gandul + 65 % Harina de trigo | 17.05                     |
| F: 28 % Harina de gandul + 72 % Harina de trigo | 15.5                      |

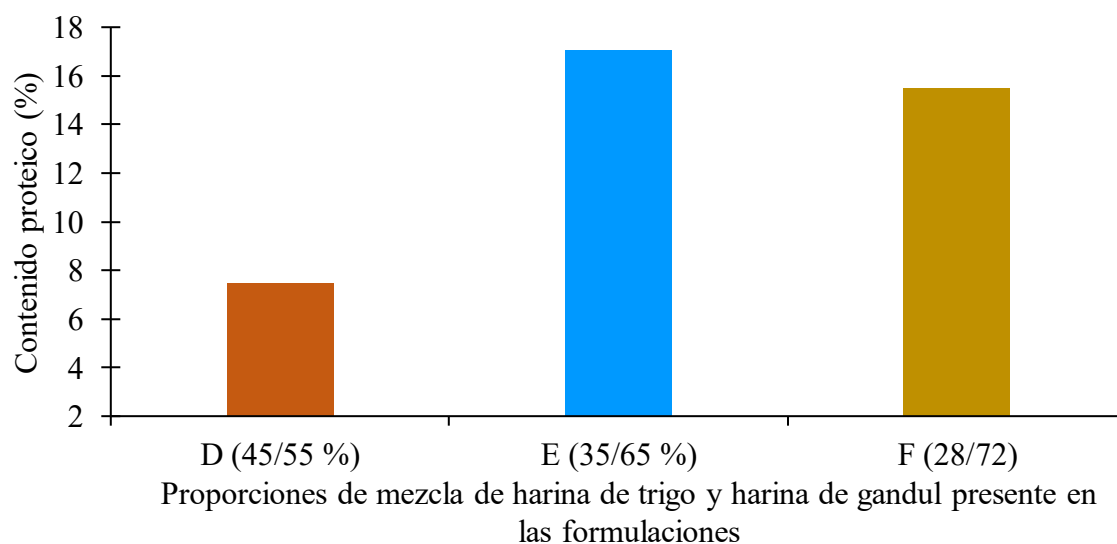


Figura 11. Contenido de proteína en las diferentes proporciones de inclusión de harina de trigo y harina de gandul en la elaboración de pudines

Los resultados obtenidos del análisis comparativo del valor proteico en las distintas formulaciones de pudines, destacó el tratamiento E (35/65 %) como el más adecuado, dado que presento un valor proteico superior en comparación a los demás. Esto evidencia que incluir dicha proporción de harina, permite optimizar el valor nutricional sin comprometer las propiedades sensoriales del producto final. Es por ello por lo que esta formulación se convierte en la opción preferente para desarrollar alimentos con mayor aporte proteico y calidad nutricional mejorada.

### 5.11. Análisis sensorial de los pudines

La variable independiente del estudio fueron los pudines con tres distintas formulaciones, elaborados a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandum y la variable dependiente fueron las características organolépticas de los pudines, donde se determinaron a través de un panel sensorial con 30 evaluadores no entrenados, los cuales llenaron un formato que contenía una la escala hedónica de cinco puntos, en el cual, cada número describía el grado de aceptación (uno, me disgusta mucho; dos, me disgusta moderadamente; tres, no me gusta ni me disgusta; cuatro, me gusta moderadamente y cinco, me gusta mucho), esto nos permitió conocer que tratamiento tenía una mayor aceptación en cuanto a las características sensoriales de los pudines desde la percepción de los panelistas.

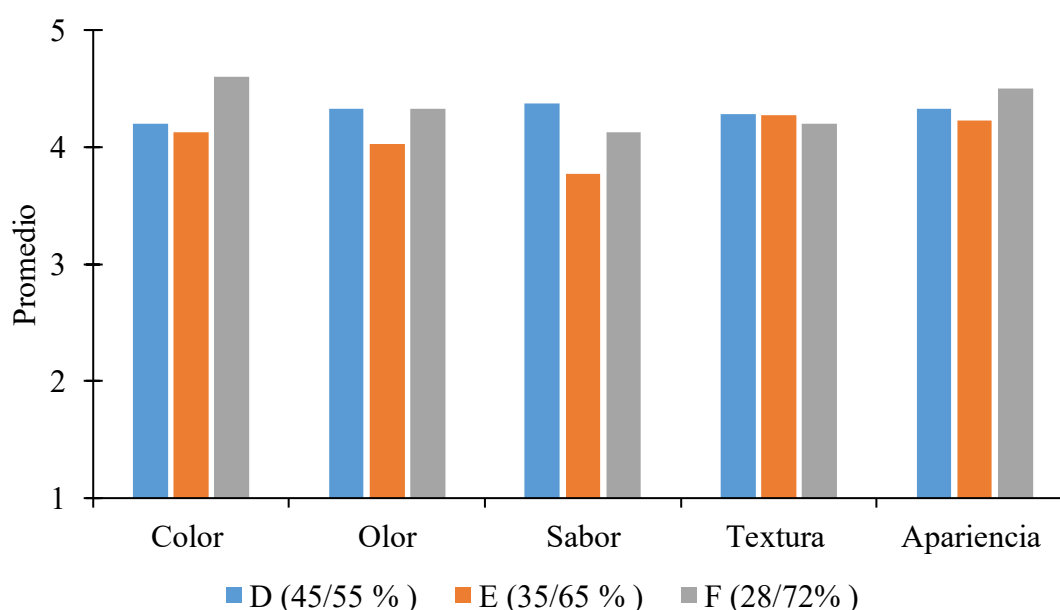


Figura 12. Valoración de media de los tratamientos

Con los 30 evaluadores que cumplieron con los requisitos para participar, se llevó a cabo la evaluación sensorial, luego, con esta información se creó una base de datos en el programa Microsoft Excel. En la figura 12, se logra apreciar las medias con mayor valoración según sus atributos, de acuerdo con cada formulación de pudines, obteniendo como resultado que no se encontraron diferencias en las tres formulaciones (D 45/55 %, E 35/65 %, y F 28/72 %) en cuanto a las características del olor, textura y apariencia, sin embargo, para el sabor la formulación D 45/55 % tuvo una mejor valoración y para el atributo del color, la formulación F 28/72 % fue más agradable para los panelistas.

