



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

UNIDAD IZTAPALAPA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

POSGRADO EN BIOTECNOLOGÍA

**“EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE UN SNACK ELABORADO  
A PARTIR DE MAÍZ AZUL (*ZEA MAYS*) Y ENRIQUECIDO CON *SPHENARIUM  
PURPURASCENS*”**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN BIOTECNOLOGÍA

PRESENTA:

IA. FANNY BERENICE GUTIERREZ MARIN

Matricula: 2233803937

Correo: fannybgutierrez@gmail.com

DIRECTORA:

DRA. YENIZEY MERIT ÁLVAREZ CISNEROS

ASESORES:

DR. HÉCTOR BERNARDO ESCALONA BUENDÍA

DRA. ROSY GABRIELA CRUZ MONTERROSA

JURADO:

Presidente: Dra. Gabriela Mariana Rodríguez Serrano

Secretario: Dra. Rosy Gabriela Cruz Monterrosa

Vocal: Dra. Isadora Martínez Arellano

Vocal: Dr. José Eleazar Aguilar Toalá

Iztapalapa, Ciudad de México, 12 de noviembre de 2025

**“La maestría en biotecnología de la universidad Autónoma Metropolitana está incluida en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), con referencia 001465”**

**Este trabajo conto con el apoyo de CONAHCYT a través de una beca con No. CVU 1332146**

**Ciudad de México, a 12 de noviembre de 2025.**

El jurado designado por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis:

**“EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE UN SNACK ELABORADO A PARTIR DE MAÍZ AZUL (*ZEA MAYS*) Y ENRIQUECIDO CON *SPHENARIUM PURPURASCENS*”**

Que presentó

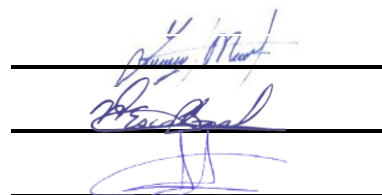
**Fanny Berenice Gutierrez Marin**

**Comité tutorial:**

**Directora:** Dra. Yenizey Merit Álvarez Cisneros

**Asesor:** Dr. Héctor Bernardo Escalona Buendía

**Asesora:** Dra. Rosy Gabriela Cruz Monterrosa



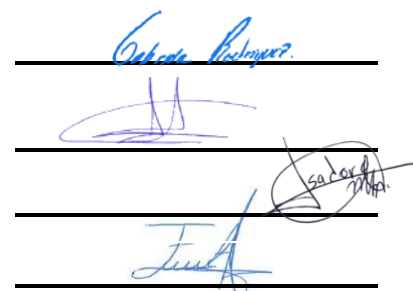
**Jurado:**

**Presidente:** Dra. Gabriela Mariana Rodríguez Serrano

**Secretario:** Dra. Rosy Gabriela Cruz Monterrosa

**Vocal:** Dra. Isadora Martínez Arellano

**Vocal:** Dr. José Eleazar Aguilar Toalá



## Índice

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Resumen.....                                                              | 1  |
| 1. Introducción .....                                                     | 3  |
| 1.1. Definición de snack.....                                             | 3  |
| 1.1.1. Clasificación por Grado de Procesamiento Industrial .....          | 4  |
| 1.1.1.1. Grupo 1 y 2 . Alimentos Sin Procesar o Mínimamente procesados. 4 |    |
| 1.1.1.2. Grupo 3. Alimentos Procesados .....                              | 4  |
| 1.1.1.3. Grupo 4. Productos Ultraprocesados .....                         | 4  |
| 1.2. Materias primas.....                                                 | 5  |
| 1.3. Análisis Químico Proximal .....                                      | 6  |
| 1.3.1. Humedad .....                                                      | 6  |
| 1.3.2. Proteína .....                                                     | 6  |
| 1.3.3. Cenizas .....                                                      | 6  |
| 1.3.4. Grasa .....                                                        | 7  |
| 1.3.5. Carbohidratos .....                                                | 7  |
| 1.3.6. Fibra .....                                                        | 7  |
| 1.4. Pruebas fisicoquímicas.....                                          | 8  |
| 1.4.1. pH.....                                                            | 8  |
| 1.4.2. Color.....                                                         | 8  |
| 1.4.2.1. Escala CIELab* .....                                             | 8  |
| 1.4.2.2. Escala RGB .....                                                 | 9  |
| 1.4.3. Actividad de agua ( $a_w$ ).....                                   | 9  |
| 1.4.4. Textura .....                                                      | 9  |
| 1.4.5. Índice de expansión.....                                           | 10 |
| 1.5. Propiedades tecnofuncionales .....                                   | 10 |
| 1.5.1. Capacidad de retención de agua .....                               | 10 |
| 1.5.2. Capacidad de retención de aceite .....                             | 10 |
| 1.5.3. Digestibilidad de proteínas.....                                   | 10 |
| 1.5.4. Almidones resistentes .....                                        | 11 |
| 1.5.5. Azúcares reductores .....                                          | 11 |
| 1.6. Evaluación sensorial .....                                           | 12 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 1.6.1. RATA.....                                                 | 12 |
| 1.6.2. Escala hedónica .....                                     | 12 |
| 1.6.3. Mapeo de preferencias.....                                | 13 |
| 2. Antecedentes.....                                             | 14 |
| 3. Justificación .....                                           | 15 |
| 4. Hipótesis .....                                               | 15 |
| 5. Objetivos .....                                               | 15 |
| 5.1. Objetivo general:.....                                      | 15 |
| 5.2. Objetivos particulares: .....                               | 15 |
| 6. Metodología:.....                                             | 17 |
| 6.1. Metodología general .....                                   | 17 |
| 6.2. Obtención de harina de <i>Sphenarium purpurascens</i> ..... | 18 |
| 6.3. Análisis Químico Proximal (QPA).....                        | 18 |
| 6.3.1. Determinación de humedad .....                            | 18 |
| 6.3.2. Determinación de proteína total por micro Kjeldahl .....  | 18 |
| 6.3.3. Determinación de cenizas.....                             | 19 |
| 6.3.4. Determinación de grasa .....                              | 19 |
| 6.3.5. Carbohidratos .....                                       | 19 |
| 6.3.6. Determinación de Fibra Total.....                         | 19 |
| 6.4. Propiedades Fisicoquímicas.....                             | 20 |
| 6.4.1. Determinación de pH.....                                  | 20 |
| 6.4.2. Determinación de color .....                              | 20 |
| 6.4.3. Determinación de Actividad de agua .....                  | 20 |
| 6.4.4. Determinación de Textura.....                             | 20 |
| 6.4.5. Determinación de Índice de Expansión. ....                | 21 |
| 6.5. Propiedades tecnofuncionales .....                          | 21 |
| 6.5.1. Capacidad de retención de agua .....                      | 21 |
| 6.5.2. Capacidad de retención de aceite .....                    | 21 |
| 6.5.3. Determinación de proteína digerible .....                 | 21 |
| 6.5.4. Determinación de Almidones resistentes .....              | 22 |
| 6.5.5. Determinación de azúcares reductores.....                 | 23 |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 6.6. Elaboración de Snack horneado .....                              | 23 |
| 6.7. Pruebas sensoriales .....                                        | 24 |
| 6.7.1. RATA.....                                                      | 24 |
| 6.7.2. Prueba de agrado general .....                                 | 24 |
| 6.7.3. Mapeo de preferencias.....                                     | 24 |
| 6.8. Análisis Estadístico .....                                       | 24 |
| 7. Resultados:.....                                                   | 26 |
| 7.1. Análisis Químico Proximal de harinas.....                        | 26 |
| 7.2. Propiedades fisicoquímicas de harinas.....                       | 28 |
| 7.2.1. pH.....                                                        | 28 |
| 7.2.2. Actividad de agua ( $a_w$ ).....                               | 28 |
| 7.2.3. Color.....                                                     | 29 |
| 7.3. Propiedades tecnofuncionales de Harinas .....                    | 29 |
| 7.3.1. Capacidad de Retención de agua y aceite de harinas.....        | 29 |
| 7.3.2. Digestibilidad de proteínas de harinas.....                    | 31 |
| 7.4. Obtención de Snacks.....                                         | 32 |
| 7.5. Evaluación sensorial preliminar.....                             | 32 |
| 7.6. Fibra Total .....                                                | 36 |
| 7.6.1. Fibra Total en harinas horneadas .....                         | 36 |
| 7.6.2. Fibra Total de las formulaciones de snacks .....               | 37 |
| 7.7. Propiedades fisicoquímicas de las formulaciones de snacks .....  | 38 |
| 7.7.1. Color.....                                                     | 38 |
| 7.7.2. Actividad de agua ( $a_w$ ).....                               | 40 |
| 7.7.3. Índice de Expansión .....                                      | 40 |
| 7.7.4. Textura.....                                                   | 41 |
| 7.8. Propiedades tecnofuncionales de las formulaciones de snacks..... | 43 |
| 7.8.1. Digestibilidad de proteínas.....                               | 43 |
| 7.8.2. Almidones resistentes .....                                    | 43 |
| 7.9. Análisis sensorial de las formulaciones de snacks.....           | 45 |
| 7.9.1. Selección de formulaciones para pruebas sensoriales.....       | 45 |
| 7.9.2. RATA.....                                                      | 46 |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.9.3. Prueba de agrado general .....                                           | 47  |
| 7.9.4. Mapeo de Preferencias .....                                              | 48  |
| 8. Conclusiones. ....                                                           | 50  |
| 9. Perspectivas .....                                                           | 51  |
| 10. Referencias: .....                                                          | 52  |
| Anexos .....                                                                    | 61  |
| Anexo 1. Curva patrón de glucosa para cuantificación de azúcares reductores ... | 61  |
| Anexo 2. Análisis Estadístico .....                                             | 61  |
| Anexo 3. Formulario de evaluación sensorial preliminar .....                    | 76  |
| Anexo 4. Formulario de evaluación sensorial.....                                | 77  |
| Anexo 5. Congresos y divulgación científica .....                               | 116 |

## **Índice de gráficos y Figuras**

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Capacidad de retención de agua y aceite. ....                                       | 31 |
| Gráfico 2. Resultados de Evaluación sensorial. ....                                            | 33 |
| Gráfico 3. Resultados aceptabilidad del producto. ....                                         | 34 |
| Gráfico 4. Comparación de fibra total en harinas horneadas y sin hornear. ....                 | 37 |
| Gráfico 5. Fibra total en snacks. ....                                                         | 38 |
| Gráfico 6. Análisis de componentes principales para textura en snacks. ....                    | 42 |
| Gráfico 7. Dendrograma: muestra los formados para las diferentes formulaciones de snacks. .... | 45 |
| Gráfico 8. Análisis Principal de Componentes de la prueba RATA (Rate All That Apply). ....     | 47 |
| Gráfico 9. Escala de agrado. ....                                                              | 48 |
| Gráfico 10. Mapeo de preferencias para los snacks a diferentes niveles de sustitución. ....    | 49 |
| Gráfico 11. Curva patrón concentración de glucosa. ....                                        | 61 |
| <br>                                                                                           |    |
| Figura 1. Metodología general. ....                                                            | 17 |
| Figura 2. Gráfico datos generales. ....                                                        | 46 |

## Índice de tablas

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Formulaciones de snacks con y sin harina desengrasada.....                                      | 23 |
| Tabla 2. Análisis Químico Proximal en harinas.....                                                       | 28 |
| Tabla 3. Propiedades Fisicoquímicas de las Harinas .....                                                 | 29 |
| Tabla 4. Digestibilidad de Harinas .....                                                                 | 32 |
| Tabla 5. Análisis Químico Proximal de formulaciones .....                                                | 36 |
| Tabla 6. Parámetros de color en formulaciones incorporando harina de insecto ..                          | 39 |
| Tabla 7. Propiedades Fisicoquímicas de las formulaciones de snacks .....                                 | 41 |
| Tabla 8. Digestibilidad de proteínas de las formulaciones de snacks .....                                | 43 |
| Tabla 9. Almidones Resistentes de las formulaciones de snacks medido en mg de glucosa/g de muestra ..... | 44 |
| Tabla 10. Anova para %Humedad en harinas .....                                                           | 61 |
| Tabla 11. Test Tukey de %Humedad en harinas .....                                                        | 61 |
| Tabla 12. Anova para %Grasa en harinas .....                                                             | 62 |
| Tabla 13. Test Tukey de %Grasa en harinas.....                                                           | 62 |
| Tabla 14. Anova para %Cenizas en harinas .....                                                           | 62 |
| Tabla 15. Test Tukey de %Cenizas en harinas.....                                                         | 62 |
| Tabla 16. Anova para %Proteína en harinas.....                                                           | 62 |
| Tabla 17. Test Tukey de %Proteína en harinas .....                                                       | 63 |
| Tabla 18. Anova para %Carbohidratos en harinas .....                                                     | 63 |
| Tabla 19. Test Tukey de %Carbohidratos en harinas.....                                                   | 63 |
| Tabla 20. Anova para pH en harinas .....                                                                 | 63 |
| Tabla 21. Test Tukey de pH en harinas.....                                                               | 63 |
| Tabla 22. Anova para Retención de agua en harinas.....                                                   | 64 |
| Tabla 23. Test Tukey de Retención de agua en harinas .....                                               | 64 |
| Tabla 24. Anova para Retención de aceite en harinas .....                                                | 64 |
| Tabla 25. Test Tukey de Retención de aceite en harinas.....                                              | 64 |
| Tabla 26. Anova para color en harinas (L*).....                                                          | 64 |
| Tabla 27. Test Tukey de color en harinas (L*) .....                                                      | 65 |
| Tabla 28. Anova para color en harinas (a*).....                                                          | 65 |
| Tabla 29. Test Tukey de color en harinas (a*) .....                                                      | 65 |
| Tabla 30. Anova para color en harinas (b*).....                                                          | 65 |
| Tabla 31. Test Tukey de color en harinas (b*) .....                                                      | 65 |
| Tabla 32. Anova para Actividad de agua en harinas .....                                                  | 66 |
| Tabla 33. Test Tukey de Actividad de agua en harinas .....                                               | 66 |
| Tabla 34. Anova para %Fibra en harinas .....                                                             | 66 |
| Tabla 35. Test Tukey de %Fibra en harinas.....                                                           | 66 |
| Tabla 36. Anova para %Fibra en harinas horneadas.....                                                    | 66 |
| Tabla 37. Test Tukey de %Fibra en harinas horneadas .....                                                | 67 |
| Tabla 38. Anova para %Digestibilidad en harinas.....                                                     | 67 |

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 39. Test Tukey de %Digestibilidad en harinas .....                                               | 67 |
| Tabla 40. Friedman para diferentes formulaciones de snacks (Sensorial preliminar)<br>.....             | 67 |
| Tabla 41. Test Nemeyani para diferentes formulaciones de snacks (Sensorial preliminar).....            | 67 |
| Tabla 42. Anova para %Humedad de diferentes formulaciones de snacks.....                               | 68 |
| Tabla 43. Test Tukey de %Humedad para diferentes formulaciones de snacks ...                           | 68 |
| Tabla 44. Anova para %Grasa de diferentes formulaciones de snacks.....                                 | 68 |
| Tabla 45. Test Tukey de %Grasa para diferentes formulaciones de snacks.....                            | 68 |
| Tabla 46. Anova para %Cenizas de diferentes formulaciones de snacks .....                              | 69 |
| Tabla 47. Test Tukey de %Cenizas para diferentes formulaciones de snacks.....                          | 69 |
| Tabla 48. Anova para %Proteína de diferentes formulaciones de snacks.....                              | 69 |
| Tabla 49. Test Tukey de %Proteína para diferentes formulaciones de snacks ....                         | 69 |
| Tabla 50. Anova para %Carbohidratos de diferentes formulaciones de snacks....                          | 69 |
| Tabla 51. Test Tukey de %Carbohidratos para diferentes formulaciones de snacks<br>.....                | 70 |
| Tabla 52. Anova para Color de diferentes formulaciones de snacks (L*) .....                            | 70 |
| Tabla 53. Test Tukey de Color para diferentes formulaciones de snacks (L*) .....                       | 70 |
| Tabla 54. Anova para Color de diferentes formulaciones de snacks (a*) .....                            | 70 |
| Tabla 55. Test Tukey de Color para diferentes formulaciones de snacks (a*) .....                       | 71 |
| Tabla 56. Anova para Color de diferentes formulaciones de snacks (b*) .....                            | 71 |
| Tabla 57. Tukey de Color para diferentes formulaciones de snacks (b*).....                             | 71 |
| Tabla 58. Anova para Actividad de agua de diferentes formulaciones de snacks.                          | 71 |
| Tabla 59. Tukey de Actividad de agua para diferentes formulaciones de snacks .                         | 71 |
| Tabla 60. Anova para %Fibra de diferentes formulaciones de snacks .....                                | 72 |
| Tabla 61. Test Tukey de %Fibra para diferentes formulaciones de snacks .....                           | 72 |
| Tabla 62. Anova para Índice de Expansión de diferentes formulaciones de snacks<br>.....                | 72 |
| Tabla 63. Test Tukey de Índice de Expansión para diferentes formulaciones de snacks.....               | 72 |
| Tabla 64. Anova para %Digestibilidad de diferentes formulaciones de snacks.....                        | 73 |
| Tabla 65. Test Tukey de %Digestibilidad para diferentes formulaciones de snacks<br>.....               | 73 |
| Tabla 66. Anova para Almidón de rápida digestión (ARD) de diferentes formulaciones de snacks.....      | 73 |
| Tabla 67. Test Tukey de Almidón de rápida digestión (ARD) para diferentes formulaciones de snacks..... | 73 |
| Tabla 68. Anova para Almidón de lenta digestión (ALD) de diferentes formulaciones de snacks.....       | 74 |
| Tabla 69. Test Tukey de Almidón de lenta digestión (ALD) para diferentes formulaciones de snacks.....  | 74 |

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 70. Anova para Digestibilidad Total (DT) de diferentes formulaciones de snacks.....      | 74 |
| Tabla 71. Test Tukey de Digestibilidad Total (DT) para diferentes formulaciones de snacks..... | 74 |
| Tabla 72. Friedman para diferentes formulaciones de snacks de evaluación sensorial.....        | 75 |
| Tabla 73. Test Nemenyi para diferentes formulaciones de snacks de evaluación sensorial.....    | 75 |

## Resumen

Los snacks son alimentos de gran consumo debido a su practicidad y accesibilidad, sin embargo, estos suelen tener bajo valor nutricional además de niveles altos en grasas, azúcares, sal y aditivos que podrían ocasionar problemas en la salud tales como diabetes, obesidad e hipertensión. Un snack saludable debe aportar un perfil balanceado de macronutrientes, vitaminas, fibra y minerales; en este sentido la entomofagia, que es el uso de insectos como fuente alimenticia, ha cobrado alta relevancia por el aporte nutricional que tienen este tipo de especies, en especial por el contenido proteico y el bajo impacto ambiental, en comparación con la gran variedad de tipos de carne animal.

Dentro de la gran variedad de insectos comestibles, en el presente trabajo se estudiaron las propiedades de *Sphenarium purpurascens* conocido como Chapulín de milpa, insecto abundante en México y con un contenido proteico elevado, además de vitaminas y minerales esenciales para la alimentación humana. Hay pocos estudios sobre sus propiedades funcionales, sin embargo su alto valor nutricional hace que esta especie sea candidata ideal como aditivo alimenticio para suplementar el aporte proteico de infinidad de alimentos procesados.

El maíz azul (*Zea mays*) representa una fuente importante de energía, proteínas, fibra y compuestos bioactivos tales como las antocianinas, vitaminas y minerales que se potencializan tras la nixtamalización del maíz, además de mejorar las características sensoriales y nutritivas de este alimento, convirtiéndose en una base de la gastronomía mexicana debido a la elaboración de una gama amplia de diferentes platillos y productos tradicionales del consumo alimentario en México.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un snack elaborado a partir de harina de maíz azul nixtamalizado enriquecido con harina desengrasada y no desengrasada de *Sphenarium purpurascens*.