### **5.12. Valoración de las características organolépticas de los pudines**

Se realizó una evaluación sensorial de distintas formulaciones de pudines con sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul, con la participación de 30 evaluadores. El objetivo principal fue analizar las características sensoriales de los productos en términos de olor, color, sabor, textura y apariencia. Para ello se empleó un análisis de varianza y de comparación de medias, con el fin de identificar posibles diferencias significativas entre las formulaciones.

### **5.13. Análisis de varianza de la evaluación sensorial de los pudines**

Para determinar el impacto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul en la elaboración de pudines, se realizó un análisis de varianza. Se estableció un nivel de confianza del 95% ( $P \leq 0.05$ ), donde se compararon los distintos tratamientos en cuanto a las características organolépticas (color, olor, sabor, textura y apariencia).

#### **5.13.1. Evaluación de color de las muestras con diferentes niveles de inclusión de harina de gandul**

En el ANDEVA realizado, se identificaron diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas con un nivel de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ). Como se muestra en el cuadro 20, el p valor obtenido indica que las formulaciones tuvieron una influencia significativa (0.0299) en la percepción de los panelistas.

Cuadro 22. Análisis de varianza de la variable color (SC Tipo III)

|             | <b>N</b>  | <b>R<sup>2</sup></b> | <b>R<sup>2</sup> Aj</b> | <b>CV</b> |                 |
|-------------|-----------|----------------------|-------------------------|-----------|-----------------|
|             | 90        | 0.08                 | 0.06                    | 16.77     |                 |
| <b>F.V</b>  | <b>SC</b> | <b>GI</b>            | <b>CM</b>               | <b>F</b>  | <b>p- valor</b> |
| Modelo      | 3.82      | 2                    | 1.91                    | 3.66      | 0.0299          |
| Formulación | 3.82      | 2                    | 1.91                    | 3.66      | 0.0299          |
| Error       | 45.47     | 87                   | 0.52                    |           |                 |
| Total       | 49.29     | 89                   |                         |           |                 |

Para comprobar las diferencias observadas se realizó una prueba de comparación de medias utilizando la prueba de Tukey. El resultado de la evaluación sensorial se puede inferir que, en general, los diferentes tratamientos tienen buena aceptación para los atributos evaluados siendo la formulación F (28/72 %) la que mostro el color más aceptable por los panelistas, con un promedio de 4.6 en la escala de evaluación (Ver figura 13). Esto nos permitió identificar que formulación o formulaciones presentan diferencias significativas en sus medias en cuanto a la percepción sensorial.

Esta misma prueba (Tukey) también identifico que las formulaciones F (28/72 %) y D (45/55 %) no presentan diferencias significativas entre sí, Sin embargo, el tratamiento F (28/72 %) es superior en comparación al resto de los tratamientos, teniendo una mayor aceptación de parte de los panelistas con un valor de 4.6 en la escala hedónica.

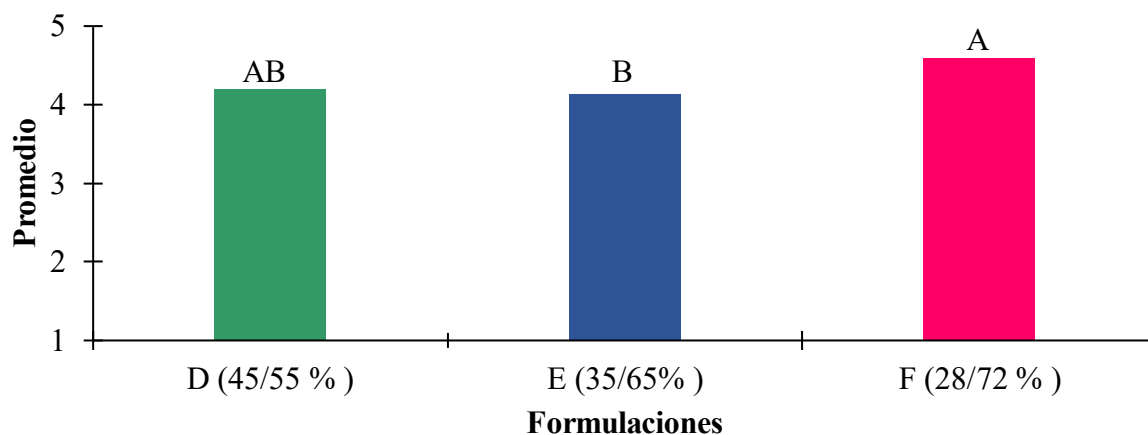


Figura 13. Percepciones de los panelistas con respecto al color de las diferentes formulaciones evaluadas

### 5.13.2. Evaluación del olor de las muestras con diferentes niveles de inclusión de harina de gandul

En el análisis de varianza realizado (ANDEVA), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con un nivel de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ). A continuación, se muestra (ver cuadro 23) que el p-valor (0.2897) obtenido indica que, no existen diferencias estadísticamente significativas en el olor entre las formulaciones, según la percepción de los panelistas.

Cuadro 23. Análisis de varianza de la variable olor (SC Tipo III)

|             | N     | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |          |
|-------------|-------|----------------|-------------------|-------|----------|
|             | 90    | 0.03           | 0.01              | 19.99 |          |
| F.V         | SC    | gl             | CM                | F     | p- valor |
| Modelo      | 1.80  | 2              | 0.90              | 1.26  | 0.2897   |
| Formulación | 1.80  | 2              | 0.90              | 1.26  | 0.2897   |
| Error       | 62.30 | 87             | 0.72              |       |          |
| Total       | 64.10 | 89             |                   |       |          |

Para confirmar los resultados encontrados en el ANDEVA sobre la evaluación de los pudines en cuanto al olor, se aplicó una prueba de comparación de medias empleando el test de Tukey, el cual, nos permitió conocer, si existía o no diferencias significativas entre los tratamientos y su impacto en la evaluación sensorial.

Estos resultados indican que, las diferentes formulaciones tienen un alto grado de aceptación, es decir, la sustitución de harinas no afectó de manera relevante el atributo evaluado, por lo cual, las tres formulaciones tuvieron medias muy similares, donde la formulación D (45/65 %) y F (28/72 %) obtuvieron un valor de 4.33 y la formulación E (35/65 %) obtuvo una media ligeramente menor (4.03), sin embargo, la diferencia estadística no es lo suficientemente grande como para considerarse significativa, es decir, que a la impresión sensorial de los evaluadores el olor fue agradable. (Ver figura 14)

A pesar de que los panelistas evaluaron pudines con diferentes combinaciones de harinas, las variaciones en el olor que pudieron haber percibido fueron pequeñas o no suficientemente consistentes independientemente del porcentaje de harina de gandul usado.

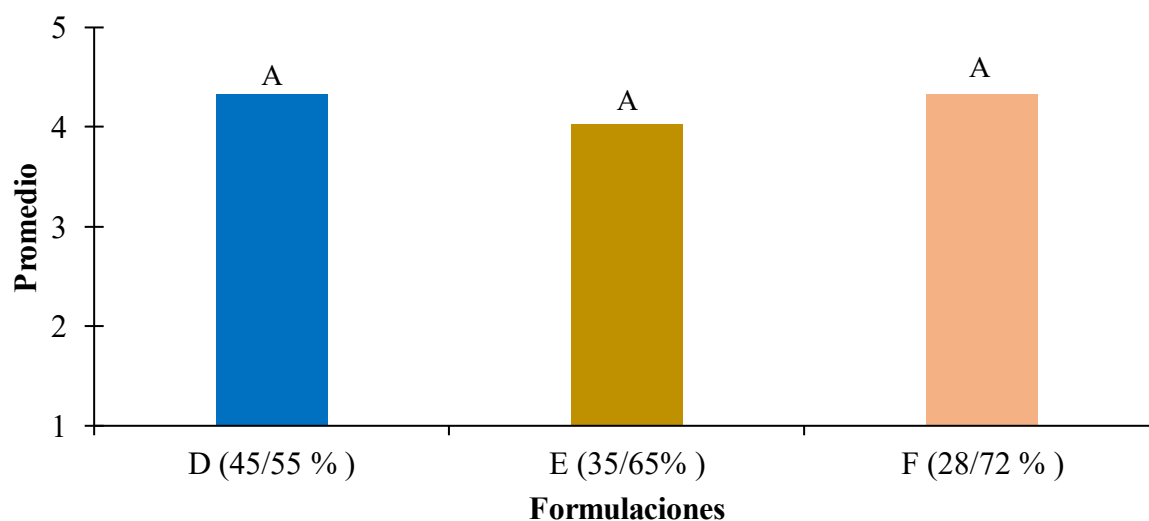


Figura 14. Percepciones de los panelistas con respecto al olor de las diferentes formulaciones evaluadas

### 5.13.3. Evaluación de sabor de las muestras con diferentes niveles de inclusión de harina de gandul

En el ANDEVA realizado se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con un nivel de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ). Como se muestra en el cuadro 24, el p-valor obtenido indica que las formulaciones presentaron diferencias estadísticamente significativas (0.0276), teniendo un impacto sobre la percepción del sabor según los panelistas.

Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable sabor (SC Tipo III)

|             | N     | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |          |
|-------------|-------|----------------|-------------------|-------|----------|
|             | 90    | 0.08           | 0.06              | 20.94 |          |
| F.V         | SC    | gl             | CM                | F     | p- valor |
| Modelo      | 5.49  | 2              | 2.74              | 3.74  | 0.0276   |
| Formulación | 5.49  | 2              | 2.74              | 3.74  | 0.0276   |
| Error       | 63.80 | 87             | 0.73              |       |          |
| Total       | 69.29 | 89             |                   |       |          |

Con el fin de comprobar las diferencias encontradas en la evaluación sensorial de las distintas formulaciones de los pudines, se llevó a cabo una prueba de comparación de medias utilizando el test de Tukey. Los resultados muestran que, en general las diferentes formulaciones presentan buena aceptación para el atributo evaluado (sabor), sin embargo, la formulación D (45/55 %) fue mejor evaluada y presentó un sabor más favorable a juicio de los panelistas.

Los resultados obtenidos en la prueba de Tukey identifico que, las formulaciones D (45/55 %) y F (28/72 %) son evaluadas de manera similar por los panelistas (ambas con un valor superior a cuatro en la escala hedónica), sin embargo, el tratamiento D (45/55 %) es superior en comparación al resto de los tratamientos, teniendo un sabor con mayor aceptación de parte de los panelistas, con un valor de 4.37 en la escala hedónica. (Ver figura 15)

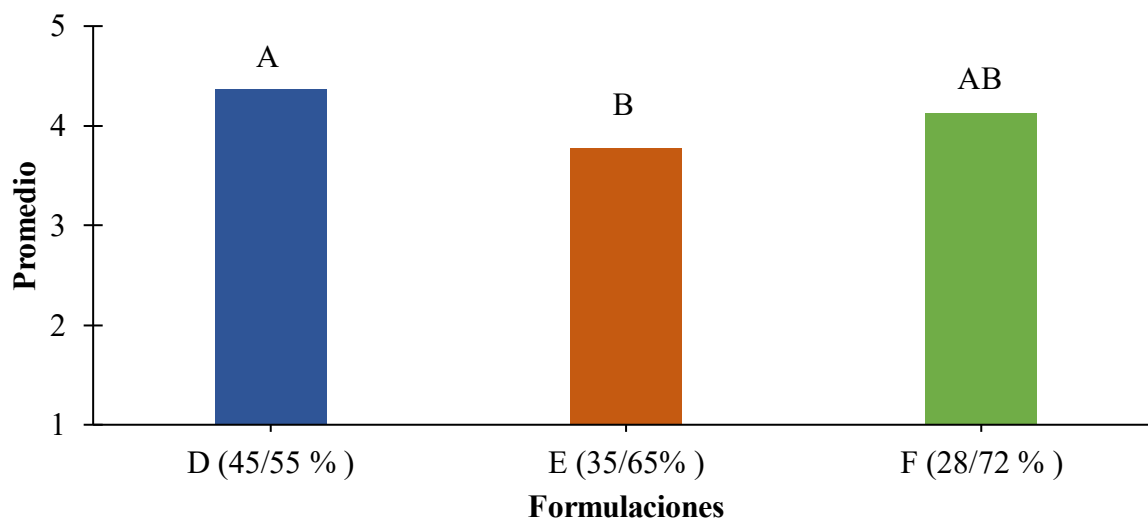


Figura 15. Percepciones de los panelistas con respecto al sabor de las diferentes formulaciones evaluadas.