La metodología desarrollada en este documento consistió en la obtención y caracterización de la harina desengrasada de *Sphenarium purpurascens*. Los insectos deshidratados fueron sometidos a un proceso de lavado, extracción lipídica con hexano, secado y molienda. Su composición proximal se determinó cuantificando humedad (por pérdida de peso en la estufa), proteína (mediante el método micro-Kjeldahl), cenizas (por incineración en mufla), grasa (con extracción Soxhlet) y carbohidratos el cual se realizó por diferencia.

Se evaluaron las propiedades funcionales (capacidad de retención de agua y de aceite), pH y color de las diferentes harinas. Posteriormente se elaboraron diferentes formulaciones de snacks horneados con harina de insecto a diferentes niveles de sustitución, evaluándose actividad de agua, índice de expansión, proteína digestible (con un método in vitro que simula la digestión humana), almidones resistentes y azúcares reductores (mediante la técnica DNS y espectrofotometría).

El estudio fue complementado con pruebas sensoriales realizadas por consumidores, quienes primero evaluaron la intensidad de una amplia gama de atributos (textura, apariencia, olor y sabor) mediante la metodología RATA para posteriormente calificar su nivel de agrado general utilizando una escala hedónica de 7 puntos; con estos datos se realizó un mapeo de preferencias para identificar las formulaciones más aceptadas.

Finalmente, el análisis estadístico (de los resultados fisicoquímicos, funcionales y sensoriales) se realizó utilizando el software XLSTAT, versión 2014.5.03 (Addinsoft), aplicando un conjunto de pruebas que incluyó un análisis de varianza unidireccional ANOVA y una comparación de medias utilizando el método de Tukey. También se realizó un análisis de componentes principales (PCA), para la interpretación de la textura y la prueba RATA. Finalmente, para la evaluación sensorial, los datos de la prueba RATA se sometieron a un análisis factorial de correspondencias (AFC) y los resultados de la de agrado general fueron procesados mediante la prueba no paramétrica de Friedman para validar la significancia de los resultados. Finalmente, las diferencias entre los tratamientos para el mapeo de preferencias se analizaron mediante una prueba de distribución de frecuencias.

De manera general se concluyó que el proyecto es factible tecnológicamente, ya que se logró obtener un snack horneado enriquecidos con harina de chapulín al 5%, con una mejora en el perfil del snack sin comprometer las propiedades tecnológicas (textura y expansión) y sensoriales (sabor y agrado general).

## 1. Introducción

En la actualidad la población mexicana es de 131.1 millones de personas, con una tasa de crecimiento del 0.9% (INEGI, 2023). Los snacks en México alcanzaron en 2023 un valor en ventas de \$84 000 millones de pesos con un crecimiento proyectado del 5% para los próximos años, siendo un sector de la industria que presenta solidez y adaptación a las condiciones del mercado (PMMI, 2024). Éstos productos son un tipo de alimento muy popular, de fácil acceso que comúnmente son utilizados para satisfacer realmente el hambre o por puro placer; su aporte nutricional es muy bajo, además de que a menudo contienen cantidades importantes de edulcorantes, grasas, conservantes, saborizantes, condimentos, sal, etc., que al consumirse en exceso pueden ser dañinos para la salud, ya que aumentan el riesgo de padecer obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares o, incluso, arterioesclerosis (Revista Producto, s.). Una botana saludable debe incluir las siguientes características: poseer un perfil nutricional balanceado de calorías, grasas, carbohidratos y proteínas, de igual manera debe incluir vitaminas y minerales, además de fibra (Sacaquirín *et al.*, 2012). El consumo de insectos ha atraído la atención en los últimos años debido a su valor nutricional y los beneficios y ventajas que presenta para el medio ambiente. Se estima que el número de especies comestibles de insectos es de alrededor de 2000 en todo el mundo (Reyes- Herrera *et al.*, 2022). La FAO ha sugerido que una forma de contrarrestar el hambre es con la incorporación de insectos a la dieta, ya sea de forma individual o incorporados en algún producto, debido a que los insectos pueden ser una fuente importante de proteínas de buena calidad como las que contiene la carne y el pescado, pero por un menor precio (Cruz López, 2020).

### 1.1. Definición de snack

Un snack, también conocido como bocadillo o refrigerio, es una porción pequeña de algún alimento que es consumido entre comidas. Estos incluyen una gama amplia de productos que incluyen alimentos envasados o procesados, así como también productos elaborados con ingredientes frescos y se clasifican en dos grandes grupos, snacks dulces y salados (Pedreschi *et al.*, 2018).

Por otro lado, para poder clasificar a los snacks es necesario adoptar un sistema de que no solo describa sus cualidades fenotípicas, sino que aborde su naturaleza desde un criterio fundamental como el origen de los ingredientes del que este fabricado. El sistema NOVA es ampliamente referenciado en la literatura científica, este caracteriza a los alimentos según la extensión de los procesos industriales a las que son sometidos, el proposito, la naturaleza (Monteiro *et al.*, 2010). Esta clasificación permite no solo agrupar los productos, sino también correlacionarlos con implicaciones para la salud pública, tendencias de consumo y estrategias de desarrollo de productos (Monteiro *et al.*, 2018).

### **1.1.1. Clasificación por Grado de Procesamiento Industrial**

#### **1.1.1.1. Grupo 1 y 2 . Alimentos Sin Procesar o Mínimamente procesados**

Estos grupos están compuestos de alimentos vegetales y animales que no han sufrido transformaciones sustanciales, sometiéndose únicamente a operaciones básicas, como el lavado, refrigeración, o la pasteurización, que son operaciones unitarias destinadas para garantizar la inocuidad y conservación de los alimentos sin adición de sustancias externas. En el ámbito de los snacks esta categoría incluye frutas frescas, frutos secos sin sal y yogur natural. Este grupo se caracteriza por su alta densidad de micronutrientes y fibra dietética, representando la base de opciones nutricionalmente más favorables (Monteiro *et al.*, 2018).

#### **1.1.1.2. Grupo 3. Alimentos Procesados**

Se obtienen mediante la incorporación de ingredientes culinarios como lo puede ser la sal, el azúcar, aceite, vinagre a alimentos del Grupo 1, con el fin de extender su vida útil o modificar sus atributos sensoriales. Productos como panes, quesos, verduras enlatadas y frutas en almíbar conservan una identidad reconocible respecto a su materia prima original, aunque su perfil nutricional puede presentar elevaciones significativas en sodio y azúcares añadidos (Monteiro *et al.*, 2018).

#### **1.1.1.3. Grupo 4. Productos Ultraprocesados**

Constituyen formulaciones industriales creadas a partir de sustancias derivadas de alimentos, tales como los aceites hidrogenados, almidones modificados, proteínas hidrolizadas o aditivos cosméticos como saborizantes, emulsionantes y edulcorantes, que son diseñados para ser hiperpalatables y de larga duración, ejemplos de alimentos de este grupo lo son bebidas gaseosas, snacks con saborizantes artificiales y productos de confitería se asocian epidemiológicamente con efectos metabólicos adversos, representando la categoría de mayor preocupación en salud pública (Monteiro *et al.*, 2018).

La evolución de la industria de snacks está impulsada por la búsqueda de nuevas materias primas que mejoren el perfil nutricional y ofrezcan experiencias sensoriales innovadoras. Desde la perspectiva biotecnológica, la selección de ingredientes se analiza en función de su composición molecular, mientras que su funcionalidad tecnológica y su impacto en la matriz alimentaria final pueden ser aspectos en los que se pueden basar para clasificar los snacks. (Wójtowicz *et al.*, 2023). Los ingredientes convencionales, representados principalmente por cereales como el maíz, constituyen la base estructural de la mayoría de los snacks (Acosta-Estrada, 2021). Su elevado contenido de almidón (70-75%) actúa como agente de expansión por gelatinización y vaporización rápida de agua, mientras que sus proteínas (8-12%), principalmente zeínas y gluten, contribuyen a la viscosidad y textura final (Farroni, 2011). No obstante, presentan limitaciones nutricionales intrínsecas, como un perfil de aminoácidos deficiente en lisina y un alto índice glucémico post-procesamiento (Aguilera-Gutiérrez, 2009). Frente a esta deficiencia, los ingredientes no convencionales emergen como soluciones tecnológicas para

mejorar la densidad nutricional. Las harinas de leguminosas e insectos, por ejemplo, corrigen el perfil de aminoácidos al aportar lisina y metionina, respectivamente, logrando una complementación proteica sinérgica. Simultáneamente, ingredientes como harinas de vegetales no convencionales aportan compuestos bioactivos (polifenoles y carotenoides) y fibra dietética, mientras que la quitina de los insectos actúa como prebiótico (García-Pérez *et al.*, 2015). La biotecnología alimentaria permite superar los desafíos tecnológicos asociados a estos ingredientes, como la optimización de parámetros para preservar los componentes termolábiles o el desarrollo de técnicas de microencapsulación para enmascarar sabores no deseados, facilitando así la creación de matrices alimentarias innovadoras, nutricionalmente superiores y sostenibles (Monteiro *et al.*, 2010).

## 1.2. Materias primas

*Sphenarium purpurascens* es un insecto comúnmente conocido como “chapulín de milpa” el cual es muy consumido en el sur de México, es el ortóptero más abundante en México. *Sphenarium purpurascens* presenta un buen aporte de nutrientes, proteínas, minerales, fibra y carbohidratos solubles, teniendo como principal componente de su estructura celular, las proteínas (Melo *et al.*, 2011). El contenido de proteína oscila entre 65.2 % y 75.5% (p/p). Además, contiene vitaminas entre las que se encuentran la, tiamina B1 (0.27 mg/100 g), la riboflavina B2 (1.28 mg/100 g), la niacina B3 (3.97 mg/100 g), y minerales como el calcio (113 mg/100 g), el zinc (29 mg/100 g) y el magnesio (389 mg/100 g) (Villaseñor *et al.*, 2022). Existen pocos informes sobre las propiedades funcionales de *Sphenarium purpurascens* como ingrediente alimentario ya que la mayor parte de los estudios se han centrado en la valoración nutricional del insecto (Cruz-López, *et al.*, 2022).

Los granos de cereales son utilizados con frecuencia en la producción de snacks debido a sus características físicas. El maíz (*Zea mays*) ocupa el de tercer lugar de cereales de importancia después del trigo y el arroz. Es un producto básico en la alimentación humana, principalmente en América Latina. México tiene la mayor diversidad genética de este cultivo con más de 300 variedades de granos nativos y tiene el más alto consumo mundial per cápita de este cereal, que se consume generalmente después de un proceso de nixtamalización. Este proceso térmico-alcalino de los granos tiene varios beneficios, ya que se aumenta el valor nutritivo, el sabor y el aroma, por lo que es un paso preliminar para el procesamiento de maíz en productos alimenticios (SIAP-SAGARPA, 2014). Además, es uno de los ingredientes principales en la gastronomía mexicana, utilizado principalmente, en la elaboración de totopos, tostadas, atoles, caldos y sopas, pan, etc. (INCMNSZ, 2022).

Entre las variedades de cultivo de maíz de México se encuentra el maíz azul (*Zea mays* L. subsp. *mays*) abundante en nuestro país. La producción mundial de maíz supera la del resto de los cereales. El maíz azul es particularmente importante en México y América Central, como alimento básico en la dieta (Perales *et al.*, 2014). El maíz es un cultivo popular que forma parte de la alimentación en diferentes países del mundo, proporciona más del 65% de la ingesta calórica de la población en

México como fuente principal de carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales, lípidos y fitoquímicos (Tiessen-Favier *et al.*, 2022). Es rico en vitamina A, vitamina C, vitamina E, vitamina B1, piridoxina, niacina, fósforo, calcio, potasio, magnesio, compuestos fenólicos, antocianinas, proteínas, hidratos de carbono, y fibra (INCMNSZ, 2022).

El maíz azul es una planta herbácea que puede llegar a medir hasta 2 m de altura, sus hojas son largas y cambian de color según la madurez de la planta; la mazorca puede ser de color azul fuerte a azul-morado; requiere de suelos ricos en materia orgánica y húmedos. La temperatura media para el cultivo del maíz es de 14-18 °C.

### **1.3. Análisis Químico Proximal**

#### **1.3.1. Humedad**

La determinación de humedad es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesamiento, control y conservación de los alimentos, puesto que la mayoría de los productos alimenticios poseen un contenido mayoritario de agua. El contenido de humedad en un alimento es frecuentemente, un índice de estabilidad del producto, puesto que existe una relación entre el contenido de agua en los alimentos y su capacidad de deterioro, por lo tanto afecta su vida útil, su calidad y sus propiedades fisicoquímicas como la textura, el sabor y además está directamente relacionada con la susceptibilidad al crecimiento microbiano (Fon Fay Vásquez *et al.*, 2019).

#### **1.3.2. Proteína**

La determinación de proteína es un análisis fundamental en alimentos. Su cuantificación es esencial para evaluar el valor nutricional y para cumplir con regulaciones de etiquetado en la industria alimentaria.

El nitrógeno, que podemos encontrarlo en las proteínas, es uno de los elementos más sobresalientes aunque se debe resaltar que no todo el nitrógeno de la materia orgánica proviene necesariamente de las proteínas, el método aceptado universalmente como estándar para la determinación de nitrógeno total es el conocido como el método de Kjeldahl-Willfart-Gunninfg (Fon Fay Vásquez *et al.*, 2019).

#### **1.3.3. Cenizas**

En el análisis de los alimentos, las cenizas se definen como el residuo inorgánico que se obtiene al incinerar la materia orgánica en un producto cualquiera. Cuando los alimentos son tratados térmicamente a temperaturas entre 500 y 600°C, el agua y otros constituyentes volátiles son expulsados como vapores en tanto los constituyentes orgánicos son transformados en presencia del oxígeno del aire en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) mientras el hidrógeno es expulsado en forma de vapor de agua. Los minerales presentes en el alimento (cenizas) permanecen en el residuo en forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos

y cloruros, en función de las condiciones de incineración y la composición del producto analizado. Por lo que la determinación del contenido de cenizas en los alimentos es fundamental en la industria alimentaria para evaluar la calidad del producto, la pureza y el valor nutritivo (Fon Fay Vásquez *et al.*, 2019).

#### **1.3.4. Grasa**

La prueba de grasa es un análisis utilizado para determinar el contenido de lípidos o grasas presentes en los alimentos. El contenido de grasa es crucial en la industria alimentaria, ya que afecta las propiedades organolépticas del producto (sabor, textura), su valor nutricional y su estabilidad durante el almacenamiento, dado que estos nutrientes son sensibles a sufrir lipólisis y procesos de oxidación (conocidos como enranciamiento), cuyos productos finales de reacción (aldehídos y cetonas) aportan a los alimentos olores y sabores desagradables.

Los métodos de determinación de grasa se fundamentan en la separación de la fracción lipídica del resto de los componentes de la matriz y la posterior cuantificación de la fracción separada. En una extracción sólido-líquido basada en las diferencias de solubilidad de los componentes de la muestra sólida o semisólida en un solvente particular dado. Aprovechando la naturaleza apolar de los lípidos, se lleva a cabo la extracción con un solvente orgánico que solubiliza grasas dejando un residuo sólido con los componentes insolubles (Fon Fay Vásquez *et al.*, 2019).

#### **1.3.5. Carbohidratos**

Los carbohidratos, constituyen más del 90% de la materia seca de los vegetales. Son por tanto abundantes, de fácil disponibilidad y baratos. En los alimentos se pueden encontrar como componentes naturales o como ingredientes añadidos. Su uso está muy extendido, tanto por las cantidades que se consumen como por la variedad de productos en los que se encuentran. Poseen muchas estructuras moleculares diferentes, tamaños y formas con una gran variedad de propiedades físicas y químicas.

La prueba de carbohidratos por diferencia se considera un método indirecto para determinar el contenido total de carbohidratos en alimentos procesados. El método no mide directamente los carbohidratos, sino que se calcula restando el porcentaje de otros componentes medidos (como proteína, grasa, humedad y cenizas) del total de la muestra, asumiendo que el resto corresponde a carbohidratos (Fon Fay Vásquez *et al.*, 2019).

#### **1.3.6. Fibra**

La fibra dietética comprende componentes de las plantas que no son digeridos por las enzimas humanas, es decir, es el total de polisacáridos de las plantas junto con la lignina, que son resistentes a la digestión por las enzimas del tracto gastrointestinal humano. La denominación de la fibra es genérica y abarca una serie de sustancias químicamente definidas, con propiedades fisicoquímicas peculiares y

efectos fisiológicos individuales. Todos los componentes mayoritarios de la fibra (excepto la lignina) son carbohidratos complejos que pueden ser atacados por las enzimas de la microbiota intestinal.

Su determinación suele implicar métodos enzimáticos-gravimétricos, donde se eliminan componentes digeribles y se cuantifica el residuo fibroso. Este análisis es importante para evaluar el contenido nutricional y los beneficios para la salud de los alimentos. En los métodos enzimáticos, la solubilización de los constituyentes que no forman parte de la fibra, no se realiza con adición de reactivos químicos, sino que se añaden enzimas específicas que hidrolizan los carbohidratos asimilables y las proteínas. Estos métodos son los más eficientes debido a que el procedimiento analítico se asemeja más al proceso fisiológico de degradación de nutrientes que tiene lugar en el organismo humano, en el cual también participan enzimas (Fon Fay Vásquez *et al.*, 2019).

## **1.4. Pruebas fisicoquímicas**

### **1.4.1. pH**

El pH es una medida que indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones.

La prueba de pH es un método fundamental para medir la acidez o alcalinidad de un alimento y afecta las propiedades como sabor, textura y vida útil. El pH es una escala logarítmica que va de 0 a 14, donde los valores menores a 7 indican acidez, 7 es neutro y los valores mayores a 7 indican alcalinidad. Esta medición es esencial para comprender y controlar las propiedades químicas de una muestra en diversas aplicaciones (Casaubon-Garcín *et al.*, 2018).

### **1.4.2. Color**

#### **1.4.2.1. Escala CIELab\***

El espacio de color  $L^*a^*b$ , también llamado CIELAB, es uno de los sistemas más populares y uniformes para evaluar el color de un objeto. Es ampliamente utilizado porque relaciona los valores numéricos de forma consistente con la percepción humana del color. Investigadores y fabricantes lo utilizan para analizar atributos de color, detectar discrepancias y comunicar resultados de manera precisa usando números.

Al clasificar los colores, estos pueden describirse mediante el matiz (tono), la luminosidad (claridad) y la saturación (intensidad). Al establecer escalas para estos atributos, podemos definir el color con mayor precisión.

El espacio Lab se basó en una teoría del color oponente, que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde simultáneamente, ni amarillo y azul al mismo tiempo. Donde,  $L^*$  representa la luminosidad, mientras que  $a^*$  y  $b^*$  son las

coordenadas cromáticas:  $a^*$  para el eje rojo/verde (+ $a$  es rojo, - $a$  es verde) y  $b^*$  para el eje amarillo/azul (+ $b$  es amarillo, - $b$  es azul).

Los equipos de medición del color, como espectrofotómetros y colorímetros, pueden cuantificar estos atributos fácilmente. Determinan el color de un objeto dentro del espacio de color y muestran los valores para cada coordenada L,  $a^*$  y  $b^*$  (Konica minolta, 2014).

#### **1.4.2.2. Escala RGB**

El modelo RGB define colores usando componentes rojo (R, del inglés “Red”), verde (G, del inglés “Green”) y azul (B, del inglés “Blue”) para indicar la intensidad lumínica de cada tono. En imágenes de 24 bits, cada componente tiene un valor entre 0 y 255. Si se usan más bits, como una imagen de 48 bits, el rango de valores posibles es mayor. La mezcla de estas intensidades crea un color específico.