#### 5.13.4. Evaluación de textura de las muestras con diferentes niveles de inclusión de harina de gandul

En el análisis de varianza, no se identificaron diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas con un nivel de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ). El p-valor obtenido indica que, desde el punto de vista de los panelistas, la textura de los pudines en los distintos tratamientos, no presentaron diferencias estadísticamente significativas (0.9322). (Ver cuadro 25)

Cuadro 25. Análisis de varianza para el atributo textura (SC Tipo III)

|             | N     | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |          |
|-------------|-------|----------------|-------------------|-------|----------|
|             | 89    | 1.6E-03        | 0.00              | 20.07 |          |
| F.V         | SC    | gl             | CM                | F     | p- valor |
| Modelo      | 0.10  | 2              | 0.05              | 0.07  | 0.9322   |
| Formulación | 0.10  | 2              | 0.05              | 0.07  | 0.9322   |
| Error       | 62.46 | 86             | 0.73              |       |          |
| Total       | 69.56 | 88             |                   |       |          |

El análisis de varianza (ANOVA) no mostro diferencias significativas, para confirmar este resultado se utilizó una prueba de comparación de medias, específicamente el test de Tukey, lo que nos permitió analizar y corroborar si existía o no diferencias entre las distintas formulaciones de pudines en cuanto a la textura.

Los resultados obtenidos del test de Tukey muestran que las tres formulaciones de pudin evaluadas (D 45/55 %, 35/65 % y F 28/72 %) en cuanto a su textura, presentan medias muy similares (4.28. 4.27 y 4.20), esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción de la textura entre ellas, a pesar de las distintas proporciones de harina de gandul utilizada no altero de forma significativa la textura del producto final. (Ver figura 16)

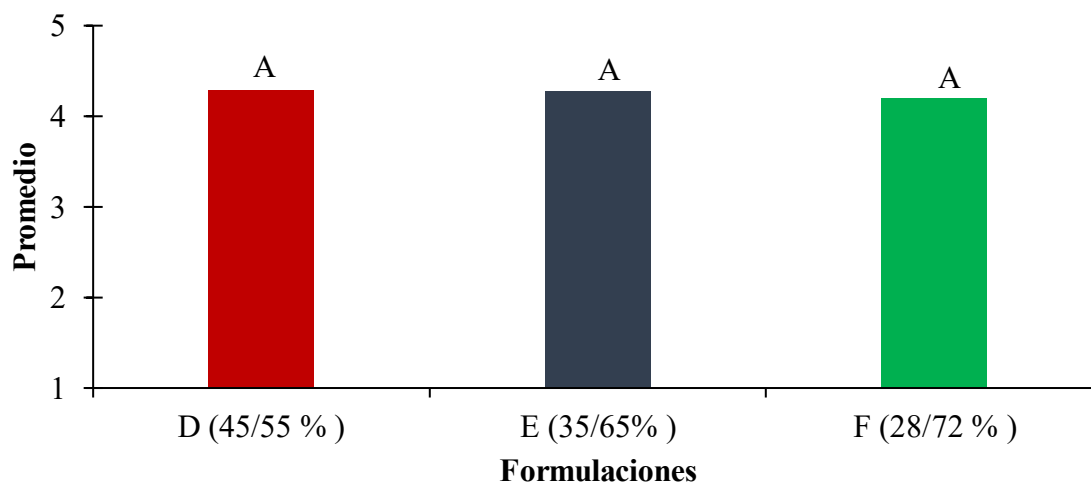


Figura 16. Percepciones de los panelistas con respecto a la textura de las diferentes formulaciones evaluadas

### 5.13.5. Evaluación de la apariencia de las muestras con diferentes niveles de inclusión de harina de gandul

Para determinar posibles diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ). Como se muestra en el cuadro 24, el p-valor obtenido (0.4662), indica que no existe diferencias significativas en el atributo de la apariencia entre las formulaciones, según la percepción de los panelistas.

Cuadro 26. Análisis de varianza de la variable apariencia (SC Tipo III)

|             | <b>N</b>  | <b>R<sup>2</sup></b> | <b>R<sup>2</sup> Aj</b> | <b>CV</b> |                 |
|-------------|-----------|----------------------|-------------------------|-----------|-----------------|
|             | 89        | 1.6E-03              | 0.00                    | 20.07     |                 |
| <b>F.V</b>  | <b>SC</b> | <b>gl</b>            | <b>CM</b>               | <b>F</b>  | <b>p- valor</b> |
| Modelo      | 1.09      | 2                    | 0.54                    | 0.77      | 0.4662          |
| Formulación | 1.09      | 2                    | 0.54                    | 0.77      | 0.4662          |
| Error       | 61.53     | 87                   | 0.71                    |           |                 |
| Total       | 62.62     | 89                   |                         |           |                 |

Dado que el análisis de varianza no mostro diferencias significativas en cuanto a la apariencia en las distintas formulaciones de pudin, se recurrió a una prueba de comparación de medias (test de Tukey) con el fin de comprobar de manera más detallada si existían diferencias sutiles entre las formulaciones que no fueron detectadas inicialmente. (Ver figura 15)

La prueba de Tukey aplicada al análisis sensorial de la apariencia de los pudines confirmó los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANOVA), indicando que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones D (45/55 %), E (35/65 %) y F (28/72 %), ya que todas obtuvieron medias similares (4.50, 4.33, 4.23) al momento de ser evaluadas. Estos resultados sugieren que, en general las diferentes formulaciones tienen buena aceptación a la percepción de los panelistas en cuanto a la apariencia de los pudines.

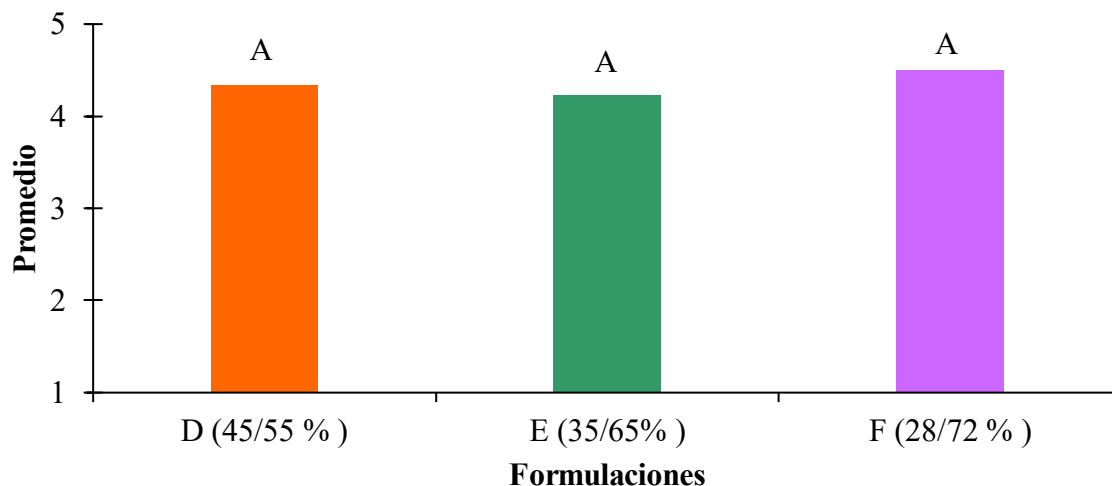


Figura 17. Percepciones de los panelistas con respecto al apariencia de las diferentes formulaciones evaluadas

#### 5.14. Resultados de la evaluación organolépticas de los pudines

El tratamiento D con 55 % de harina de trigo y 45 % de harina de gandul, presento un sabor más intenso, que a su vez fue el más agradable según la percepción de los evaluadores, ya que éste era más dulce, además, obtuvo el aroma más suave y atractivo, en cuanto al color fue ligeramente más oscuro en comparación a los demás tratamientos, lo cual puede estar relacionado con la tonalidad característica de la harina de gandul; en contraste a las otros tratamientos su textura fue un poco más cremosa y suave, esto podría deberse a la mayor presencia de fibra y proteínas presente en la harina de gandul, lo que contribuye a una textura un poco más densa; el tratamiento F con 72 % de harina de trigo y 28 % de harina de gandul obtuvo un color más claro, ya que este tratamiento es el que contenía menor cantidad de harina de gandul, es por ello que su tonalidad era más clara en comparación a las demás, y en cuanto a la apariencia los tres tratamientos fueron evaluados de manera similar, lo que indica que la harina de gandul no afecto de manera visual los pudines.

## VI. CONCLUSIONES

La harina de gandul cumplió con los parámetros fisicoquímicos (pH, % humedad y % acidez titulable) establecidos en el Codex Alimentarius para la harina de trigo 152-1985, donde especifica el límite máximo de cada uno de los parámetros, los cuales son: el pH debe ser inferior o igual 6.8, en cuanto al % de humedad no debe sobre pasar el 15.5 % y que la acidez titulable debe de ser menor a 0.3 %.

En cuanto al contenido de proteínas el análisis reveló que la harina de gandul, con un 21.06 % supera considerablemente el contenido proteico de la harina de trigo fortificada que contiene un 7% según lo descrito en la NTON 03 037-07/RTCA 67.01.15:07.

Los resultados estadísticos obtenidos mediante la evaluación sensorial de los pudines, elaborados con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul, al ser procesados los datos en el programa InfoStat versión estudiantil, se encontraron diferencias significativas en dos de los atributos sensoriales, los cuales son: el color, siendo la formulación F con un porcentaje de 28/72 %, es decir, la que menor cantidad de harina de gandul contenía en la formulación, ésta fue la más atractiva en cuanto a la percepción de los panelistas y en el sabor siendo la formulación con mayor porcentaje de harina de gandul (D 45/55 %) la que obtuvo la mayor media, oscilando en 4.37 en la escala hedónica de cinco puntos, siendo la más agradable para los panelistas en cuanto al sabor. Por otra parte, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los tratamientos en los atributos de olor, textura y apariencia, ya que sus medias fueron muy similares a la percepción de los panelistas.

Los resultados obtenidos sugieren que la harina de gandul tiene un gran potencial como ingrediente alternativo más nutritivo en la elaboración de productos alimenticios. La sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul, en proporciones iguales o inferiores al 35 %, permite incrementar el contenido proteico de los productos, mejorando así su valor nutricional.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Incorporar la harina de gandul en combinación con harina de trigo y otras harinas alternativas para la innovación, investigación y desarrollo de otros productos como panqueques, galletas saludables, empanadas, tortillas, snacks, etc.

Realizar análisis microbiológico de la harina de gandul y la harina de trigo, así como de la inclusión de estas harinas en sus respectivas formulaciones para la realización de los pudines. Comparándolos con los requisitos establecidos en la norma técnica obligatoria de panificación. (NTON 03 039-10).

Mejoras en el perfil nutricional de los pudines u otros productos incorporando la harina de gandul como un alimento funcional, optimizando los macronutrientes como proteínas, carbohidratos, mejoras en fibras, incremento de micronutrientes, control de grasa.

Realizar análisis del contenido proteico de los pudines elaborados con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de gandul, mediante el perfil de aminoácidos y digestibilidad, permitiendo relacionar el valor nutricional con la aceptabilidad sensorial del producto.

Realizar estudio de vida útil de los pudines empleando el método de las pruebas aceleradas u otros métodos que permitan su eficiencia y precisión en la estimación del deterioro fisicoquímico, microbiológico y sensorial.