En los sistemas de color aditivo, como RGB, los colores se generan sumando luz a tres tonos primarios, produciéndose a partir de luz emitida. Por ello, RGB se usa en pantallas, donde se combinan luces roja, verde y azul para crear una amplia gama cromática. Al unir estos tres colores a su máxima potencia, el ojo humano percibe el resultado como blanco. Teóricamente, los colores individuales permanecen, pero los píxeles de la pantalla están tan cerca que nuestro ojo no los distingue por separado. Si el valor de cada componente es 0, significa que no hay luz y se percibe negro (CorelDRAW X6).

#### **1.4.3. Actividad de agua ( $a_w$ )**

Es la cantidad de agua libre que contiene un alimento; este parámetro se utiliza para determinar el grado de interacción del agua con los demás componentes ya que el agua ligada no puede utilizarse para llevar a cabo reacciones químicas ni el crecimiento microbiano. En una escala, el 0 corresponde a decir sin agua disponible mientras a 1 (agua pura). Este parámetro influye directamente en la estabilidad microbiológica, enzimática y química de los alimentos (Fennema, 2010).

#### **1.4.4. Textura**

La textura de los alimentos se define como el conjunto de atributos mecánicos, estructurales, geométricos y de superficie, que son percibidos por los sentidos del tacto (boca, lengua, dientes), la vista y el oído cuando el alimento es manipulado, masticado o ingerido. Estos atributos incluyen la dureza, cohesividad, elasticidad, crocancia, fragilidad, adhesividad y masticabilidad (Bourne s. f.). La textura depende directamente de la estructura interna del alimento, la composición de su matriz (almidón, proteínas, lípidos) y el contenido de agua, los cuales en conjunto determinan cómo el alimento se deforma o se fractura ante una fuerza aplicada (Rao s. f.). Asimismo, las propiedades de textura están estrechamente relacionadas con la aceptabilidad sensorial, ya que características como la crocancia o la dureza influyen de manera importante en la percepción de calidad y en el agrado del

consumidor (Civille, 2011). En este sentido, la textura puede considerarse un parámetro integral que refleja tanto los aspectos físicos del alimento como su impacto en la experiencia sensorial del consumidor.

#### **1.4.5. Índice de expansión**

El índice de expansión es una medida utilizada para evaluar el aumento de volumen de productos que pueden ser extruidos u horneados, como cereales inflados, snacks, entre otros. Se calcula comparando las dimensiones del producto antes y después del proceso de expansión. Este parámetro es crucial para determinar la calidad y aceptación del producto final (Téllez-Morales *et al.*, 2022).

### **1.5. Propiedades tecnofuncionales**

#### **1.5.1. Capacidad de retención de agua**

La prueba de capacidad de retención de agua (WH) en alimentos es un método utilizado para evaluar la capacidad de un alimento, como carnes, harinas, productos lácteos y vegetales, de retener agua bajo ciertas condiciones y es un parámetro clave en la formulación y procesamiento de alimentos, ya que impacta directamente en la calidad, funcionalidad y aceptación del producto final por los consumidores porque afecta la textura, jugosidad, estabilidad y calidad general de los productos alimenticios. La capacidad de retención de agua es definida como la propiedad de retener agua frente a una fuerza externa de gravedad centrífuga o de compresión y está dada por la suma del agua ligada, agua libre y agua atrapada; ésta última es la que contribuye en mayor proporción a la WH (Granito *et al.*, 2004).

#### **1.5.2. Capacidad de retención de aceite**

La capacidad de retención de aceite (OH) se refiere a la habilidad de un alimento o ingrediente para absorber y retener aceite, lo cual es crucial en productos fritos y en la formulación de alimentos procesados. Esta propiedad influye en la textura, sabor y contenido calórico del producto final. La OH está determinada por factores como la composición química, estructura y tamaño de partícula del alimento.

Esta prueba es fundamental para la mejora y desarrollo de productos en la industria alimentaria, ya que permite optimizar procesos y formular alimentos más saludables y de mejor calidad sensorial (Granito *et al.*, 2004).

#### **1.5.3. Digestibilidad de proteínas**

El consumo diario de proteínas aporta los aminoácidos esenciales y no esenciales para suplir diversas funciones dentro del cuerpo. Son moléculas muy complejas que varían en tamaño, estructura, solubilidad, lo que afecta también su digestibilidad la cual va a depender de la afinidad de las enzimas digestivas por estas proteínas (Canadá *et al.*, 2019).

Su determinación se realiza mediante la digestibilidad *in vivo* e *in vitro*, estas evaluaciones ayudan a saber la eficacia del alimento o producto para satisfacer las necesidades humanas. Estas miden un balance de nitrógeno dietético que es retenido en el cuerpo donde se toma en cuenta la ingesta de nitrógeno, el nitrógeno fecal y urinario y este sirve como indicador indirecto del balance proteico y por lo tanto se refleja la eficacia de la ingesta proteica (Gilani *et al.*, 2003).

#### **1.5.4. Almidones resistentes**

La hidrólisis del almidón se inicia en la boca mediante la acción de la amilasa salival y continúa en el intestino delgado con la participación de la  $\alpha$ -amilasa pancreática, lo que da lugar a la formación de moléculas más simples como disacáridos y polisacáridos de menor tamaño. Posteriormente, estas moléculas son degradadas por enzimas localizadas en el intestino delgado. En contraste, el almidón resistente (AR) logra evadir dicho proceso de digestión debido a su resistencia a la hidrólisis enzimática, característica que depende en gran medida de la proporción de amilosa y amilopectina en su estructura. Este tipo de almidón alcanza el intestino grueso, donde es fermentado por la microbiota colónica, produciendo ácidos grasos de cadena corta. De esta manera, el AR desempeña un papel prebiótico al servir como sustrato para el crecimiento y actividad de los microorganismos intestinales.

En función de la velocidad y grado de digestión, los almidones se clasifican en tres categorías: almidón de rápida digestión (ARD), responsable de incrementar de manera inmediata las concentraciones de glucosa en sangre; almidón de lenta digestión (ALD), que es completamente digerido en el intestino delgado, pero a una menor velocidad y proporción que el primero; y almidón resistente (AR), que no se digiere en el intestino delgado (Olayo-Contreras *et al.*, 2021).

El consumo de almidón resistente (AR) se ha vinculado con diversos efectos fisiológicos a nivel sistémico, entre ellos el control del metabolismo de la glucosa. Se ha observado que en los alimentos con un mayor contenido de amilosa tiende a incrementarse la cantidad de AR y de manera simultánea, a reducirse la respuesta glucémica. En este sentido, se ha establecido que la proporción de amilosa y amilopectina debe ser mayor a 1:1 y la ingesta de más de 8 g de AR por comida para lograr una disminución significativa de las concentraciones plasmáticas de glucosa e insulina. Se ha estudiado recientemente que en seres humanos el consumo de AR contribuye a la reducción de los niveles postprandiales de glucosa e insulina, además de favorecer una mayor sensibilidad a la insulina en individuos sanos (Villarreal Pía *et al.*, 2018).

#### **1.5.5. Azúcares reductores**

Los azúcares reductores son aquellos que tienen la capacidad de actuar como reductores o donadores de electrones en una reacción química, esto sucede por la presencia de grupos funcionales aldehído o cetona libre en su estructura con un carbonilo reactivo capaz de actuar sobre agentes oxidantes. En base a este mecanismo, los azúcares reductores tienen la capacidad de reducir el ácido 3,5-

dinitrosalicílico (DNS) bajo condiciones alcalinas y en presencia de calor para producir un cambio de coloración que es determinado por densidad óptica a una longitud de onda de 540 nanómetros (Azodi *et al.*, 2007).

## **1.6. Evaluación sensorial**

El Instituto de Alimentos de EE. UU. (IFT), define la evaluación sensorial como "la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído". Dicho de otra manera, la evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras (UPAEP, 2014). A través de esta evaluación, se obtiene la caracterización y análisis para establecer la aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo con las sensaciones experimentadas desde el mismo momento en que lo observa y después de su consumo. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen principalmente del individuo, del espacio y del tiempo.

### **1.6.1. RATA**

El método Rate-All-That-Apply (RATA) es una variante de las preguntas Check-All-That-Apply (CATA) que permite a los evaluadores calificar la intensidad de los atributos seleccionados. A diferencia de CATA, que solo requiere marcar los atributos presentes, RATA solicita a los evaluadores que, tras identificar los atributos que aplican, asignen una calificación que refleje la intensidad de cada atributo en el producto evaluado. Este enfoque proporciona una evaluación más detallada y cuantificable de las características sensoriales del producto (Giacalone *et al.*, 2016).

El método RATA ofrece varias ventajas sobre las pruebas tradicionales: permite una evaluación más precisa de los atributos sensoriales, proporciona información detallada y cuantificable, es flexible, ya que los participantes pueden omitir los atributos que consideren irrelevantes y calificar solo los que perciben. Este enfoque se aplica ampliamente en la evaluación sensorial de alimentos, bebidas, cosméticos u otros productos de consumo, siendo una herramienta útil para guiar en el desarrollo de productos y para tomar decisiones en investigación y desarrollo (Lumivero, 2024).

### **1.6.2. Escala hedónica**

En las pruebas hedónicas, se pide a los consumidores que valoren cuánto les gusta un producto utilizando una escala proporcionada por el analista. Estas pruebas son muy útiles en el desarrollo de productos y cada vez se aplican más en las empresas, porque, al final, son los consumidores quienes deciden si un producto tendrá éxito o no. Hasta hace poco, la evaluación de compra y la aceptación del consumidor se consideraba responsabilidad casi exclusiva de los departamentos de marketing e

investigación comercial. Sin embargo, es importante diferenciar entre análisis sensorial y marketing. Las pruebas sensoriales se realizan “a ciegas”, es decir, sin que los consumidores conozcan información como la marca o el precio. Esto significa que un producto puede recibir una valoración muy positiva por parte de los consumidores y aun así, no triunfar en el mercado. Por otro lado, resulta muy difícil que un producto con baja aceptación hedónica logre éxito, sin importar los esfuerzos de marketing. Por ello, realizar pruebas hedónicas antes de cualquier estrategia de marketing resulta fundamental, ya que aporta información valiosa para diseñar, ajustar y lanzar productos que realmente satisfagan las expectativas de los consumidores (Regueiro *et al.*, 2014).

### **1.6.3. Mapeo de preferencias**

Aunque nuestros sentidos son muy agudos, muchas veces a los consumidores les resulta complicado explicar las pequeñas diferencias entre productos similares. Combinar lo que perciben los consumidores a través de los datos sensoriales, nos permite obtener información más clara y útil sobre sus preferencias. Por ello, el mapeo de preferencias se ha convertido en una herramienta muy valiosa, ya que conecta directamente lo que los consumidores sienten, con las características de los productos. En este método, cada consumidor se representa individualmente dentro de un espacio multidimensional que refleja los productos evaluados. El mapeo de preferencias internas (IPM) utiliza un análisis de componentes principales (ACP) aplicado a los datos de preferencia, considerando los productos como observaciones y a los consumidores como variables. Cada persona asigna una calificación a los productos, lo que permite crear un mapa donde se pueden identificar claramente sus preferencias, ya sea de manera individual o en grupos. Por otro lado, el mapeo de preferencias externas (MPE) permite relacionar lo que prefieren los consumidores con ciertas características sensoriales o fisicoquímicas de los productos. Esta información es muy útil para los equipos de marketing e investigación y desarrollo, ya que les ofrece una base sólida para crear o ajustar productos que realmente se ajusten a lo que los consumidores buscan y esperan (Pestoric *et al.*, 2017).

## 2. Antecedentes

El consumo de insectos, también conocido como entomofagia, ha sido una práctica en diversas culturas alrededor del mundo a lo largo de la historia. En algunos casos, ciertos insectos eran considerados manjares de lujo y eran reservados para ocasiones especiales.

Se han estudiado algunas propiedades funcionales como solubilidad, capacidad de gelificación y de emulsión en proteínas de insectos, como grillos, además se ha demostrado que la harina de insecto posee un contenido de proteínas mayor.

Coutiño *et al.* (2008) analizaron dos variedades de maíz para determinar sus propiedades fisicoquímicas y su calidad para la elaboración de tortillas y botanas, encontraron que ambas especies (V-229 y V231A) son apropiadas para su uso industrial, además la variedad V231A puede mejorar la calidad nutricional de las tortillas y las botanas ya que presentaron un alto contenido de luteína y  $\beta$ -caroteno.

Amol Nankar (2017) analizó la calidad nutricional de algunas variedades de maíz azul ricos en antocianinas, debido a que podrían fungir como un alimento funcional. Se analizó la variación en el color en base a su contenido de antocianinas, su textura y sus composición, en base a esta información se determinó que poseen una mayor concentración de antocianinas, así como su concentración de proteínas y aceite fueron mayores para algunas variedades de maíz azul, además que presentan diferente composición en aminoácidos esenciales.

Rubi Cuj (2018) realizó una botana extruida con maíz nixtamalizado adicionado con harina del chapulín *Sphenarium purpurascens* bajo diferentes condiciones de temperatura, humedad y concentración de harina de chapulín. El resultado fue la obtención de una botana extrudida aceptable por el consumidor y alta en contenido proteico, con una incorporación de hasta 8.11 g/100 g de harina de chapulín, sin afectar sus propiedades fisicoquímicas.

Villaseñor *et al.* (2022) demostraron que la harina de *Sphenarium purpurascens* y sus hidrolizados de proteína pueden ser utilizados como ingrediente funcional, debido a las propiedades tecnofuncionales que presentan, como la solubilidad además de las propiedades biológicas como el potencial antioxidante y la inhibición de enzimas COX-2 (IC50: 0,52 mg/mL) e iNOS (IC50: 0,51 mg/mL) en ensayos bioquímicos.

Cruz-López *et al.* (2022) incorporaron harina de *Sphenarium purpurascens* a embutidos, encontrando que es un buen aglutinante para embutidos además de aportar color y elevar su contenido en proteínas, sin embargo, no tuvo buena aceptabilidad, aunque los autores mencionaron que se podría catalogar como un producto gourmet de alto valor agregado.

Amos Kipkemoi Ronoh *et al.* (2024) analizaron el efecto de la composición nutricional y aceptabilidad de galletas fortificadas con saltamontes de la especie *Ruspolia diferens* diseñadas para consumo de niños con deficiencias nutricionales,

con el fin de mejorar las cualidades nutricionales de las galletas, satisfacer parte de las necesidades de minerales y proteína en niños menores a 10 años, para disminuir la desnutrición.

### **3. Justificación**

En años recientes, el interés en el consumo de insectos, incluyendo *Sphenarium purpurascens*, ha crecido a nivel internacional, debido a que a pesar de su tamaño, aporta beneficios nutricionales y ha sido considerado como una fuente de alimento sustentable. Se han llevado a cabo investigaciones para evaluar el valor nutricional de *Sphenarium purpurascens* y su potencial como alimento funcional. Además, se están explorando alternativas de alimentos procesados para incorporar insectos en nuevos productos. Esta innovación ha obligado a establecer regulaciones para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad de los productos alimenticios que contienen insectos, incluyendo *Sphenarium purpurascens*.

Actualmente en el mercado, los snacks no tienen un aporte nutritivo al consumidor, por lo que se busca explorar nuevas formas innovadoras para obtener un snack con mayor valor nutricional. Una alternativa puede ser la incorporación de insectos como *Sphenarium purpurascens*, el cual presentan mayor concentración de proteína, ácidos grasos poliinsaturados, vitaminas y minerales que en combinación con el maíz azul (*Zea mays*) puede constituir una botana más nutritiva y sensorialmente aceptada por los consumidores.

### **4. Hipótesis**

Si el chapulín (*Sphenarium purpurascens*) y la harina de maíz azul (*Zea mays*) presentan buenas propiedades nutricionales, entonces se espera que, al ser combinados como ingredientes, se obtendrá un producto tipo snack con un mayor valor nutricional y propiedades fisicoquímicas y sensoriales aceptables.

### **5. Objetivos**

#### **5.1. Objetivo general:**

Evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un snack elaborado a partir de harina de maíz azul nixtamalizado enriquecido con harina desengrasada y no desengrasada de *Sphenarium purpurascens*.

#### **5.2. Objetivos particulares:**

- Obtener harina desengrasada y no desengrasada de *Sphenarium purpurascens*.

- Elaborar diferentes formulaciones de snacks incorporando harina desengrasada y no desengrasada de *Sphenarium purpurascens* en diferentes porcentajes.
- Evaluar las propiedades fisicoquímicas de los snacks elaborados.
- Realizar un análisis sensorial por medio de una prueba RATA, una prueba de agrado general y un mapeo de preferencias.

## 6. Metodología:

### 6.1. Metodología general

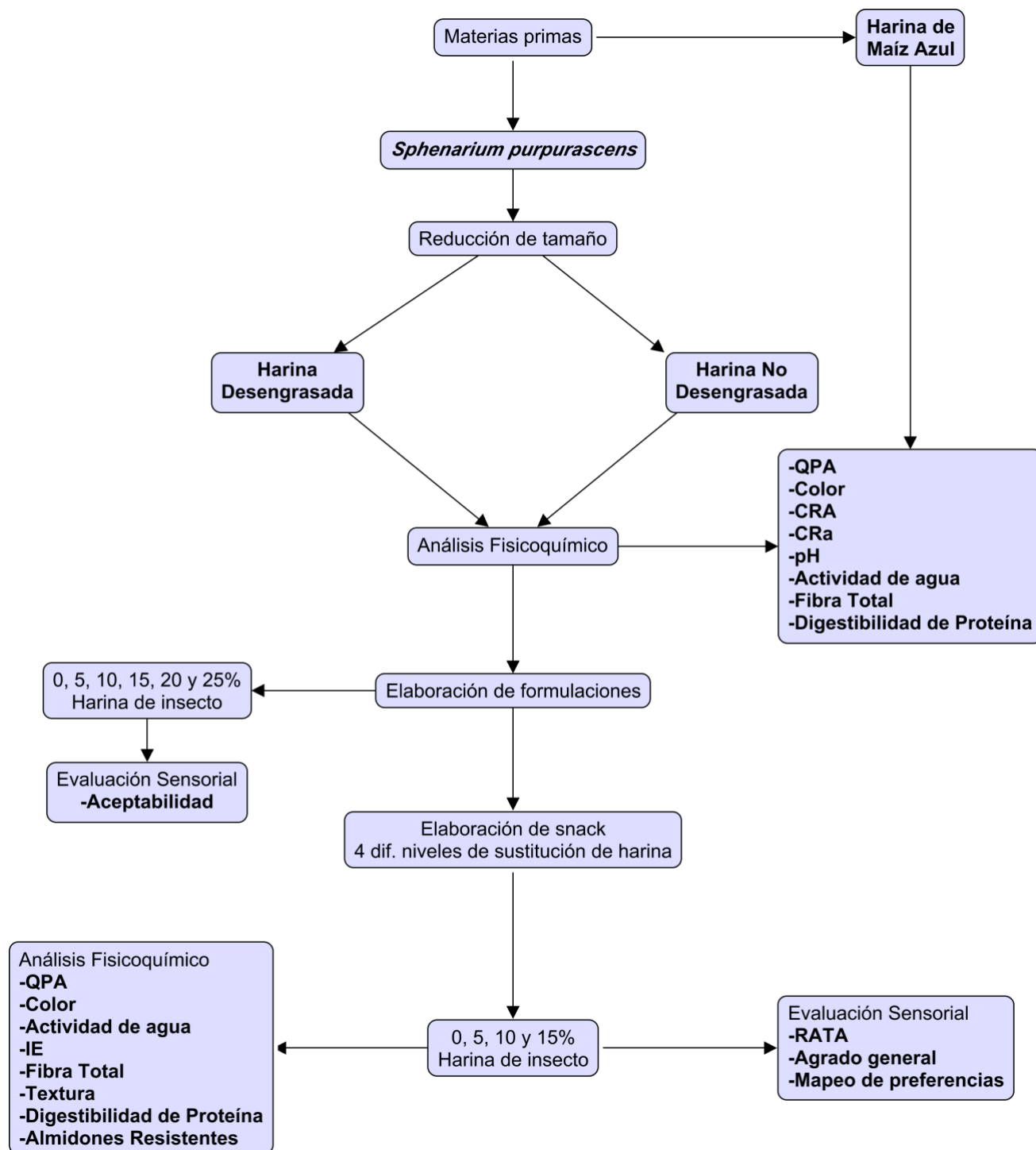


Figura 1. Metodología general.