Realizar un plan de negocio y calcular los costos de producción de pudines a base de harina de trigo y harina de gandul a escala de laboratorio, evaluando la viabilidad económica del producto y forjar su escalamiento hacia emprendimientos alimentarios sostenibles.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists). (1990). Ash of fluor: Direct method. Number 923.03-1923.  
[http://www.aoacofficialmethod.org/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=1190](http://www.aoacofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&products_id=1190)
- Bassett, M. N., Espejo, L., Rossi, A. M. y Sammán, N. C. (2020). Evaluación de la calidad proteica de harinas de legumbres con software MixProtLUNA: Aplicación en panes reducidos en sodio. *Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA*, (5), 38-44  
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/207337>
- Benites Arbulú, C. A. y Muñoz Villanueva, E. Y. (2020). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum spp) por harina de Lentejas (Cajanus cajan) en la elaboración de galletas para aumentar su valor nutritivo* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. Recuperado de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG\\_3fab5f2bd66b03ad7e489ec0ab8644ce/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG_3fab5f2bd66b03ad7e489ec0ab8644ce/Details)
- Bustillos Banda, K. A. (2022). *Caracterización fisicoquímica y reológica de la harina de trigo (Triticum aestivum) obtenida de los pasajes del proceso de molienda en Molinos e Industrias Quito Cía. Ltda* [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/686fbf2c-57b1-439f-8ee0-ec65b2c42a97/content>
- Cabrera-Mera, V. J., Benavides-Panchana, J. I., Cortez-Espinoza, A. C., Aldas-Morejon, J. P. y Revilla-Escobar, K. Y. (2023). 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*, 10(2), 23–32.  
<https://doi.org/10.23850/24220582.5736>
- Calderón Vega, E. (2021). *Procedimiento para determinación de nitrógeno total (proteínas) por el método Kjeldahl*. Universidad Nacional de Colombia  
[https://devx.meta.gov.co/media/centrodocumentacion/2024/03/07/P-SA-160\\_NITROGENO\\_TOTAL\\_PROTEINA\\_EN\\_ALIMENTOS\\_V1.pdf](https://devx.meta.gov.co/media/centrodocumentacion/2024/03/07/P-SA-160_NITROGENO_TOTAL_PROTEINA_EN_ALIMENTOS_V1.pdf)
- Cardenas-Mazon, N.V., Cevallos-Hermida, C. E., Salazar-Yacelga, J. C., Romero-Machado, E. R., Gallegos-Murillo, P. L. y Caceres-Mena, M. E. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de la evolución sensorial en el campo gastronómico. *Ciencias técnicas y aplicadas*, 4(3), 253-263.  
[https://www.researchgate.net/publication/335999030\\_Uso\\_de\\_pruebas\\_afectivas\\_discriminatorias\\_y\\_descriptivas\\_de\\_evaluacion\\_sensorial\\_en\\_el\\_campo\\_gastronomico](https://www.researchgate.net/publication/335999030_Uso_de_pruebas_afectivas_discriminatorias_y_descriptivas_de_evaluacion_sensorial_en_el_campo_gastronomico)
- CODEX STAN 152-1985. (1995). *Norma del Codex para la harina de trigo*.  
[https://www.hvsa.es/documentos/Codex\\_Harina.pdf](https://www.hvsa.es/documentos/Codex_Harina.pdf)

- Diario Oficial de la Federación (México). (2011). *Norma sobre Factores de Conversión de Nitrógeno a Proteína*. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5360486](https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5360486)
- Flores Vera, N. A. (2015). *Entrenamiento de un Panel de Evaluación Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile* [Tesis de Ingeniería, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional UCHILE <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137798/Entrenamiento-de-un-panel-de-evaluacion-sensorial-para-el-Departamento-de-Nutricion-de-la-Facultad-de-Medicina-de-la-Universidad-de-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Freire Factos, V. M. (2019). *Elaboración de panes con sustitución parcial de harina de trigo con alternativas de proteínas* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional RiuNet. <https://riunet.upv.es/handle/10251/117674>
- García Company, D. (2016). *Elaboraciones básicas para pastelería-repostería: clasificación de las pastas, técnicas de elaboración y presentación*: (2 ed.). Bogotá, Ecoe Ediciones. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/unanicaragua/128277?page=81>
- García, O., Aiello, C., Chirino, M. C. P., Ruíz-Ramírez, J. y Acevedo Pons, I. (2012). Caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales de la harina obtenida de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) sometidos a diferentes procesamientos. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4), 919-928. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6104328>
- García-Pacheco, Y. E., Cabrera, D. & Fuenmayor, C. A. (2020). Obtención y caracterización de harinas compuestas de Cucúrbita moschata D y *Cajanus cajan* L. como fuentes alternativas de proteína y vitamina A. *Acta Agronómica*, 69(2), 89-96. <https://doi.org/10.15446/acag.v69n2.80412>
- Gavidia-Valencia, J. G., Vanegas-Casanova, E. A., Ríos, M., Uribe-Villarreal, J. C., Gutiérrez-Mendoza, D. D., Rengifo-Penadillos, R. A., Jara-Aguilar, D. R. y Martínez, L. J. (2020). Determinación del factor de conversión de nitrógeno a proteína en huevos de *Coturnix coturnix* L. (codorniz japonesa). *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(6), 706-708. <https://biblat.unam.mx/hevila/Archivosvenezolanosdefarmacologiayterapeutica/2020/vol39/no6/6.pdf>
- Gonzales Cortez, J. M. (2023). *Comparación de los métodos Kjeldahl y Biuret para determinar proteínas solubles en harina de pallar* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional San Luis Gonzaga]. Repositorio Institucional UNICA. <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d6cdec73-61d8-4273-b21a-dd4158e6fb64/content>
- González Martínez, J. (2022). *Elaboración de masas y pastas de pastelería-repostería. HOTR0509*: (2 ed.). IC Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/unanicaragua/226718?page=100>

- González Ortiz, W. E. (2024). *Evaluación de galletas dulces a base de harina de arroz quebrado (Oryza sativa) y frijol rojo (Phaseolus vulgaris L) en el laboratorio de Agroindustria de los alimentos 2023–2024* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional CENIDA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnq02g643.pdf>
- González, L. A., Rey, A. y Fallas Solano, A. A. (2016). El Gandul (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.), una excelente alternativa para sistemas agroisilvopastoriles. *Repertorio Científico*, 19(2), 135–143. <https://doi.org/10.22458/rc.v19i2.2444>
- Gutiérrez Escobar, S. A., Chinchá Ahumada, C. A. y Montaña Escobar, Y. T. (2021). *Tecnológico control de calidad de alimentos* [Documento en Scribd]. Servicio Nacional de Aprendizaje-CAB. <https://es.scribd.com/document/556328136/Determinacion-de-PH>
- Herrera Fontana, M. E., Chisaguano Tonato, A. M., Jumbo Crisanto, J. V., Castro Morillo, N. P. y Anchundia Ortega A. P. (2021). Tabla de composición química de los alimentos: basada en nutrientes de interés para la población ecuatoriana. *Revista Bitácora* 11, 2-67. <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/bitacora/issue/view/191/PDF%20Bit%20C3%A1cora%20Acad%C3%A9mica%20Vol.%2011>
- Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA). (2010). *Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 03 037-06: Primera revisión RTCA 67.01.15.07 Harinas. Harina de trigo fortificada. Especificaciones*. <https://goo.su/BtGGD>
- Locali-Pereira, A. R., Boire, A., Berton-Carabin, C., Taboga, S. R., Solé-Jamault, V. & Nicoletti V. R. (2023). Pigeon pea, an emerging source of plant-based proteins. *ACS Food Science & Technology*, 3(11), 1777–1799. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.3c00268>
- Miquilena, E. e Higuera Moros, A. (2012). Evaluación del contenido de proteína, minerales y perfil de aminoácidos en harinas de *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata* y *Vigna radiata* para su uso en la alimentación humana. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 730–740. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4690191>
- Navarro, C. L., Restrepo, D. y Pérez, J. (2014). El guandul (*Cajanus cajan*): Una alternativa en la industria de los alimentos. *Revista Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 202-211. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612014000200022&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612014000200022&script=sci_arttext)
- Novoa, M. (2009). *El arte de decorar tortas*: (1 ed.). Buenos Aires, Dos Editores. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/unanicaragua/251497?page=22>
- ONU Noticias. (2024, 3 de julio). *Informe de la ONU: 733 millones de personas pasaron hambre en 2023, casi una de cada once en el mundo*. Naciones Unidas. <https://news.un.org/es/story/2024/07/1531446>
- Ordás, A. (2023). Los cereales. *Mol: boletín de la Sociedad de Ciencias de Galicia*, 23 (6), 1-24. <https://mol.scg.org.es/wp-content/uploads/2023/12/Mol23.6-Ordas.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2018). *Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bbacf768-1b9a-4ab7-8de8-0a08cc2cf835/content>
- Pariona De La Cruz, L.N. (2024). *Proteínas totales en semillas de Cajanus indicus (L.) Spreng “frijol de palo” de La Convención – Cusco* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/e3493cfa-f0c2-407b-8891-5257f0b65957>
- Párraga Bateoja, A. E. (2023). *Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de fréjol de palo Y fréjol castilla*. [Tesis de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional PUCE. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cceff47c-0961-44b2-ab4b-4864ac98113d/content>
- Peñañiel Zamora, M. J. (2022). *Evaluación bromatológica de galletas de arroz integral (oryza sativa) con algarrobo (prosopis alba) y gandul (cajanus cajan)* [Tesis de Ingeniería, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio Institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PE%C3%91AFIEL%20ZAMORA%20MARCIA%20JOHANNA.pdf>
- Rivera, Y. (s.f.). *Determinacion de humedad (AOAC 930.15, 2000)* [Documento en Scribd]. <https://es.scribd.com/document/414354060/M932-10>
- Tejada Grullón, A. M., (2013). *Tejada, A. E. (2013). Formulación de un plan de negocios: Tejada's Cupcakes, S. R. L* [Tesis de Licenciatura, Universidad Acción Pro- Educación y Cultura]. Repositorio Institucional UNAPEC. [https://bibliotecaunapec.blob.core.windows.net/tesis/TPG\\_CI\\_AGE\\_01\\_2013\\_ET140077.pdf](https://bibliotecaunapec.blob.core.windows.net/tesis/TPG_CI_AGE_01_2013_ET140077.pdf)
- Thibeault, F. (2018, 8 de diciembre). *Las especies biológicas de trigos antiguos y modernos. Entradas de blog*. <https://bread-magazine.com/the-biological-species-of-ancient-and-modern-wheats/>
- Universidad Veracruzana, Facultad de Química Farmacéutica Biológica. (2020). *Manual de Practicas de Análisis de Alimentos*. [Manual de prácticas]. <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>
- USDA. (2019) Cupcake. United States Department of Agriculture. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/410969/nutrients>
- Valencia, L, N y Montoya, A. (2021). *Harinas no convencionales con alto contenido proteico elaboradas a partir de legumbres y sus aplicaciones en la industria de alimentos*. [Tesis de Ingeniería, Universidad del valle].

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/902f66b0-1231-4a23-8bdc-92a6a4e10413/content>

Vértice, P. (2010). *Repostería*. Editorial Publicaciones Vértice.  
<https://elibro.net/es/ereader/unanicaragua/62010?page=36>

Wu, J., Zhou, Q., Zhou, C., Cheng, K.-W. & Wang, M. (2024). Strategies to promote the dietary use of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) for human nutrition and health. *Food Frontiers*, 5(3), 1014–1030. <https://doi.org/10.1002/fft2.381>

Zumbado Fernández, H. M. (2022). *Análisis químico de los alimentos*. Ciudad Educativa.  
[https://www.researchgate.net/publication/360765824\\_Analisis\\_Quimico\\_de\\_los\\_Alimentos\\_2da\\_Edicion\\_2022](https://www.researchgate.net/publication/360765824_Analisis_Quimico_de_los_Alimentos_2da_Edicion_2022)

## IX. ANEXOS



Anexo 1. Selección, limpieza y pesado de las semillas de gandul



Anexo 2. Pretratamiento del gandul



Anexo 3. Secado y molienda del gandul



Anexo 4. Tamizado de la harina de gandul



Anexo 5. Análisis fisicoquímico de la harina de trigo



Anexo 6. Análisis físicoquímico de la harina de garbanzo



Anexo 7. Desarrollo de las formulaciones de los pudines



Anexo 8. Evaluación sensorial de los pudines en las distintas formulaciones

Anexo 9. Resultado del análisis de nitrógeno total de la mezcla de harina de trigo y harina de gandul (Tratamiento D: 45/55 %)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)**



**Formato del sistema de gestión**  
**Informe de resultados de análisis químico en Planta**  
**LABSA-FG-7.8-03 Versión 02**

Fecha de recepción de muestra: 14/5/2025  
Fecha de Muestreo: 14/5/2025  
Entidad: NA  
Contacto: Joseling Jaoska Romero Lozano  
Descripción de la muestra: Planta (Muestra D-45/55 %)  
Código/LABSA: P-2025-0101

Fecha emisión/Informe: 3/6/2025  
Fecha/análisis: 03/06/2025  
Finca: NA  
Municipio: Managua  
Departamento: Managua  
Informe No. 12668

| Parámetro                  | Resultados | Unidades | Método                     |
|----------------------------|------------|----------|----------------------------|
| Ceniza                     | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |
| Nitrogeno                  | 1,26       | %        | [Digestión Kjeldahl]       |
| Fosforo                    | N/A        | %        | [Colorimétrico]            |
| K                          | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Ca                         | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Mg                         | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Na                         | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Fe                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Cu                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Mn                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Zn                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| C <sub>org</sub>           | N/A        | g/kg     | GLOSOLAN-SOP-02            |
| Humedad (%H <sup>2</sup> ) | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |
| B                          | N/A        | mg/kg    | Azomitina-H                |
| Biomasa (Bm)               | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |

Se da fe únicamente de la muestra analizada.