QPA: Análisis Químico Proximal. CRA: Capacidad de Retención de Agua. CRa: Capacidad de Retención de Aceite. Aw: Actividad de Agua. IE: Índice de Expansión.

## 6.2. Obtención de harina de *Sphenarium purpurascens*

Los chapulines fueron recolectados de las cosechas de las milpas de Tenango del Aire, municipio del Estado de México. Fueron sacrificados por congelación a -25 °C en un congelador horizontal (Torrey modelo CHTC-55), posteriormente fueron lavados para eliminar impurezas y se secaron en un horno (Felisa modelo FE-291AD) a 50 °C durante 48 h para deshidratarlos. Se repartieron en dos fracciones, la primera fue etiquetada como harina sin desengrasar, la cual se obtuvo a partir de los insectos deshidratados y en la segunda fracción a los insectos deshidratados se les extrajo la grasa usando hexano como disolvente en una relación 1:5 muestra-solvente, donde se mantuvieron en agitación durante 24 h; el hexano fue separado mediante filtración y destilado para su recuperación. El hexano fue reemplazado cada 24 h hasta que se completaron 7 lavados. El secado de los insectos se realizó en una charola de aluminio a temperatura ambiente durante dos días hasta eliminar todo el solvente. Ambas fracciones se llevaron a una reducción del tamaño de partícula utilizando una licuadora NINJA modelo SS101Q Needham, Massachusetts USA, hasta la obtención de un polvo fino que se llevó a una malla 60 para obtener homogeneidad en el tamaño de partícula. El polvo se etiquetó como HDC (Harina Desengrasada de Chapulín) y HC (Harina sin desengrasar de Chapulín).

## 6.3. Análisis Químico Proximal (QPA)

### 6.3.1. Determinación de humedad

La humedad se determinó de acuerdo con el método de la A.O.A.C. (2019) donde un crisol se llevó a peso constante, se le añadieron 10 g de muestra y se colocó en una estufa a 105 °C hasta alcanzar el peso constante, lo que indicó que se ha eliminado toda el agua libre. El cálculo del contenido de humedad se determinó comparando el peso inicial con el peso seco de la muestra, (fórmula 1).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso crisol muestra húmeda} - \text{Peso crisol muestra seco}}{\text{Peso muestra húmeda}} \times 100 \quad (1)$$

### 6.3.2. Determinación de proteína total por micro Kjeldahl

Para esta determinación se colocaron 0.15 g de muestra con 0.8 g de catalizador y 3 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en un matraz Kjeldahl, la mezcla se sometió a digestión en una campana de extracción hasta observar que no se desprendieran vapores. Posteriormente se dejó enfriar y se añadieron 10 mL de agua destilada, esta mezcla se transfirió al destilador microKjeldahl donde se adicionaron 15 mL de NaOH al 40% (p/v). El amoniaco se arrastra con el vapor y se destila hacia 10 mL de una solución de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 2% con 6 gotas de indicador Tashiro (rojo de metilo 0.2% y azul de metileno 0.1%), recolectando el destilado hasta obtener un volumen de 40 mL. Después se realizó una titulación con HCl 0.1 N y se calculó el porcentaje de proteína con la formula 2.

$$\% \text{ de proteína} = \frac{\text{mL de HCl gastados en muestra} \times 0.014 \times \text{Normalidad HCl} \times 100}{\text{peso de muestra}} \times 4.5 \quad (2)$$

### 6.3.3. Determinación de cenizas

Se realizó la determinación con base en la norma NMX-F-066-S-1978, la cual indica que se debe llevar un crisol a peso constante, colocar 1 g de muestra y quemar en parrilla hasta que no se desprenda humo, posteriormente se lleva el crisol a la mufla (Felisa, FE-340, Jalisco, México) a una temperatura de 550 °C durante 6 h donde se calcina completamente. Se deja enfriar en la mufla y posteriormente se coloca el crisol en un desecador para completar el enfriamiento, una vez frío se pesa el crisol con las cenizas. El porcentaje de cenizas se determinó con la fórmula 3.

$$\% \text{cenizas} = \frac{\text{peso de crisol con cenizas} - \text{peso de crisol vacío}}{\text{peso de muestra}} \times 100 \quad (3)$$

### 6.3.4. Determinación de grasa

La grasa se determinó de acuerdo con la A.O.A.C. (2019). En un equipo Soxhlet StonyLab, se colocaron 20 g de muestra con 200 mL de hexano en un matraz bola pesado previamente, se realizaron 3 lavados y posteriormente se destiló el hexano del matraz para calcular el porcentaje de grasa con la fórmula 4.

$$\% \text{grasa} = \frac{\text{peso matraz con grasa} - \text{peso de matraz}}{\text{peso de muestra}} \times 100 \quad (4)$$

### 6.3.5. Carbohidratos

La determinación de carbohidratos se realizó por diferencia siguiendo la formula 5.

$$\% \text{carbohidratos} = 100\% - \% \text{grasa} - \% \text{cenizas} - \% \text{proteína} - \% \text{humedad} \quad (5)$$

### 6.3.6. Determinación de Fibra Total

Se determinó de acuerdo con el método descrito por Lee *et al.* (1992) con modificaciones de acuerdo con el manual de Sigma Aldrich 1.12979.0001. En un vaso de 600 mL se colocó 1 g de muestra (también se debe preparar un blanco) con 40 mL de solución tampón MES/Tris 0.05 M pH 8.3. Para ello se disolvieron 2.13 g de MES (ácido 2-morfolinoetansulfónico monohidrato) y 1.22 g de TRIS (tris (hidroximetil)-aminometano) en 170 ml de agua destilada y se ajustó el pH a un valor de 8.3 a 20 °C con hidróxido de sodio 6 M, completar el volumen hasta 200 ml con agua destilada. Se agregaron 50 µl de solución de α-amilasa (A3306 Sigma Aldrich), se incubó la mezcla durante 30 minutos de 95 a 100 °C y se enfrió a 60 °C. Posteriormente se adicionaron 50 µl de solución de proteasa (126741 Sigma Aldrich Alcalase® Enzyme, *Bacillus licheniformis*) y se incubó durante 30 minutos a 60 °C; después se adicionaron 5 mL de ácido clorhídrico (0.56 mol/l) y se ajustó el pH a un valor de 4.0 – 4.7 a 60 °C con hidróxido de sodio al 5%. Se adicionaron 150 µl de solución de amiloglucosidasa (A9913 Sigma Aldrich solution from *Aspergillus niger*) y se incubó durante 30 minutos a 60 °C. Después de la degradación se agregaron 220 mL de etanol al 95% a 60 °C. El precipitado formado reposó durante 1h a temperatura ambiente, después se filtró en un crisol de vidrio (previamente se llevó

a peso constante y se le adicionaron 0.5 g de Celita 545). Los residuos se lavaron 3 veces con 15 mL de alcohol al 78%, después 2 veces con 10 mL de alcohol al 96% y 3 veces con 10 mL de acetona. Se dejaron secar durante una noche a 105 °C, se enfriaron y se determinó el peso, tomando del residuo una cantidad para determinar proteína por el método de micro Kjeldahl y otra para determinar cenizas. Posteriormente el porcentaje de fibra se determinó con la fórmula 6.

$$\% \text{fibra total} = \frac{\text{masa del residuo} - \text{masa de proteína} - \text{masa de cenizas} - \text{masa del blanco}}{\text{masa de muestra}} \times 100 \quad (6)$$

## **6.4. Propiedades Fisicoquímicas**

### **6.4.1. Determinación de pH**

Para medir el pH se utilizó un potenciómetro calibrado con soluciones buffer de pH ácido y alcalino. Se pesaron 5 g de muestra y se disolvieron en 45 mL de agua destilada; se llevó a agitación (CORNING® PC-420D, Massachusetts, USA) y posteriormente se filtró a través de una gasa. La determinación se realizó en el filtrado.

### **6.4.2. Determinación de color**

Para determinar el color se utilizó un colorímetro Hunter Lab calibrado de acuerdo con las instrucciones del proveedor. Para la muestra se realizaron 4 determinaciones, para ello se llenó el porta-muestra y se rotó cada 90° para cada determinación. Los resultados obtenidos se reportaron de acuerdo con los valores promedio de L\* que nos indica la luminosidad, a\* que va de +rojo a -verde, b\* que va de +amarillo a -azul y ΔE que indica que tan perceptible es la diferencia de color al ojo humano.

### **6.4.3. Determinación de Actividad de agua**

La actividad de agua ( $a_w$ ) se determinó con un higrómetro marca AquaLab previamente calibrado. Para esto se tomó una muestra del snack previamente pulverizado y se colocó en el porta muestra del higrómetro sin sobrepasar la mitad de la altura y sin dejar ver el fondo, lo que permitió hacer mediciones exactas.

### **6.4.4. Determinación de Textura**

Para determinar la textura de las formulaciones de los snacks se realizó un análisis de perfil de textura (APT) con un texturómetro (Brookfield modelo CT3, USA). Se utilizaron dos sondas, una sonda cilíndrica (TA-AACC36) y una sonda cilíndrica de acrílico de 5 cm de diámetro (TA11). Las diferentes formulaciones de snacks se cortaron a una longitud de 5 cm de largo. El equipo se programó con un objetivo de distancia de 1.5 mm y un tiempo de espera de 0 segundos, una carga de activación de 0.005 N, una velocidad de prueba de 5 mm/s, y un contador de ciclos de 2. Para el primer ciclo se obtuvieron los datos de dureza, % de deformación según dureza y adhesividad, para el segundo ciclo se obtuvieron los datos de dureza, cohesividad

elasticidad, firmeza, masticabilidad y cohesividad, firmeza y masticabilidad corregida. Para la fractura se obtuvo la cantidad de fracturas y fracturabilidad con una sensibilidad de 5% de carga.

#### **6.4.5. Determinación de Índice de Expansión.**

Se determinó de acuerdo con la metodología descrita por Téllez-Morales *et al.* (2022) adaptándola a la elaboración del producto, la medida del snack se tomó con un Vernier digital antes y después del horneado. Con ayuda de la formula 7 se obtuvo el índice de expansión.

$$IE = \frac{\text{diametro antes de la cocci3n}}{\text{diametro despues de la cocci3n}} \times 100 \quad (7)$$

### **6.5. Propiedades tecnofuncionales**

#### **6.5.1. Capacidad de retención de agua**

La determinación de la capacidad de retención de agua (WH) se realizó de acuerdo con Jeong *et al.* (2021) con algunas modificaciones. Inicialmente se pesaron 0.5 g de muestra seca con 10 mL de agua y se agitó (CORNING® PC-420D, Massachusetts, USA) a 500 rpm durante 30 minutos, posteriormente se centrifugó (Velab PRO 8M, CDMX, México) a 4000 rpm durante 30 minutos, se pesó el sobrenadante y se calculó WH de acuerdo con la fórmula 8 en g de agua absorbida/g de muestra seca.

$$WH = \frac{\text{peso del agua utilizada} - \text{peso de sobrenadante}}{\text{peso de muestra}} \quad (8)$$

#### **6.5.2. Capacidad de retención de aceite**

La capacidad de retención de aceite (OH) se determinó siguiendo la metodología descrita por Jeong *et al.* (2021) con modificaciones. Se pesaron 0.5 g de muestra seca y se dispersaron en 10 g de aceite de canola, se agitó (CORNING® PC-420D, Massachusetts, USA) a 550 rpm durante 30 minutos y posteriormente la mezcla se centrifugó (Velab PRO 8M, CDMX, México) a 4000 rpm durante 30 minutos. Se separó y se pesó el sobrenadante para calcular el índice OH de acuerdo con la formula 9 y se expresó como g de aceite absorbido/g de muestra seca.

$$OH = \frac{\text{peso de aceite utilizado} - \text{peso de sobrenadante}}{\text{peso de muestra}} \quad (9)$$

#### **6.5.3. Determinación de proteína digerible**

La digestibilidad de las proteínas se evaluó mediante un método *in vitro* que simula las condiciones bucales, gástricas e intestinales del tracto digestivo humano, empleando diferentes enzimas, siguiendo la metodología propuesta por Ottoboni *et al.* (2017), Yang *et al.* (2014) y Villaseñor, *et al.* (2022), con algunas

modificaciones. Se pesaron 0.5 g de muestra y se añadieron 10 mL de una solución salina que contenía cloruro de calcio 7 mM y cloruro de sodio 0.35 mM, se calentó a baño maría durante 10 minutos; posteriormente se agregaron 5 µL de solución de α-amilasa (A3306 Sigma Aldrich) con una concentración de 75 u/mg y se dejó en incubación durante 10 minutos (fase bucal). Pasado el tiempo se ajustó la mezcla a pH 2 con HCl 1M y se agregaron 0.1 g de pepsina (P700-25G Sigma Aldrich from porcine gastric mucosa) la mezcla se incubó durante dos horas (fase gástrica). Una vez transcurrido el tiempo de incubación, se ajustó el pH a 7.5 con NaOH 1M y se agregaron 10 mL de una solución buffer de fosfatos 0.2M pH 7.5, se dejó en reposo durante 10 minutos y posteriormente se agregaron 0.025 g de pancreatina (P7545-25G Sigma Aldrich from porcine pancreas) y 50 µL de amiloglucosidasa (A9913 solution from *Aspergillus niger*), la mezcla se incubó durante 4 horas (fase intestinal). Todo el procedimiento se realizó en oscuridad a 38°C ± 1°C en constante agitación. Una vez concluida la fase intestinal, se llevó a 80°C durante 10 minutos para detener la digestión e inactivar las enzimas y posteriormente se permitió el enfriamiento a temperatura ambiente. Después de enfriar se separó el residuo del sobrenadante mediante centrifugación (Velab PRO 8M, CDMX, México) a 4000 rpm durante 30 minutos. Se realizaron 3 lavados a cada residuo con agua destilada, se centrifugaron durante 15 minutos y se dejaron secar durante una noche a 70°C. Las muestras secas se enfriaron y se les determinó el contenido de proteína con el método de micro Kjeldahl y el resultado permitió determinar el porcentaje de proteína digerible con la fórmula 10.

$$\% \text{Digestibilidad} = \frac{\% \text{proteína antes de digestión} - \% \text{proteína después de digestión}}{\% \text{proteína antes de digestión}} \times 100 \quad (10)$$

#### 6.5.4. Determinación de Almidones resistentes

La determinación de almidones resistentes se realizó tomando una muestra de 1 mL de cada fase de la digestibilidad *in vitro* descrita en el apartado 6.5.3. Se clasificaron como ARD (almidones de rápida digestión) a las muestras tomadas después de la fase en boca, ALD (almidones de lenta digestión) a las muestras tomadas después de la fase gástrica y AT (almidones totales) a las muestras tomadas al finalizar la fase intestinal. Se centrifugaron por 10 minutos para separar el sobrenadante del cual se tomaron 20 µL y se completaron con 480 µL de agua destilada, posteriormente se continuo con el mismo procedimiento para la determinación de azúcares reductores descrita en el apartado 6.5.5, agregando 500 µL de solución de DNS y 500 µL de muestra. Después se determinó la concentración de almidones resistentes mediante las siguientes formulas.

$$ARD = \frac{(\text{concentración aparente})(\text{Factor de dilución})}{\text{peso de muestra}} \quad (11)$$

$$AT = \frac{(concentración\ aparente)(Factor\ de\ dilución)}{peso\ de\ muestra} \quad (12)$$

$$ALD = AT - ARD \quad (13)$$

$$Digestibilidad\ Total = ARD + ALD \quad (14)$$

$$Almidones\ resistentes = 1000 - Digestibilidad\ Total \quad (15)$$

### 6.5.5. Determinación de azúcares reductores

Inicialmente, se construyó una curva estándar en la que se prepararon soluciones de glucosa con distintas concentraciones (0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.4, 1.7 y 2 g/L). Posteriormente, se prepararon 500 mL de reactivo DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico), para lo que se pesaron inicialmente 5 g de DNS, 150 g de tartrato de sodio y potasio, 8 g de NaOH, 1 g de fenol, 0.25 g de sulfito de sodio. Una vez pesados los reactivos se disolvió el NaOH en 200 mL de agua y se añadió lentamente en agitación el DNS después se añadió el sulfito de sodio, el fenol y por último sin parar la agitación se agrega el tartrato de sodio y potasio. Finalmente, se aforó a 500 mL y se filtró. Se guardó en un recipiente ámbar a temperatura ambiente (Miller, 1959). Para construir la curva estándar se adicionaron 0.5 mL de las diferentes concentraciones de glucosa y 0.5 mL del reactivo DNS en un tubo de ensayo de 10 mL. Los tubos se colocaron en baño de agua a 100°C durante 10 min, posteriormente se enfriaron hasta temperatura ambiente y se les añadieron 5 mL de agua destilada. Se agitaron y se realizó la lectura a 540 nm en espectrofotómetro (Thermo scientific modelo GENESYS 10s UV-VIS) (Bello, 2006).

### 6.6. Elaboración de Snack horneado

Se realizaron 11 formulaciones diferentes: un control que contenía 100% de harina de maíz azul, 5 niveles de sustitución (5, 10, 15, 20 y 25%) para cada harina de chapulín (HC y HDC). En la tabla 1 se enlista la formulación del control y los cinco niveles de sustitución. Para realizar los snacks inicialmente se pesaron 40 g de harina de maíz, 5 g de grasa vegetal y 0.6 g de sal, se mezclaron los ingredientes y se amasaron durante 5 minutos hasta su completa integración y que no se observaran grumos. Posteriormente se añadieron 54.4 g de agua potable y se amasó la mezcla durante 4 minutos. Para proceder a colocarla en un tubo con una duya pastelera de 5.31 mm de diámetro interior y 10 cm de longitud. Las muestras fueron acomodadas en una charola y horneadas a 190°C durante 20 minutos.

Tabla 1. Formulaciones de snacks con y sin harina desengrasada

| Ingredientes (g) | Control | Sustituciones con harina de chapulín (HC o HDC) |     |     |     |     |
|------------------|---------|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|                  |         | 5%                                              | 10% | 15% | 20% | 25% |
| Harina de maíz   | 40      | 38                                              | 36  | 34  | 32  | 30  |

|                    |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| Harina de chapulín | 0    | 2    | 4    | 6    | 8    | 10   |
| Sal                | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  |
| Grasa vegetal      | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
| Agua potable       | 54.4 | 54.4 | 54.4 | 54.4 | 54.4 | 54.4 |

Harina de *Sphenarium purpurascens* sin desengrasar (HC); Harina desengrasada de *Sphenarium purpurascens* (HDC).

## 6.7. Pruebas sensoriales

Para realizar las pruebas sensoriales, se consideraron las características fisicoquímicas que presentaron las muestras y se descartaron aquellas que presentaran características fisicoquímicas similares. El formulario del análisis sensorial (Anexo 4) fue realizado por consumidores de entre 18 y 60 años. Antes de empezar la prueba, los participantes dieron su consentimiento por escrito para participar. Del mismo modo, se proporcionó agua potable a los participantes para que pudieran limpiarse y enjuagarse la boca entre cada muestra presentada.