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

**Legenda:**

N/D: No detectado

N/A: No analizado

  
Lic. Xiomara Del Carmen Rodríguez Silva  
DIRECTOR DE LABSA  
NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

Anexo 10. Análisis de nitrógeno total de la mezcla de harina de trigo y harina de gandul (Tratamiento D: 45/55 %)

Anexo 11. Resultado del análisis de nitrógeno total de la mezcla de harina de trigo y harina de gandul (Tratamiento E: 35/65 %)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)**  
**Formato del sistema de gestión**  
**Informe de resultados de análisis químico en Planta**  
**LABSA-FG-7.8-03** **Versión 02**



Fecha de recepción de muestra: 14/5/2025  
 Fecha de Muestreo: 14/5/2025  
 Entidad: NA  
 Contacto: Joseling Jaoska Romero Lozano  
 Descripción de la muestra: Planta (Muestra E 35/65 %)  
 Código/LABSA: P-2025-0102

Fecha emisión/Informe: 3/6/2025  
 Fecha/análisis: 03/06/2025  
 Finca: NA  
 Municipio: Managua  
 Departamento: Managua  
 Informe No. 12669

| Parámetro                  | Resultados | Unidades | Método                     |
|----------------------------|------------|----------|----------------------------|
| Ceniza                     | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |
| Nitrogeno                  | 2,90       | %        | [Digestión Kjeldahl]       |
| Fosforo                    | N/A        | %        | [Colorimétrico]            |
| K                          | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Ca                         | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Mg                         | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Na                         | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Fe                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Cu                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Mn                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Zn                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| C_org                      | N/A        | g/kg     | GLOSOLAN-SOP-02            |
| Humedad (%H <sup>2</sup> ) | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |
| B                          | N/A        | mg/kg    | Azomitina-H                |
| Biomasa (Bm)               | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |

Se da fe únicamente de la muestra analizada

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

**Leyenda:**

N/D: No detectado

N/A: No analizado

  
 Lic. Xiomara Del Carmen Rodríguez Silva  
 Director de LABSA  
 NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO



Anexo 12. Resultado del análisis de nitrógeno total de la mezcla de harina de trigo y harina de gandul (Tratamiento F: 28/72 %)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)**



**Formato del sistema de gestión**  
**Informe de resultados de análisis químico en Planta**  
**LABSA-FG-7.8-03 Versión 02**

Fecha de recepción de muestra: 14/5/2025  
Fecha de Muestreo: 14/5/2025  
Entidad: NA  
Contacto: Joseling Jaoska Romero Lozano  
Descripción de la muestra: Planta (Muestra F 28/72 %)  
Código/LABSA: P-2025-0103

Fecha emisión/Informe: 3/6/2025  
Fecha/análisis: 03/06/2025  
Finca: NA  
Municipio: Managua  
Departamento: Managua  
Informe No. 12670

| Parámetro                   | Resultados | Unidades | Método                     |
|-----------------------------|------------|----------|----------------------------|
| Ceniza                      | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |
| Nitrogeno                   | 2,65       | %        | [Digestión Kjeldahl]       |
| Fosforo                     | N/A        | %        | [Colorimétrico]            |
| K                           | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Ca                          | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Mg                          | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Na                          | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Fe                          | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Cu                          | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Mn                          | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Zn                          | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| C <sub>org</sub>            | N/A        | g/kg     | GLOSOLAN-SOP-02            |
| Humedad (%H <sub>2</sub> O) | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |
| B                           | N/A        | mg/kg    | Azomita-H                  |
| Biomasa (Bm)                | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |

Se da fe únicamente de la muestra analizada

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

**Leyenda:**

N/D: No detectado

N/A: No analizado



Lic. Xiomara Del Carmen Rodríguez Silva  
Director de LABSA  
NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

# Anexo 13. Resultado del análisis de nitrógeno total de la harina de trigo



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA) Formato del sistema de gestión Informe de resultados de análisis químico en Planta LABSA-FG-7.8-03 Versión 02



Fecha de recepción de muestra: 14/5/2025  
Fecha de Muestreo: 14/5/2025  
Entidad: NA  
Contacto: Joseling Jaoska Romero Lozano  
Descripción de la muestra: Planta(Harina de Trigo)  
Código/LABSA: P-2025-0100

Fecha emisión/Informe: 3/6/2025  
Fecha/análisis: 03/06/2025  
Finca: NA  
Municipio: Managua  
Departamento: Managua  
Informe No. 12667

| Parámetro                  | Resultados | Unidades | Método                     |
|----------------------------|------------|----------|----------------------------|
| Ceniza                     | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |
| Nitrogeno                  | 2,31       | %        | [Digestión Kjeldahl]       |
| Fosforo                    | N/A        | %        | [Colorimétrico]            |
| K                          | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Ca                         | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Mg                         | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Na                         | N/A        | %        | [Espectrofotometría de AA] |
| Fe                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Cu                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Mn                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| Zn                         | N/A        | mg/kg    | [Espectrofotometría de AA] |
| C_org                      | N/A        | g/kg     | GLOSOLAN-SOP-03            |
| Humedad (%H <sup>o</sup> ) | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |
| B                          | N/A        | mg/kg    | Azomilina-H                |
| Biomasa (Bm)               | N/A        | %        | [Gravimétrico]             |

Se da fe únicamente de la muestra analizada

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

### Leyenda:

N/D: No detectado

N/A: No analizado

*[Firma]*



Lic. Xiomara Del Carmen Rodríguez Silva  
Director de LABSA  
NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

Anexo 14. Formato de evaluación sensorial

**Pudines a base de harina de trigo y harina de gandul**

Fecha: \_\_\_\_\_

Género: F \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Frente a usted hay tres muestras de pudines a base de harina de trigo y gandul, cada una debidamente codificadas, las cuales deben probar una a la vez e indicar su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje ajustándose a la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

| Atributo   | Muestras |   |   |
|------------|----------|---|---|
|            | D        | E | F |
| Color      |          |   |   |
| Olor       |          |   |   |
| Sabor      |          |   |   |
| Textura    |          |   |   |
| Apariencia |          |   |   |

| Puntaje | Nivel de agrado            |
|---------|----------------------------|
| 5       | Me gusta mucho             |
| 4       | Me gusta moderadamente     |
| 3       | No me gusta ni me disgusta |
| 2       | Me disgusta moderadamente  |
| 1       | Me disgusta mucho          |

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**¡GRACIAS POR SU PARTICIPACION!**