### 6.7.1. RATA

En esta prueba a cada participante se le dieron seis muestras diferentes de snacks, con una longitud de 3 cm. Se aplicó la prueba RATA (Rate All That Apply), además se les presentaron preguntas con un listado de descriptores y se les solicitó que seleccionarán todos los que aplicaran a la muestra y en que intensidad estaban presentes los atributos sensoriales de textura, apariencia, olor y sabor considerando 4 niveles: “No presente” hasta “Alta intensidad” (Vargas-Medina, 2024).

### 6.7.2. Prueba de agrado general

Para la sección de esta prueba se pidió a los participantes que calificaran el agrado general de cada muestra usando una escala hedónica de 7 puntos donde 1 es “Me desagrada mucho” y 7 “Me gusta mucho”.

### 6.7.3. Mapeo de preferencias

El mapeo de preferencias se realizó tomando en cuenta los datos obtenidos de la prueba hedónica utilizando el programa estadístico XLSTAT en su versión 2014.5.03 (Addinsoft, New York, Estados Unidos).

## 6.8. Análisis Estadístico

Todas las determinaciones experimentales se realizaron por triplicado, y los resultados se presentaron como el promedio con su desviación estándar. El análisis estadístico de los resultados obtenidos se realizó empleando el software XLSTAT, versión 2014.5.03 (Addinsoft, New York, Estados Unidos), con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ . Para evaluar las diferencias entre tratamientos se aplicó un análisis de varianza unidireccional (ANOVA) y una prueba de comparación de

medias con el método de Tukey. Asimismo, se utilizó un análisis de componentes principales (PCA) para interpretar los parámetros de textura y la prueba RATA. En cuanto a la evaluación sensorial, los datos obtenidos de la prueba RATA se analizaron con un análisis factorial de correspondencias (AFC), mientras que los resultados de la prueba hedónica fueron procesados con la prueba no paramétrica de Friedman. Finalmente, para el mapeo de preferencias se realizó una prueba de distribución de frecuencias.

## 7. Resultados:

### 7.1. Análisis Químico Proximal de harinas

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos del análisis químico proximal (QPA) de las diferentes harinas analizadas.

Se observa que, para HMB y HMA, hubo diferencia significativa con respecto a los valores de humedad. La norma NOM NMX-F-046-S-1980 establece que el valor máximo de humedad de la harina de maíz es <11%. Con respecto a la harina de *Sphenarium purpurascens*, hubo un aumento en la humedad en la harina desengrasada aunque los valores obtenidos se encuentran dentro de lo establecido en la norma NOM-147-SSA1-1996, con un valor máximo del 15%. El incremento de la humedad ocurre debido al proceso de desengrasado, ya que queda disponible el espacio que ocupaba la grasa lo que ocasiona que la harina se vuelva higroscópica y absorba fácilmente humedad del ambiente. Marasca *et al.* (2025) analizaron el efecto del método de desgrasado de las larvas de la mosca soldado-negra (*Hermetia illucens*) y encontraron que el contenido de humedad aumentaba con el desengrasado porque la extracción con solventes eliminaba los lípidos hidrofóbicos lo que produjo alteración en las interacciones lípido-proteína, exponiendo grupos funcionales polares (p. ej., hidroxilo, amino y carboxilo), lo que aumentó la afinidad de la matriz por el agua.

Los valores obtenidos para la concentración de proteína presentados en la tabla 2 presentaron diferencia significativa entre las muestras de maíz. La harina de maíz azul obtuvo el mayor porcentaje de proteína con respecto a la harina de maíz blanco, las diferencias podrían deberse al tratamiento de nixtamalización que se le aplicó al maíz ya que el proceso de nixtamalización puede hacer que el contenido de proteína del maíz aparente ser mayor aunque esto no implica que se formen nuevas proteínas, sino que el proceso altera la matriz del grano (al remover componentes solubles o cambiar la estructura) permitiendo una mejor determinación de la proteína (Joshi *et al.*, 2025). Los valores obtenidos fueron inferiores a los reportados por Téllez-Morales *et al.* (2022) y Contreras Jiménez *et al.* (2020), con valores de 10.53% y 7.89%, respectivamente.

Para las harinas de *Sphenarium purpurascens*, el porcentaje de proteínas aumentó después del proceso de desengrasado, ya que, al desengrasar, se concentró el contenido de proteínas y aumentó del 43% al 53%. Este resultado fue similar a los reportados por algunos autores, con valores de proteína reportados de 57 y 52% (Ramos-Elorduy *et al.*, 2002; Téllez-Morales *et al.*, 2022). Aunque otros reportes mostraron valores mayores hasta del 75.9% para *Sphenarium purpurascens* (Patrick Nolan *et al.*, 2023). La variación en el contenido proteico de insectos de la misma especie puede deberse a múltiples condiciones como la alimentación, la temporada del año en la que se realizó la cosecha, la etapa de desarrollo en la que se encuentren, así como a las etapas de procesamiento, como el secado o el pretratamiento que se les aplique (Patrick Nolan *et al.*, 2023).

En cuanto a los porcentajes de cenizas no se obtuvo una diferencia significativa entre las harinas de maíz azul y blanca los cuales presentaron valores de 1.67 y 1.57, respectivamente. Téllez-Morales *et al.* (2022) reportaron un contenido de cenizas de 1.43% en harinas de maíz. Para las harinas desengrasada y no desengrasada de *Sphenarium purpurascens* presentaron diferencias significativas con valores de 4.21 y 3.95%, similares a lo reportado por Téllez-Morales *et al.* (2022) con 3.58% aunque otros reportes indicaron valores mayores de 5.23% (Ramos-Elorduy *et al.*, 2002).

Para el porcentaje de grasa al igual que con las cenizas no se observaron diferencias significativas entre las harinas de maíz azul (4.17%) y blanca (4.13), además que los valores encontrados están por debajo de lo reportado por Téllez-Morales *et al.* (2022). Por otro lado, en las harinas de *Sphenarium purpurascens* desengrasada y sin desengrasar se obtuvo una diferencia significativa con valores de 0.43 y 9.3%, inferiores a los trabajos reportados por otros autores de 10.47 (Téllez-Morales *et al.*, 2022) y 11.05% (Ramos-Elorduy *et al.*, 2002). Con respecto a los porcentajes de carbohidratos se obtuvieron diferencias significativas entre los valores de todas las harinas. Aunque la harina de maíz azul tuvo un porcentaje menor de carbohidratos en comparación con la harina de maíz blanca, estos valores fueron superiores a los obtenidos por Téllez-Morales *et al.* (2022) con un valor de 75.72%. Por otro lado, para las harinas de *Sphenarium purpurascens*, la harina desengrasada presentó un porcentaje menor de carbohidratos (29.52%) en comparación con un 36.13% para la harina sin desengrasar, similar a lo reportado por Téllez-Morales *et al.*, (2022) con un valor de 33.17% aunque Ramos-Elorduy *et al.* (2002) obtuvieron un valor de 26.77%. La disminución del contenido de carbohidratos puede ser atribuido al proceso de desengrasado que modifica la composición proximal de la harina desengrasada.

Los valores del porcentaje de fibra total de las harinas de maíz presentan diferencias significativas entre todas las muestras analizadas. El valor para la harina de maíz azul fue de 10.93% y para la blanca de 9.33%, lo que coincide con lo reportado por otros autores con valores de 7.75 y 12.10% (Sotelo *et al.*, 2008; Bressani *et al.*, 2001).

Para las harinas de chapulín, la harina desengrasada (HDC) presentó una disminución en el contenido de fibra total en comparación con la harina sin desengrasar (HC), esta diferencia se puede deber a la fibra que esta parcialmente ligada a la grasa y en el proceso de desengrasado pudo perderse, así como el uso del solvente utilizado podría hacer que se tenga una pérdida de fibra ya que el solvente puede modificar la estructura de las harinas (Alfonzo-González, 2000). De acuerdo con Rumpold y Schlüter (2013) los valores de fibra total que encontraron fueron de 6-17% en insectos ortópteros.

Tabla 2. Análisis Químico Proximal en harinas

| Parámetros     | HMA                         | HMB                         | HC                          | HDC                         |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Humedad        | 4.75% ± 0.09 <sup>B</sup>   | 4.57% ± 0.07 <sup>A</sup>   | 7.44% ± 0.02 <sup>C</sup>   | 12.60% ± 0.07 <sup>D</sup>  |
| Proteína       | 6.44% ± 0.2 <sup>B</sup>    | 5.59% ± 0.2 <sup>A</sup>    | 43.18% ± 0.004 <sup>C</sup> | 53.24% ± 0.004 <sup>D</sup> |
| Cenizas        | 1.67% ± 0.06 <sup>A</sup>   | 1.57% ± 0.06 <sup>A</sup>   | 3.95% ± 0.02 <sup>B</sup>   | 4.21% ± 0.14 <sup>C</sup>   |
| Grasa          | 4.17% ± 0.1 <sup>B</sup>    | 4.13% ± 0.03 <sup>B</sup>   | 9.30% ± 0.9 <sup>C</sup>    | 0.43% ± 0.06 <sup>A</sup>   |
| *Carbohidratos | 82.98% ± 0.003 <sup>C</sup> | 84.15% ± 0.001 <sup>D</sup> | 36.13% ± 0.01 <sup>B</sup>  | 29.52% ± 0.005 <sup>A</sup> |
| Fibra          | 10.93% ± 0.003 <sup>B</sup> | 9.33% ± 0.006 <sup>A</sup>  | 16% ± 0.001 <sup>D</sup>    | 13.59% ± 0.005 <sup>C</sup> |

Todos los valores están expresados en porcentaje base seca

\*Carbohidratos = 100 – proteína cruda – grasa – ceniza – humedad.

Cada valor se expresa como la media (n=3) ± la desviación estándar; Letras diferentes entre columnas, indican diferencias significativas (p <0.05). Harina de maíz azul (HMA); Harina de maíz blanca (HMB); Harina de *Sphenarium purpurascens* sin desengrasar (HC); Harina desengrasada de *Sphenarium purpurascens* (HDC).

## 7.2. Propiedades fisicoquímicas de harinas

### 7.2.1. pH

En la tabla 3 se puede observar los resultados de las propiedades de pH, color, actividad de agua, fibra y digestibilidad de las diferentes harinas utilizadas. Las harinas de maíz presentaron diferencias significativas con respecto al pH; la harina de maíz azul presentó un pH más alcalino, esto se puede ser debido al proceso de nixtamalización. Cabe señalar que el maíz presenta de forma silvestre un pH entre 7.2 y 7.5. Con respecto a las harinas de *Sphenarium purpurascens*, no hubo diferencias significativas en cuanto al pH con valores ácidos entre 5.3 y 5.4, lo que puede ser atribuido a su composición química y a los procesos post mortem por los que pasa el insecto ya que sus tejidos contienen ácidos orgánicos naturales que contribuyen a la acidez, además durante la deshidratación del insecto algunas proteínas se degradan en aminoácidos ácidos y también pudo influir el crecimiento de la microbiota residual, ya que puede generar ácido láctico y acético (Ibarra-Herrera *et al.*, 2020).

### 7.2.2. Actividad de agua (a<sub>w</sub>)

Con respecto a la actividad de agua se encontró una diferencia significativa entre todas las muestras, con valores por debajo de 0.6 lo que indica que se tiene poca agua libre para las reacciones químicas, bioquímicas y el crecimiento microbiano. Para la harina de chapulín se presentaron valores de 0.3 para HC y 0.6 para HDC. Sánchez-Velázquez *et al.* (2025) indicaron que la a<sub>w</sub> de harinas de insecto se encuentran entre 0.31 y 0.36, similar a los valores obtenidos para la muestra HC, sin embargo el aumento del a<sub>w</sub> de HDC puede deberse al proceso de desengrasado que permite que el agua se asocie a los compuestos hidrofílicos del alimento, aumentando así el agua libre y por ende la actividad de agua, sin embargo, se considera como un valor que indica poca agua disponible.

### 7.2.3. Color

Con respecto a los parámetros de color en la escala CIELab\*, la harina de maíz azul presentó la menor luminosidad ( $L^*$ ) en comparación con el maíz blanco., debido a que se encuentra en el espectro de los amarillos con tendencia a las tonalidades azules. Posiblemente se puede deber al pH alcalino en el que se encuentra la harina azul, las antocianinas tienden a las tonalidades azul y verde, aunque otro factor que podría estar afectando el color es el proceso de nixtamalización donde los colores del maíz azul tienden a intensificarse dando tonalidades más azules y moradas. Además, las antocianinas se activan al entrar en contacto con el agua, es decir que se disuelven fácilmente, y su color y estabilidad dependen del pH y la temperatura del medio ya que son hidrosolubles y tienden a dar tonalidades azules o moradas.

En cuanto a las harinas de *Sphenarium purpurascens* podemos observar que presentaron diferencias significativas con respecto a la luminosidad ( $L^*$ ) ya que la harina de insecto sin desengrasar tiende a ser más oscura, con un valor de 32.08 y para harina sin desengrasar con un valor de 27.90. En cuanto a los valores de  $a^*$  también se encontraron diferencias significativas con valores de 8.4 y 8.1, para  $b^*$  se tuvieron valores de 13.455 y 13.93. Algunos autores han reportado valores para  $L^*$  de 39.91 a 52.46, para  $a^*$  de 10.24-10.84 y para  $b^*$  de 14.08-14.61 (Sánchez-Velázquez, *et al.*, 2025). En cuanto a la harina desengrasada la luminosidad fue mayor debido posiblemente al proceso de desengrasado de la harina que disuelve la grasa y algunos colorantes de la harina del insecto, lo que hace que su luminosidad aumente (Bußler, *et al.*, 2016).

Tabla 3. Propiedades Fisicoquímicas de las Harinas

| Muestras | pH                | $a_w$            | Colorimetría         |                     |                      |
|----------|-------------------|------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|          |                   |                  | $L^*$                | $a^*$               | $b^*$                |
| HMA      | $9.3 \pm 0.228^C$ | $0.4 \pm 0^B$    | $69.750 \pm 0.357^C$ | $2.208 \pm 0.017^B$ | $4.3 \pm 0.093^A$    |
| HMB      | $6.7 \pm 0.010^B$ | $0.5 \pm 0.01^C$ | $84.013 \pm 0.126^D$ | $0.580 \pm 0.014^A$ | $12.833 \pm 0.036^B$ |
| HC       | $5.3 \pm 0.006^A$ | $0.3 \pm 0.01^A$ | $27.903 \pm 0.311^A$ | $8.4 \pm 0.081^D$   | $13.455 \pm 0.081^C$ |
| HDC      | $5.4 \pm 0.020^A$ | $0.6 \pm 0.04^D$ | $32.085 \pm 0.083^B$ | $8.118 \pm 0.066^C$ | $13.930 \pm 0.125^D$ |

$L^*$ =luminosidad

$a^*$ = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

$b^*$ = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Cada valor se expresa como la media ( $n=3$ )  $\pm$  la desviación estándar; los valores marcados con letras diferentes en cada columna mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Harina de maíz azul (HMA); Harina de maíz blanca (HMB); Harina de *Sphenarium purpurascens* sin desengrasar (HC); Harina desengrasada de *Sphenarium purpurascens* (HDC).

## 7.3. Propiedades tecnofuncionales de Harinas

### 7.3.1. Capacidad de Retención de agua y aceite de harinas

De acuerdo con el gráfico 1, hubo diferencia significativa entre las muestras con respecto a la retención de agua, la HMB presentó una mayor retención en comparación con HMA, esto se puede deber a que la harina de maíz azul contiene

una mayor cantidad de compuestos fenólicos como las antocianinas que tienden a enlazarse con el almidón reduciendo así los sitios disponibles para la unión con agua, además de que las antocianinas son inestables con la hidratación, cambios de pH y temperatura (Simić *et al.*, 2018), en comparación con la harina de maíz blanco que tiene su proporción de almidón para absorber agua. En cambio, para las harinas de *Sphenarium purpurascens* no se encontraron diferencias significativas en la retención de agua de ambas harinas, ubicando un valor de 1.84% para la harina de insecto desengrasada y 1.81% para la harina sin desengrasar, estos valores pueden deberse al perfil de aminoácidos, los residuos cargados, la hidrofobicidad y algunos otros factores como el pH, la temperatura y la fuerza iónica (Queiroz *et al.*, 2023).

Para la capacidad de retención de aceite no se observó diferencia significativa entre las harinas de maíz y las harinas sin desengrasar aunque la capacidad de retención de aceite es mayor en la harina de maíz azul (1.80%) lo cual puede deberse a su contenido en compuestos fenólicos, capaces de interactuar con las moléculas del aceite aumentando así su retención. Además las estructuras del almidón en ambas harinas influyen en la retención de aceite ya que los gránulos dañados o parcialmente gelatinizados presentan mayor porosidad y superficie de contacto, lo que favorece la absorción y retención de lípidos. (Anaya-Esparza *et al.*, 2024).

En cuanto a las harinas de *Sphenarium purpurascens*, hubo diferencia significativa entre la muestra desengrasada (2.09%) y la no desengrasada (1.94%), lo que puede deberse a que en el proceso de desengrasado se eliminan los lípidos y se incrementa la superficie disponible para que el aceite pueda ser retenido. Además se ha demostrado que las proteínas pequeñas y de baja densidad tienden a absorber más aceite que las moléculas grandes y de alta densidad por lo que al tener una mayor retención de aceite, pueden mejorar la textura y el sabor, haciendo los alimentos más apetecibles (Queiroz, *et al.*, 2023).

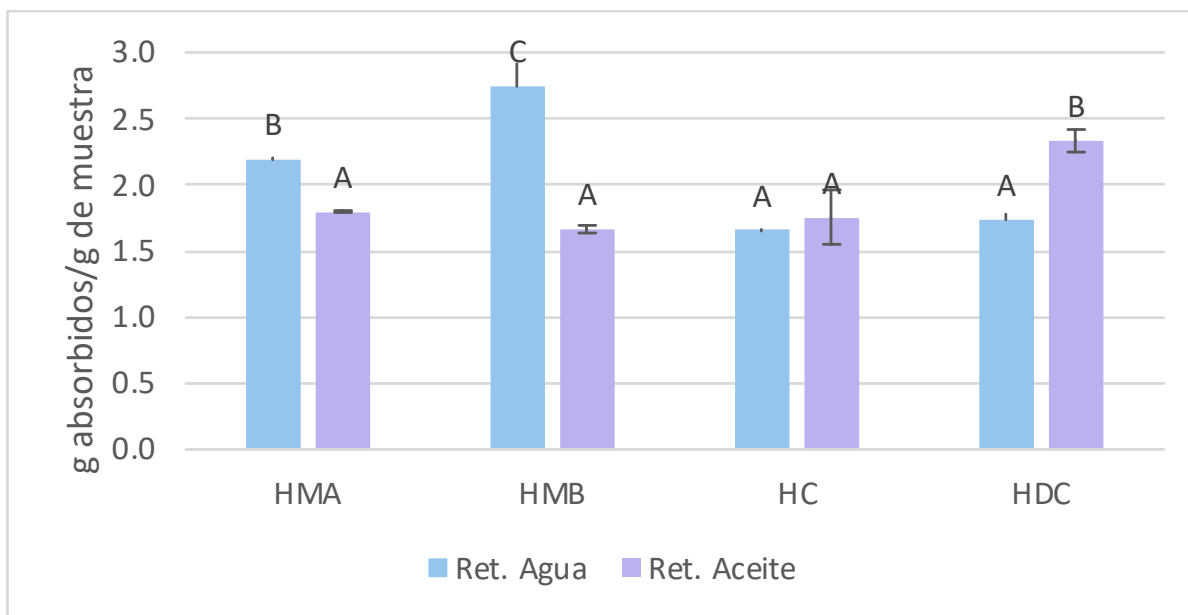


Gráfico 1. Capacidad de retención de agua y aceite.

Cada valor se expresa como la media ( $n=3$ )  $\pm$  la desviación estándar; Letras diferentes A-C en cada columna mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ). *Harina de maíz azul* (HMA); *Harina de maíz blanca* (HMB); *Harina de Sphenarium purpurascens sin desengrasar* (HC); *Harina desengrasada de Sphenarium purpurascens* (HDC).

### 7.3.2. Digestibilidad de proteínas de harinas

Con respecto a la digestibilidad, se puede observar que hay diferencia significativa entre la harina de maíz blanco con respecto a las otras muestras (HMA, HC, y HDC). La alta digestibilidad de las harinas de maíz puede deberse a que en el proceso de nixtamalización el maíz sufre cambios estructurales lo que incrementa la accesibilidad de las proteínas a las enzimas digestivas, además de que en dicho proceso se libera niacina la cual está unida a complejos indigeribles mejorando la calidad nutricional de la harina de maíz azul por otro lado la presencia de antocianinas puede modificar la estructura de las proteínas aumentando su concentración y facilitando así su digestión (Bello-Pérez *et al.*, 2016).

Para las harinas de insecto se puede observar que no hay una diferencia significativa con respecto al contenido de proteína digerible teniendo valores de 92.05% para harina sin desengrasar y 93.12% para harina de insecto desengrasada. Los resultados son similares a los reportados por Ibarra-Herrera, *et al.* (2020) con valores de 87.92 a 90.01% para chapulines alimentados con alfalfa y forraje verde de maíz. Otros autores han reportado valores de 80.76 y 86.11%, estas diferencias pueden deberse a la dieta del insecto ya que esta tiene un efecto en la composición química y el valor nutricional del insecto debido a que cambia el contenido de algunos aminoácidos como la fenilalanina, arginina, glicina e histidina, así como a los procesos tecnológicos que les son aplicados. (Sánchez-Velázquez *et al.*, 2025). Uno de los principales factores que afecta la digestibilidad proteica es la presencia de quitina ya que esta no se absorbe en el intestino delgado interfiriendo con la absorción de las proteínas. (Ibarra-Herrera *et al.*, 2020).

Tabla 4. Digestibilidad de Harinas

| HARINAS | Digestibilidad                  |
|---------|---------------------------------|
| HMA     | 87.11% $\pm$ 0.011 <sup>B</sup> |
| HMB     | 77.41% $\pm$ 0.017 <sup>A</sup> |
| HC      | 92.05% $\pm$ 0.008 <sup>B</sup> |
| HDC     | 93.12% $\pm$ 0.003 <sup>B</sup> |

Cada valor se expresa como la media (n=3)  $\pm$  la desviación estándar; los valores marcados con letras diferentes en cada columna mostraron diferencias significativas (p <0.05). Harina de maíz azul (HMA); Harina de maíz blanca (HMB); Harina de *Sphenarium purpurascens* sin desengrasar (HC); Harina desengrasada de *Sphenarium purpurascens* (HDC).

#### 7.4. Obtención de Snacks

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de las propiedades tecnofuncionales se tomó la decisión de realizar el snack con harinas de insecto y harina de maíz azul debido también a que se obtuvo un contenido de proteína y cenizas mayores, por consiguiente una mayor digestibilidad de proteínas, además de la presencia de antocianinas, moléculas que han demostrado tener una capacidad antioxidante.

Los snacks se obtuvieron de acuerdo con lo descrito en el apartado 6.6. Se realizaron dos etapas, en la primera se realizaron 7 formulaciones por duplicado (n=14): 3 formulaciones para cada harina de insecto HC y HDC en tres diferentes niveles de sustitución (15, 20 y 25%) y un control con 100% de harina de maíz azul. Una vez elaboradas las formulaciones se realizó una evaluación de agrado general y aceptabilidad para decidir el nivel máximo de sustitución de harina de maíz azul, ya que se observó que en altas concentraciones la masa preparada para el snack no era estable.

#### 7.5. Evaluación sensorial preliminar

La evaluación sensorial preliminar se realizó a 80 participantes y 7 niveles de agrado donde 1 significa “Me disgusta mucho” y 7 “Me gusta mucho”. En el grafico 2 se puede observar que la formulación con sustitución del 15% de harina desengrasada (HDC) y el control no presentaron diferencia significativa, además fueron las que más agradaron ya que tuvieron un nivel de agrado “Me gusta poco”, mientras que para la sustitución del 15% de harina sin desengrasar (HC) es evaluada como “Indiferente” por los consumidores. Las demás sustituciones están por debajo de cuatro, lo que significa que fueron evaluadas como “Me disgusta mucho” a “Me disgusta poco”, lo cual indica que no tuvieron una buena aceptación.

Los resultados pueden deberse a que la harina de chapulín tiene sabores muy intensos, dentro de los que destaca su amargor, además que, al ser un producto horneado, el calor hace que todos los sabores se intensifiquen, por lo que una sustitución mayor del 15% resultó en no agrado al consumidor. Según lo reportado por Kosečková *et al.* (2022) la proporción de polvo de grillo más utilizada en estudios científicos es del 2 a 15%, para tener una buena aceptabilidad en pruebas sensoriales.

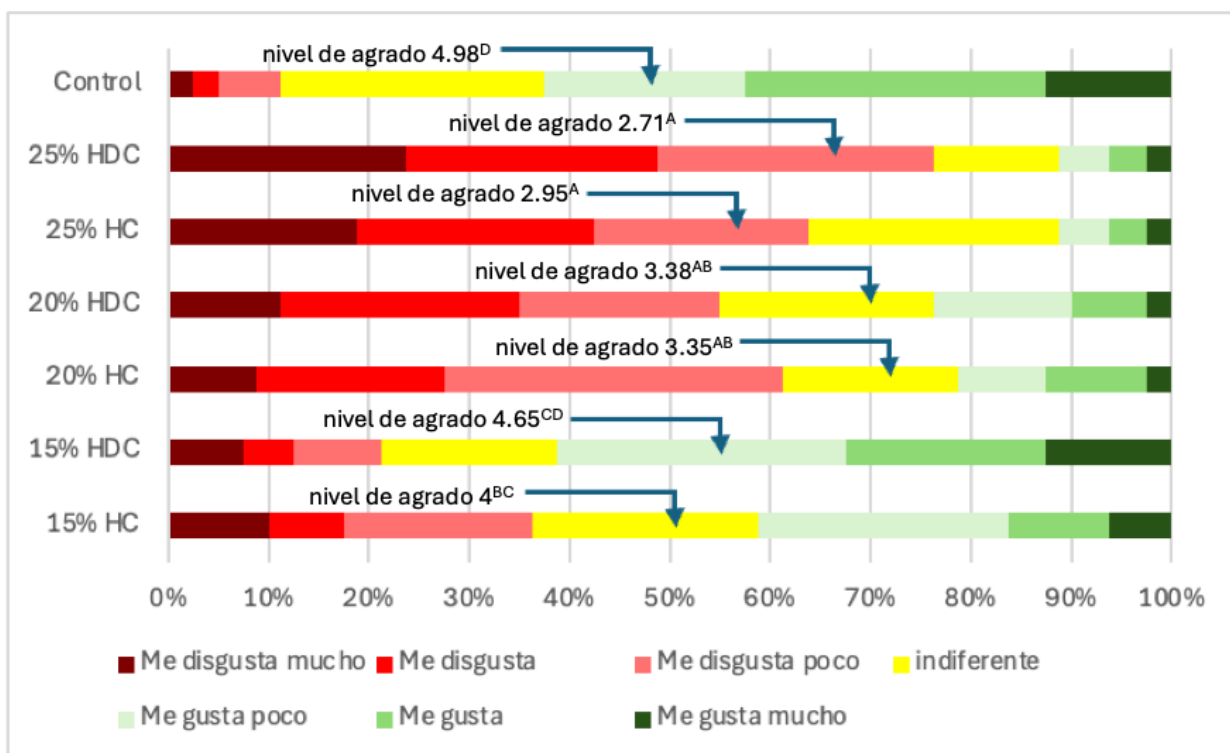


Gráfico 2. Resultados de Evaluación sensorial.

Los valores marcados con letras diferentes en la media de agrado indican diferencias significativas entre los snacks a diferentes niveles de sustitución. ( $p < 0.05$ ). CONTROL: Harina de maíz azul. HDC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada. HC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín. HDC20%: Sustitución al 20% harina de chapulín desengrasada. HC20%: Sustitución al 20% harina de chapulín. HDC25%: Sustitución al 25% harina de chapulín desengrasada. HC25%: Sustitución al 25% harina de chapulín.

En el gráfico 3 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de aceptabilidad, para lo cual se les preguntó a los consumidores que “sí volverían a consumir el producto”, los resultados obtenidos fueron que el 90% consumiría la formulación 15% de harina desengrasada (HDC), 80 % consumirían la formulación control, y el 70% la formulación con el 15% de sustitución de harina sin desengrasar (HC). Las formulaciones con sustitución mayor a 15% presentaron porcentajes menores al 40% por lo que se deduce que no tuvieron buena aceptación.

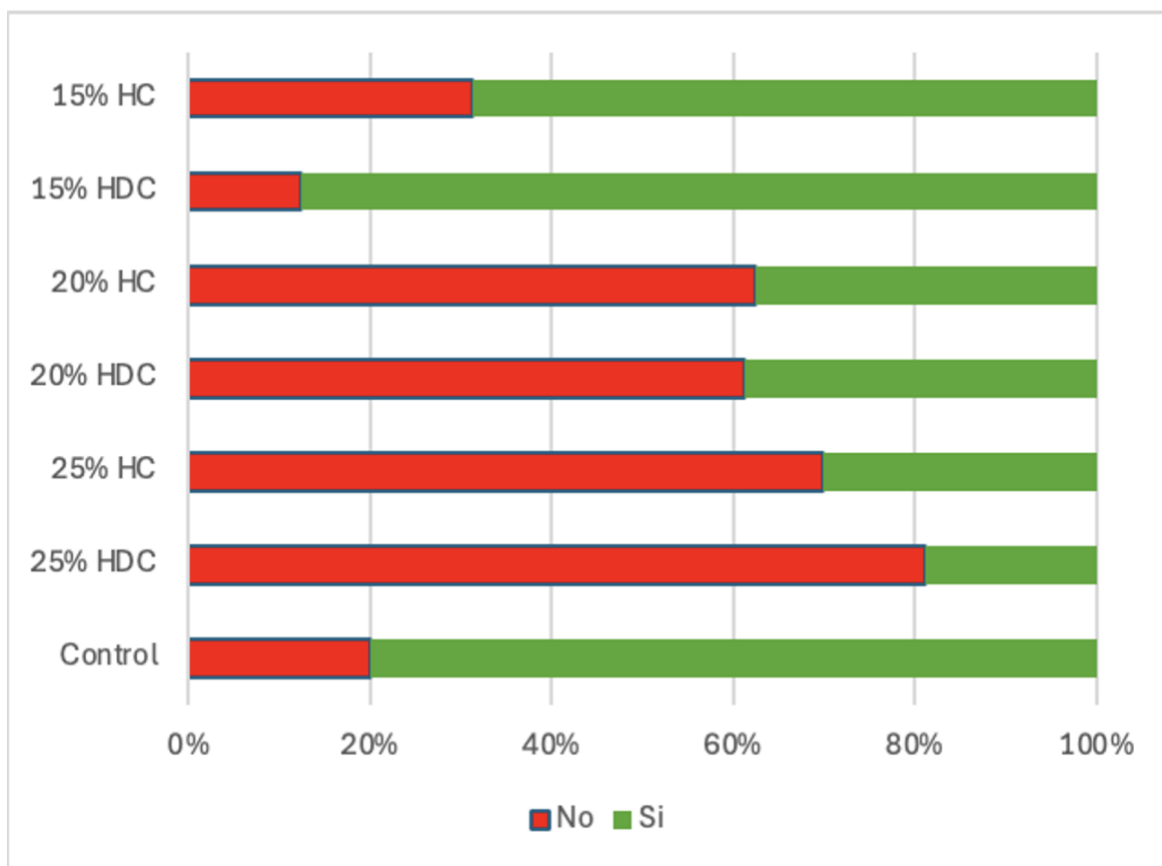


Gráfico 3. Resultados aceptabilidad del producto.

CONTROL: Harina de maíz azul. HDC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada. HC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín. HDC20%: Sustitución al 20% harina de chapulín desengrasada. HC20%: Sustitución al 20% harina de chapulín. HDC25%: Sustitución al 25% harina de chapulín desengrasada. HC25%: Sustitución al 25% harina de chapulín.

De acuerdo con los resultados obtenidos, para las pruebas de caracterización fisicoquímica, análisis químico proximal y evaluación sensorial, se descartarán las concentraciones mayores del 15% de sustitución, por lo que se analizarán las formulaciones con sustitución del 5%, 10%, 15% y un control, teniendo un total de  $n = 21$  determinaciones.

#### 7.6. Análisis Químico Proximal de los Snacks

En la tabla 5 se presentan los resultados del análisis químico proximal de las formulaciones. Se puede observar que para la humedad hay diferencias significativas de todas las formulaciones con respecto al control. Las formulaciones con harina desengrasada (HDC) en diferentes niveles de sustitución mostraron diferencias significativas con respecto a las harinas sin desengrasar (HC), siendo las formulaciones desengrasadas las que presentan los valores más altos de humedad. También se observa en los dos tipos de harina, que conforme aumenta el nivel de sustitución de la harina de maíz, disminuye la humedad de las formulaciones, siendo la del 15% para ambas harinas donde se observa la menor humedad. No hay diferencias significativas en los diferentes niveles de sustitución de HDC quien obtuvo los menores valores de humedad (0.73 a 0.84%), estos resultados se pueden deber a que la harina desengrasada tiene un contenido de

proteínas mayor y un porcentaje mínimo de grasa lo que facilita la formación de una red más porosa y con mayor capacidad de perder agua durante el horneado y por lo tanto resulta en un producto con menor humedad (Janssen *et al.*, 2017).

Con respecto al porcentaje de proteína, se puede observar que hay diferencias significativas entre todas las formulaciones, siendo el control el que presenta el menor valor (8.25%) y el de mayor contenido es la sustitución al 15% de HDC (18%), esto se debe a que la HDC posee un contenido de proteína mayor que la HC, lo que se refleja en el snack, ya que a medida que aumenta la sustitución de harina de insecto aumenta el contenido de proteína. Resultados similares fueron reportados por Ayustaningwarno *et al.* (2024) quienes realizaron galletas de trigo con harina de grillo y reportaron valores de 8.27% de proteína para su muestra control, entre 9.01 y 10.08% para sustituciones de 5, 10 y 15% de harina de grillo.

En cuanto a los porcentajes de cenizas, no se obtuvo diferencia significativa entre las sustituciones de HDC, siendo estos los valores más bajos (2.61 a 2.67%) en comparación con las sustituciones de HC con valores de 4.09 a 4.41% y de la muestra control (3.10%). La reducción de cenizas se puede equiparar a una pérdida de minerales, ya que durante el proceso de desengrasado también se puede arrastrar estos compuestos (Yi *et al.*, 2013). Sin embargo, los porcentajes de cenizas en las formulaciones con los dos tipos de harinas son mayores en comparación con lo obtenido por Ayustaningwarno *et al.* (2024) utilizando harina de grillo, reportaron valores de 1.29 a 1.69% en sustituciones del 5, 10 y 15%.

Para el porcentaje de grasa se observaron diferencias significativas entre las formulaciones, donde para la muestra control fue de 14.61% y las sustituciones de HDC (14.52-14.92%) presentaron los valores más bajos; a diferencia de las sustituciones de HC (15.22-16.07%) que presentan el mayor contenido de grasa. Sin embargo, los resultados son más bajos en comparación con lo reportado por Ayustaningwarno *et al.* (2024) quienes obtuvieron valores de 18.35 a 18.93%. Este aumento en el contenido de grasa puede deberse a la grasa presente en el insecto que es mayor a la presente en las harinas de maíz, además de que durante la cocción la grasa interactúa con proteínas y carbohidratos favoreciendo el aumento del contenido de grasa en el producto final (Montowska *et al.*, 2019).

En cuanto a los porcentajes de carbohidratos se encontraron diferencias significativas entre todas las formulaciones. La muestra control presentó un mayor contenido de carbohidratos con un valor de 72.98% y la sustitución con harinas de insecto presentaron un contenido de carbohidratos menor con valores de 62.12-68.65% para sustituciones con HC y de 63.75-68.38% para sustituciones con HDC. Esto puede deberse a que la harina de maíz azul está compuesta principalmente por almidón y fibra mientras que las harinas de chapulín están compuestas principalmente de proteínas y grasa haciendo así que el contenido de carbohidratos disminuya (Yi *et al.*, 2013).

Tabla 5. Análisis Químico Proximal de formulaciones

| Harina de maíz azul    |                            |                             |                            |                              |                             |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Formulaciones          | Humedad                    | Proteína                    | Cenizas                    | Grasa                        | *Carbohidratos              |
| CONTROL                | 1.06% ± 0.001 <sup>B</sup> | 8.25 ± 0.003 <sup>A</sup>   | 3.10% ± 0.001 <sup>B</sup> | 14.61% ± 0.001 <sup>AB</sup> | 72.98% ± 0.003 <sup>E</sup> |
| Harina sin desengrasar |                            |                             |                            |                              |                             |
| HC15                   | 1.46% ± 0.001 <sup>C</sup> | 16.27% ± 0.004 <sup>E</sup> | 4.09% ± 0.001 <sup>C</sup> | 16.07% ± 0.001 <sup>F</sup>  | 62.12% ± 0.003 <sup>A</sup> |
| HC10                   | 2.51% ± 0.001 <sup>D</sup> | 14.53% ± 0.001 <sup>D</sup> | 4.41% ± 0.001 <sup>D</sup> | 15.22% ± 0.001 <sup>D</sup>  | 63.34% ± 0.002 <sup>B</sup> |
| HC5                    | 2.66% ± 0.001 <sup>D</sup> | 9.40% ± 0.002 <sup>B</sup>  | 4.38% ± 0.001 <sup>D</sup> | 15.65% ± 0.001 <sup>C</sup>  | 68.65% ± 0.002 <sup>D</sup> |
| Harina desengrasada    |                            |                             |                            |                              |                             |
| HDC15                  | 0.73% ± 0.001 <sup>A</sup> | 18% ± 0.005 <sup>F</sup>    | 2.67% ± 0.001 <sup>A</sup> | 14.86% ± 0.001 <sup>BC</sup> | 63.75% ± 0.004 <sup>B</sup> |
| HDC10                  | 0.77% ± 0.001 <sup>A</sup> | 15.72% ± 0.002 <sup>E</sup> | 2.61% ± 0.002 <sup>A</sup> | 14.52% ± 0.002 <sup>A</sup>  | 66.38% ± 0.004 <sup>C</sup> |
| HDC5                   | 0.84% ± 0.001 <sup>A</sup> | 12.49% ± 0.003 <sup>C</sup> | 2.65% ± 0.001 <sup>A</sup> | 14.92% ± 0.001 <sup>E</sup>  | 68.38% ± 0.004 <sup>D</sup> |

Todos los valores están expresados en porcentaje base seca

\*Carbohidratos = 100 – proteína cruda – grasa – ceniza - humedad.

Cada valor se expresa como la media (n=3) ± la desviación estándar; los valores marcados con letras diferentes indican diferencias significativas entre las filas de la misma columna (p <0.05). CONTROL: Harina de maíz azul. HDC5%:

Sustitución al 5% harina de chapulín desengrasada. HC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín. HDC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín desengrasada. HC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín. HDC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada. HC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín.

## 7.6. Fibra Total

### 7.6.1. Fibra Total en harinas horneadas

Para evaluar la fibra total en las diferentes formulaciones, se realizó la evaluación de la fibra total en harinas horneadas, ya que de acuerdo con Sotelo *et al.* (2008) reportaron que se produce una disminución de la fibra después del horneado. En el grafico 4 se puede observar que hubo diferencia significativa entre las harinas horneadas y no horneadas, siendo la harina de maíz azul la que presentó la mayor disminución de fibra, esto puede deberse a la presencia de calor, ya que los carbohidratos presentes en la harina de maíz azul pueden volverse solubles o degradarse, debido a que las altas temperaturas puede romper los enlaces causando un daño estructural así como la solubilización o degradación térmica de la pared celular (Dhingra *et al.*, 2012) haciendo que algunos compuestos se degraden o disuelvan en el agua y no se consideren parte de la fibra. Sotelo *et al.* (2008) reportaron una disminución en el contenido de fibra total en el maíz azul al ser procesado. En las harinas de insecto el calor puede alterar parcialmente la estructura de la quitina transformándola en otros compuestos como el quitosano, lo que puede reducir su cuantificación como fibra dietética (Rumpold & Schlüter, 2013; Marasca *et al.*, 2025). Además, se ha observado que la HDC presentó el contenido más alto de fibra y no difiere significativamente de la harina horneada, lo que sugiere que la presencia de grasa podría interferir en la determinación de fibra. La grasa puede formar complejos con los componentes fibrosos, dificultando su extracción y

medición precisa, mientras que la eliminación parcial de grasas en la harina desengrasada permite una cuantificación más exacta de la fibra residual (Marasca *et al.*, 2025; Lee *et al.*, 1992; Schiavone *et al.*, 2017).

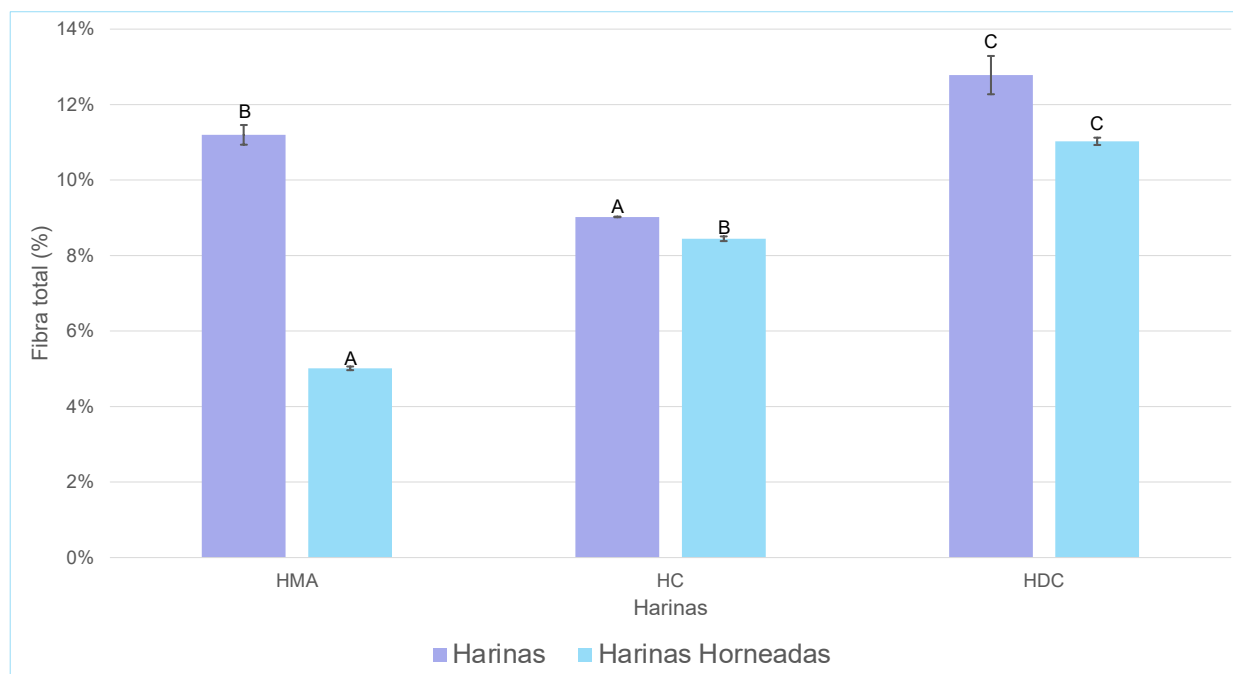


Gráfico 4. Comparación de fibra total en harinas horneadas y sin hornear.

Cada valor se expresa como la media ( $n=3$ )  $\pm$  la desviación estándar; los valores marcados con letras diferentes en cada columna mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). HMA: Harina de Maíz Azul. HC: Harina de Chapulín. HDC: Harina de Chapulín Desengrasada

### 7.6.2. Fibra Total de las formulaciones de snacks

El gráfico 5 se presentan los resultados del contenido de fibra total de las formulaciones. Se puede observar que la muestra control tiene un porcentaje de fibra de 10.48%, el cual está por debajo del porcentaje de fibra de la harina de maíz azul (control), esto puede deberse al proceso de horneado donde la fibra tiende a degradarse, además en la incorporación de agua para formar la masa, se puede tener pérdida de la fibra soluble ya que el contenido de fibra soluble aumenta con la nixtamalización de la harina de maíz azul (Anayansi *et al.*, 2013). Para las muestras con sustitución al 5% se observan diferencias significativas entre ambas formulaciones siendo la muestra con harina desengrasada la que presenta el mayor contenido de fibra aunque esta no presentó diferencia significativa con el control.

Conforme aumenta la sustitución de harina de maíz, disminuye el contenido de fibra de las formulaciones, con lo cual se puede inferir que la incorporación de harina de insecto no favorece el contenido de fibra en las formulaciones en comparación con un snack elaborado únicamente con harina de maíz. La disminución en el contenido de fibra puede deberse a que la fibra proveniente del insecto es principalmente quitina, la cual se encuentra principalmente en el exoesqueleto y es una fuente de

fibra insoluble. De acuerdo con lo reportado por Melo *et al.* (2011) y Villaseñor *et al.* (2022), los chapulines secos contienen aproximadamente 7–8% y 3–6% de quitina, respectivamente, dependiendo del método de secado y molienda, se puede decir que la quitina es diferente a la fibra vegetal y la técnica utilizada no es sensible para su determinación ya que la técnica para la determinación de fibra está basada en la cuantificación de estructuras químicas específicas como la celulosa, hemicelulosa, pectinas o lignina. (Lee *et al.*, 1992) por lo que a mayor sustitución de harina de insecto menor contenido de fibra. Los valores obtenidos de fibra en este trabajo son diferentes a los resultados reportados por otros autores en chips de tortilla (6%) (Brennan *et al.*, 2013), pan crujiente (11.7%), snack frito de amaranto con harina de chapulín y trigo (3.41%) (Jiménez *et al.*, 2010), se puede inferir que el contenido de fibra puede variar dependiendo de la materia prima y los tratamientos que se le apliquen.

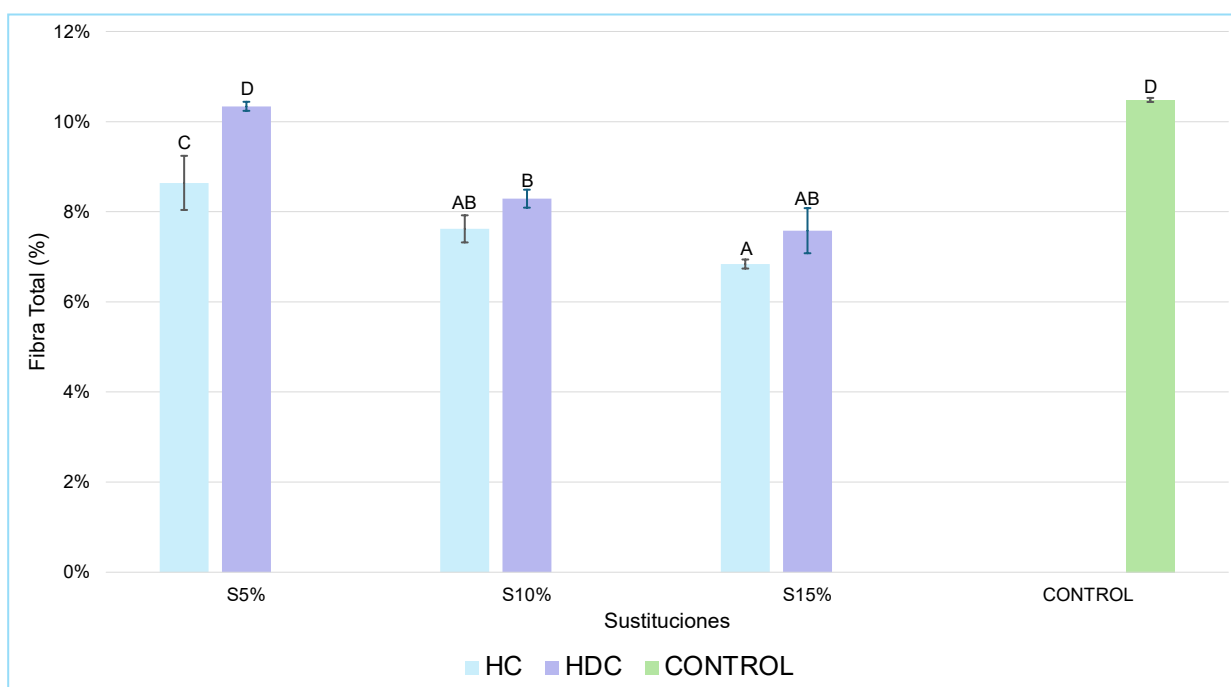


Gráfico 5. Fibra total en snacks.

Cada valor se expresa como la media ( $n=3$ )  $\pm$  la desviación estándar; los valores marcados con letras diferentes en cada columna mostraron diferencias significativas entre las formulaciones ( $p < 0.05$ ). CONTROL: Harina de maíz azul. S5%: Sustitución al 5% harina de chapulín. S10%: Sustitución al 10% harina de chapulín. S15%: Sustitución al 15% harina de chapulín.

## 7.7. Propiedades fisicoquímicas de las formulaciones de snacks

### 7.7.1. Color

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de color, se observa que hay diferencia significativa entre todas las formulaciones, lo que indica que la incorporación de diferentes niveles de sustitución de harina de chapulín es un factor para modificar los parámetros de color. En la escala CIELab\* todas las muestras presentan una baja luminosidad ( $L^*$ ) ya que todas se encuentran en valores

menores a 50. También se puede observar que las muestras con HDC presentaron mayor luminosidad en comparación con las HC, las sustituciones con harina de insecto tienden hacia las tonalidades rojas donde el valor de  $a^*$  es superior en las muestras con mayores niveles de sustitución de harina de chapulín, para los valores de  $b^*$  estas se encuentran hacia las tonalidades amarillas. Este comportamiento de los valores bajos en  $a^*$  y  $b^*$  es similar al reportado por Ayustaningwarno *et al.* (2024) donde para  $a^*$  obtuvo valores de 4.03, 3.42, 3.30 para sustituciones con harina de grillo al 5, 10 y 15% del mismo modo para  $b^*$  obtuvo valores de 4.23, 3.25, 3.40; para los valores de  $L^*$  no encontró diferencia significativa. Estos cambios pueden deberse principalmente al color de la harina de insecto que es más oscura que la de maíz azul además de que se tienen mayor cantidad de proteína las cuales pueden reaccionar con los azúcares de la harina de maíz azul al momento de hornearlas produciendo así melanoidina y acrilamida que pueden formar un color marrón (Ayustaningwarno *et al.*, 2024). Del mismo modo Roncolini *et al.* (2020) reportaron valores bajos de  $a^*$  y  $b^*$  en sustituciones al 10% con harina de grillo en muestras de pan, donde obtuvo 0.01 y 20.16 respectivamente, en cuanto a  $L^*$  tuvo un valor de 48.78 donde también observó una disminución en la luminosidad y un aumento para los valores de  $a^*$  al sustituir la muestra con harina de insecto. Por otro lado Téllez-Morales *et al.* (2022) indicaron que a mayor porcentaje de sustitución con harina de insecto en snacks extruidos, se presentaba un aumento en el índice de color lo cual indica que la harina de insecto tiene un mayor impacto sobre la coloración de maíz azul, además de las reacciones de pardeamiento que es el resultado de la oxidación no enzimática de compuestos fenólicos o bien antocianinas, que pudieran desencadenarse al someter los snacks a altas temperaturas (por encima de 80°C). La medición de estos parámetros ayuda a garantizar el control de calidad, la consistencia del color y la satisfacción del consumidor, permitiendo que quien los produce pueda crear alimentos visualmente atractivos y de alta calidad que cumplan con los estándares industriales (Pathare *et al.*, 2013).

Tabla 6. Parámetros de color en formulaciones incorporando harina de insecto

| Harina de maíz azul    |                     |                     |                     |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Formulaciones          | $L^*$               | $a^*$               | $b^*$               |
| CONTROL                | $39.11 \pm 0.536^G$ | $-0.07 \pm 0.027^A$ | $5.16 \pm 0.118^A$  |
| Harina sin desengrasar |                     |                     |                     |
| HC15                   | $27.88 \pm 0.146^B$ | $11.73 \pm 0.184^F$ | $16.6 \pm 0.305^E$  |
| HC10                   | $29.84 \pm 0.204^C$ | $9.05 \pm 0.149^D$  | $13.68 \pm 0.312^C$ |
| HC5                    | $32.96 \pm 0.205^E$ | $6.51 \pm 0.123^B$  | $12.05 \pm 0.113^B$ |
| Harina desengrasada    |                     |                     |                     |
| HDC15                  | $24.39 \pm 0.173^A$ | $11.72 \pm 0.198^F$ | $15.44 \pm 0.322^D$ |
| HDC10                  | $30.96 \pm 0.217^D$ | $10.18 \pm 0.098^E$ | $15.35 \pm 0.177^D$ |

|      |                            |                           |                            |
|------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| HDC5 | 34.31 ± 0.081 <sup>F</sup> | 7.45 ± 0.142 <sup>C</sup> | 13.82 ± 0.169 <sup>C</sup> |
|------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|

L\*=luminosidad

a\*= coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b\* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Cada valor se expresa como la media (n=3) ± la desviación estándar; los valores marcados con letras diferentes en cada columna mostraron diferencias significativas (p <0.05).

CONTROL: Harina de maíz azul. HDC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín desengrasada. HC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín. HDC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín desengrasada. HC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín. HDC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada. HC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín.

### 7.7.2. Actividad de agua (a<sub>w</sub>)

En la tabla 7 se presentan los resultados de la actividad del agua, el índice de expansión y la digestibilidad de las diferentes formulaciones de snacks, utilizando distintos niveles de sustitución de harina de maíz azul. Con respecto a la actividad de agua, se puede observar que no hay diferencias significativas para las sustituciones HC siendo estos los valores más bajos, el valor más alto es el de la sustitución de harina de chapulín desengrasada al 5% sin embargo se considera un valor bajo ya que de acuerdo con la bibliografía se encuentra por debajo de 0.6, lo cual indica que hay poca agua disponible y por consiguiente el alimento tiene un bajo riesgo de deterioro microbiológico y una mayor estabilidad química, lo que resulta beneficioso para su conservación y seguridad microbiológica. Estos valores de actividad de agua pueden atribuirse a que estos se someten a una alta temperatura al ser horneados por lo que pierden humedad. Resultados similares fueron reportados por Bbosa *et al.* (2025) con actividades de agua menores en snacks extruidos con sustitución de harina de *Sphenarium purpurascens* sometidos a diferentes temperaturas y a medida que la temperatura aumentaba la a<sub>w</sub> disminuía. Por otro lado, el aumento de a<sub>w</sub> en sustituciones con HDC pueden deberse al proceso de desengrasado donde se elimina una fracción importante de grasa aumentando el contenido de proteínas que pueden establecer puentes de hidrogeno lo cual se vincula directamente con las moléculas de agua, es decir con su absorción de agua y solubilidad que son propiedades que influyen en la actividad de agua (Boye *et al.*, 2010).

### 7.7.3. Índice de Expansión

Con respecto al índice de expansión, se puede observar que las formulaciones presentaron diferencias significativas con respecto al control, ya que presentó un porcentaje mayor de expansión, a diferencia de la muestra con sustitución de HC al 15% que presentó una menor expansión. De acuerdo con lo reportado por Téllez-Morales *et al.* (2022) a altas concentraciones de harina de chapulín se tiene una baja expansión, debido a que cuando se expone a altas temperaturas las proteínas afectan la distribución de agua y se modifican las propiedades limitando la expansión, ya que a medida que hay aumento de proteína hay mayor cantidad de agua que se absorbe y por ende hay una mayor pérdida de agua haciendo así menor la expansión.

Tabla 7. Propiedades Fisicoquímicas de las formulaciones de snacks

| Formulaciones          | $a_w$             | IE                    |
|------------------------|-------------------|-----------------------|
| Harina de maíz azul    |                   |                       |
| CONTROL                | $0.26 \pm 0.01^B$ | $97.46\% \pm 0.003^G$ |
| Harina sin desengrasar |                   |                       |
| HC15                   | $0.15 \pm 0.01^A$ | $90.19\% \pm 0.001^B$ |
| HC10                   | $0.16 \pm 0.01^A$ | $93.35\% \pm 0.002^D$ |
| HC5                    | $0.16 \pm 0.01^A$ | $95.40\% \pm 0.002^F$ |
| Harina desengrasada    |                   |                       |
| HDC15                  | $0.3 \pm 0.002^C$ | $86.29\% \pm 0.002^A$ |
| HDC10                  | $0.31 \pm 0.01^C$ | $91.45\% \pm 0.002^C$ |
| HDC5                   | $0.38 \pm 0.01^D$ | $95.40\% \pm 0.002^F$ |

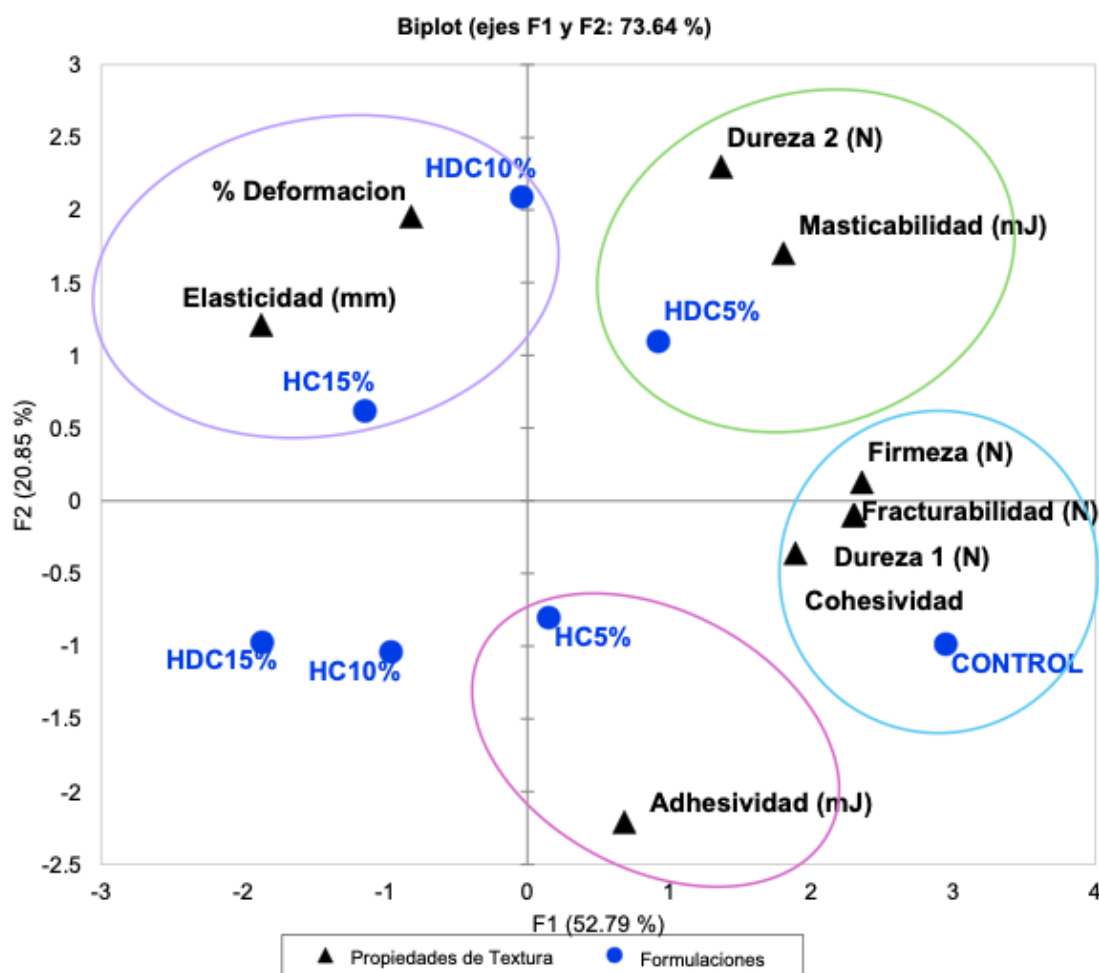
Cada valor se expresa como la media ( $n=3$ )  $\pm$  la desviación estándar; los valores marcados con letras diferentes en cada columna mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). CONTROL: Harina de maíz azul. HDC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín desengrasada. HC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín. HDC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín desengrasada. HC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín. HDC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada. HC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín.

#### 7.7.4. Textura

Se realizó un análisis de componentes principales (PCA, gráfico 6) para poder identificar la relación entre las distintas propiedades de textura y las formulaciones. El PCA explica el 73.64% de los datos experimentales, donde el eje F1 explica el 52.79% y el eje F2 20.85%. Se observa que la muestra control presentó una textura firme, con mayor dureza, fracturabilidad y cohesividad. Por otro lado, la muestra HDC5% está asociada a una alta dureza y masticabilidad, lo que indica un producto con dureza. La muestra HC5% presentó una alta cohesividad lo cual es poco deseable en un snack ya que se puede tener la sensación pegajosa en boca. Las muestras HC15% y HDC10% presentaron una alta elasticidad y deformabilidad, lo que indica que se perciben más gomosas o flexibles. Para las muestras HDC15% y HC10% que se encuentran lejos de la mayoría de las variables, posiblemente presenten una textura blanda o inestable.

Comportamientos similares encontraron en salchichas hechas con harina de *Sphenarium purpurascens* (Cruz-López *et al.*, 2022) quienes reportaron que la incorporación de harina de chapulín modifica significativamente las propiedades de textura en los productos ya que cuando aumenta la sustitución de harina de insecto aumenta la elasticidad y masticabilidad lo que lo favorece su uso como un agente aglutinante ya que logra darle estructura al producto. Por otro lado en snacks extruidos de harina de maíz y harina de chapulín se observó que el alto contenido

de proteína altera la dureza y cohesividad de los snacks ya que esta interfiere con la matriz del almidón modificando la textura de forma no lineal. Otro factor que interfiere puede ser la humedad, ya que de igual manera a concentraciones altas de sustitución se observó una mayor elasticidad y gomosidad debido a que las proteínas húmedas tienden a generar redes más flexibles (Cuj-Laines *et al.*, 2018). También se puede destacar que la textura dependerá de la matriz del producto y del porcentaje de sustitución, ya que si se sustituye la harina de insecto en porcentajes altos puede dar como resultado una textura poco deseable mientras que a sustituciones medias o bajas se puede obtener una textura balanceada. Otro factor es el tipo de harina, la utilización de harina desengrasada resultar en texturas más blandas.



**Gráfico 6. Análisis de componentes principales para textura en snacks.**

Cada valor se expresa como la media ( $n=3$ )  $\pm$  la desviación estándar. CONTROL: Harina de maíz azul. HDC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín desengrasada. HC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín. HDC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín desengrasada. HC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín. HDC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada. HC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín.

## 7.8. Propiedades tecnofuncionales de las formulaciones de snacks

### 7.8.1. Digestibilidad de proteínas

Para la digestibilidad de proteínas, se observa que no hubo diferencias significativas entre las formulaciones de HDC, y la HC 5% con respecto al control, con valores del 90 al 98.3%. Resultados similares fueron reportados para snacks extruidos de harina de trigo y sustituciones de 0 a 20% con harina de gusanos amarillos, donde obtuvieron valores promedio de 90.2% , así como en snacks vegetales con 93% (Azzollini *et al.*, 2018; Uriz-Martínez *et al.*, 2025). Por otro lado, la digestibilidad fue menor en galletas elaboradas con harina de trigo y sustituciones de 0-6.4% con harina de grillo *Acheta domesticus*, donde reportaron valores de 29.84 a 35.40% (Ayustaningwarno *et al.*, 2024). De forma general se puede decir que la adición del insecto aumento la digestibilidad, lo cual puede deberse al proceso de horneado ya que al aumentar la temperatura las proteínas pueden desnaturalizarse causando la inactivación de enzimas que puedan inhibir la proteasa aumentado así la digestibilidad. Las diferencias en la digestibilidad de proteínas en los snacks pueden determinarse por las diferencias en la estructura de estos y a los diferentes tratamientos térmicos que pueden afectar la digestión. Por otro lado, la baja digestibilidad de proteína podría deberse a la presencia de aminoácidos altamente unidos a quitina lo cual los hace difíciles de digerir (Azzollini *et al.*, 2018).

Tabla 8. Digestibilidad de proteínas de las formulaciones de snacks

| Formulaciones          | Digestibilidad               |
|------------------------|------------------------------|
| CONTROL                | 93.83% ± 0.066 <sup>C</sup>  |
| Harina sin desengrasar |                              |
| HC15                   | 77.02% ± 0.048 <sup>A</sup>  |
| HC10                   | 85.82% ± 0.059 <sup>AB</sup> |
| HC5                    | 90.33% ± 0.056 <sup>BC</sup> |
| Harina desengrasada    |                              |
| HDC15                  | 93.11% ± 0.026 <sup>C</sup>  |
| HDC10                  | 92.11% ± 0.039 <sup>BC</sup> |
| HDC5                   | 91.76% ± 0.051 <sup>BC</sup> |

Cada valor se expresa como la media (n=3) ± la desviación estándar; los valores marcados con letras diferentes en cada columna mostraron diferencias significativas (p <0.05). CONTROL: Harina de maíz azul. HDC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín desengrasada. HC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín. HDC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín desengrasada. HC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín. HDC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada. HC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín.

### 7.8.2. Almidones resistentes

En la tabla 9 se presentan los resultados de los almidones resistentes cuantificados en las diferentes formulaciones de acuerdo con las concentraciones obtenidas en la

curva patrón del Anexo 1. Los almidones de rápida digestión (ARD) y de lenta digestión (ALD) cuantifican la glucosa liberada después de 20 minutos y de entre 20 a 120 minutos, respectivamente, de la digestión *in vitro*. Para ambos tipos de almidones, se observan diferencias significativas entre todas las formulaciones. Las formulaciones que contienen incorporación de harina de insecto presentaron mayores valores de ARD en comparación con el control (84.72 mg de glucosa/g de muestra) y con respecto a los ALD se observa un efecto inverso, el control presentan la mayor cantidad de ALD en comparación con las formulaciones con harina de insecto. El contenido bajo de almidones resistentes en la muestra control puede deberse a que el almidón gelatinizado aumenta y es más accesible en la digestión enzimática y hace que el almidón resistente disminuya aun con la presencia de antocianinas que pueden reducir parcialmente la digestibilidad. haciéndolos más resistentes a las enzimas digestivas. Por otro lado, el aumento de almidones resistentes en las formulaciones con harina de insecto, específicamente la harina desengrasada, puede deberse a que se tiene un contenido mayor de proteína lo cual hace que se genere una red estructural alrededor del almidón limitando la gelatinización y formando almidones resistentes (Singh *et al.*, 2010). De acuerdo con la literatura, la incorporación de harina de insecto reduce significativamente el contenido de almidón de rápida y lenta digestión, así como el almidón total. Esto es beneficioso para el desarrollo de productos con menor índice glucémico, mayor aporte proteico y un perfil más saludable ya que el almidón resistente al no ser digerido llega al colon y actúa como fibra dietética y esto reduce la velocidad de liberación de glucosa hacia la sangre lo que da un índice glucémico menor en comparación con otros productos (Zhang *et al.*, 2009). Por otro lado los almidones resistentes están directamente relacionados con la digestibilidad del almidón, Azzolini *et al.* (2018) reportaron un comportamiento similar ya que a medida que aumentó la sustitución de harina de insecto la digestibilidad disminuía, es decir que aumentaba la cantidad de almidones resistentes y esto es debido a que la digestibilidad de los almidones está vinculada principalmente a su gelatinización, y a la cantidad de proteína presente ya que al aumentar el contenido proteico la susceptibilidad al ataque enzimático a los almidones se reduce.

Tabla 9. Almidones Resistentes de las formulaciones de snacks medido en mg de glucosa/g de muestra

| Sustituciones | ARD                        | ALD                         | DT                           | AR                           |
|---------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| CONTROL       | 84.72 ± 4.00 <sup>A</sup>  | 740.45 ± 27.36 <sup>E</sup> | 825.17 ± 29.89 <sup>E</sup>  | 174.83 ± 0.29 <sup>C</sup>   |
| HC5           | 205.53 ± 2.37 <sup>D</sup> | 499.58 ± 15.97 <sup>C</sup> | 705.11 ± 17.26 <sup>CD</sup> | 294.89 ± 29.89 <sup>A</sup>  |
| HDC5          | 175.52 ± 3.42 <sup>C</sup> | 573.66 ± 14.87 <sup>D</sup> | 749.18 ± 11.47 <sup>D</sup>  | 250.82 ± 11.47 <sup>BC</sup> |
| HC10          | 233.26 ± 2.37 <sup>E</sup> | 518.96 ± 13.31 <sup>C</sup> | 752.22 ± 13.68 <sup>D</sup>  | 247.82 ± 13.68 <sup>C</sup>  |
| HDC10         | 231.75 ± 4.00 <sup>E</sup> | 436.90 ± 16.61 <sup>B</sup> | 668.64 ± 13.93 <sup>C</sup>  | 331.36 ± 13.93 <sup>BC</sup> |
| HC15          | 125.37 ± 9.94 <sup>B</sup> | 491.60 ± 17.71 <sup>C</sup> | 619.97 ± 18.98 <sup>B</sup>  | 383.03 ± 18.98 <sup>BC</sup> |
| HDC15         | 133.73 ± 5.74 <sup>B</sup> | 343.44 ± 8.63 <sup>A</sup>  | 477.17 ± 13.93 <sup>A</sup>  | 522.83 ± 13.93 <sup>BC</sup> |

ARD = Almidones de Rápida Digestión

ALD = Almidones de Lenta Digestión

DT = Digestión Total

AR = Almidones Resistentes

Cada valor se expresa como la media ( $n=3$ )  $\pm$  la desviación estándar; los valores marcados con letras diferentes en cada columna mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

CONTROL: Harina de maíz azul. HDC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín desengrasada. HC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín. HDC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín desengrasada. HC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín. HDC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada. HC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín.

## 7.9. Análisis sensorial de las formulaciones de snacks

### 7.9.1. Selección de formulaciones para pruebas sensoriales

Inicialmente se realizó una clasificación ascendente jerárquica, tomando como variables las pruebas realizadas a las formulaciones de snacks y como observaciones los resultados. Se obtuvo el gráfico 7 el cual permitió identificar el grado de similitud entre las diferentes formulaciones de snacks evaluadas donde se observa que se formaron 3 grupos, donde la muestra control presenta la mayor disimilitud respecto al resto, lo que indica que es la más diferente del conjunto. Las formulaciones elaboradas con harina de chapulín sin desengrasar (HC) y con harina de chapulín desengrasada (HDC) tienden a agruparse por tipo, mostrando similitudes internas y una diferenciación clara entre ambos grupos. Dentro del grupo HC, las muestras HC10% y HC15% se unieron a una distancia de disimilitud muy baja, evidenciando que presentan características muy similares. Por esta razón, se decidió descartar la muestra HC15% y se decidió que no formaría parte del análisis sensorial.

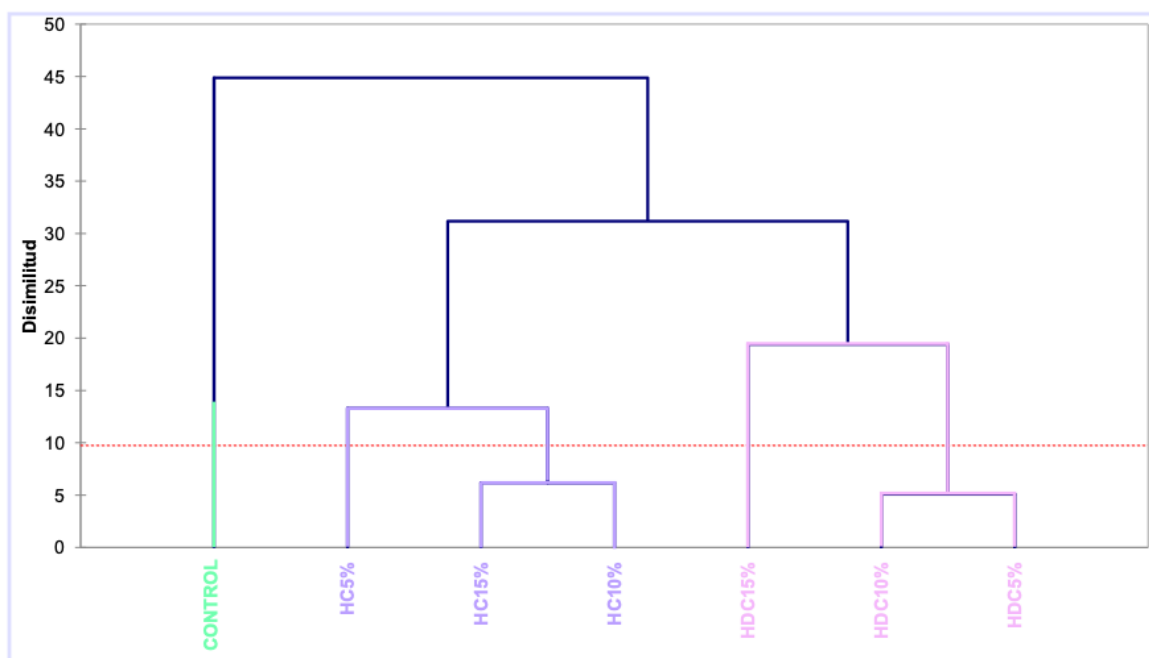


Gráfico 7. Dendrograma: muestra los formados para las diferentes formulaciones de snacks  
CONTROL: Harina de maíz azul. HDC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín desengrasada. HC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín. HDC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín desengrasada. HC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín. HDC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada. HC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín.

Se realizó una prueba sensorial con 171 participantes, en la Figura 2 se puede observar en el gráfico A que el 59.1% fueron personas de 21 a 30 años, el 38% de 18 a 20 años, el 0.6% de 31 a 40 años, 1.2% de 41 a 50 años y 1.2% de 51 a 60 años. En el gráfico B se muestran los resultados donde se les pregunto si habían consumido insectos con anterioridad a lo que el 68.4% dijo que si había probado y el resto no los había consumido. En el gráfico C se observa que 53.2% fueron mujeres, 43.9% hombres y el resto decidió no decirlo. Por último, en el gráfico D se observa que 55% fueron de la división CBS, 19.3% de CBI y 25.7 de CSH.

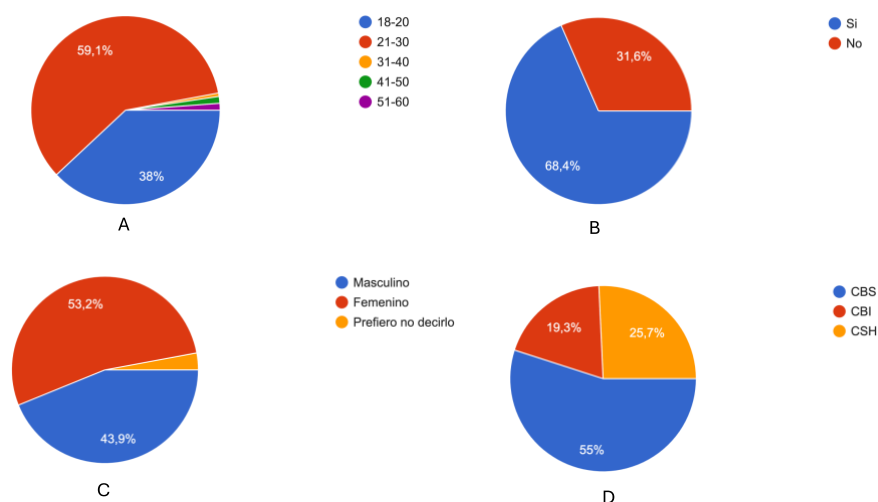


Figura 2. Gráfico datos generales.

A: Edad de participantes. B: Consumo de insectos. C: Sexo de participantes. D: División a la que pertenecen los participantes.

## 7.9.2. RATA

Se realizó una prueba RATA (Rate all that apply o califica todo lo que corresponda) en la cual se midió la intensidad con la que los participantes percibían los descriptores presentados que se encuentran en el Anexo 4 de este documento. La cual consiste en que los consumidores tenían que calificar todo lo que aplicará en una escala de 3 puntos, analizando los resultados en un PCA (Análisis de Componentes Principales). En el grafico 8 se puede observar que se están expresando los datos en dos ejes, donde en el eje F1 representa el 56.65% de los datos y el eje F2 el 20.16% de los datos, estos porcentajes indican que tiene mayor relación verticalmente que horizontalmente. Se puede observar que la muestra control fue descrita con los atributos claro, opaco, agrietado, sabor nixtamalizado y a cereales. Para muestra con sustitución al 5% con harina desengrasada se describió como dura, áspera grumosa, húmeda, opaca y granulosa. Las muestras con sustitución al 10% de ambas harinas y 5% de harina de insecto se describieron como homogéneas, brillantes, crocantes, suaves, secas y rancias. La muestra con sustitución al 15% presentó más descriptores ya que es la muestra con mayor sustitución y los descriptores se sentían más presentes por lo cual tuvieron puntuaciones más altas al calificar esta muestra por lo que la mayoría de los descriptores se fueron hacia esta muestra, describiéndola como rancia, picante, amarga, rojiza, oscura, grasosa, sabor herbal, quemado, salado, condimentado,

tostado chocolate, a pescado, tierra, madera, olor herbal, pescado, condimento, café. Se puede observar que las sustituciones con harina de insecto fueron descritas con atributos menos favorables del mismo modo se observó que a mayor nivel de sustitución se identificaron un mayor número de atributos negativos, obteniendo así una percepción sensorial desfavorable. No hay la suficiente bibliografía que describa el análisis RATA en productos elaborados con insectos, sin embargo otra técnica similar es la prueba CATA que puede permitir claramente la diferencia de intensidades de atributos positivos y negativos entre las formulaciones, mostrando que, en alimentos con sustituciones con insectos, las pruebas sensoriales se vuelven más complicadas e intensas conforme aumenta el nivel de sustitución (Jaeger *et al.*, 2015). Por otro lado, en snacks se ha evidenciado que los descriptores negativos asociados a rancidez y sabores no tan favorables surgen con mayor intensidad a niveles altos de incorporación de harinas de insecto, lo cual limita su aceptación (Cruz-López *et al.*, 2022; Uriz-Martínez *et al.*, 2025).

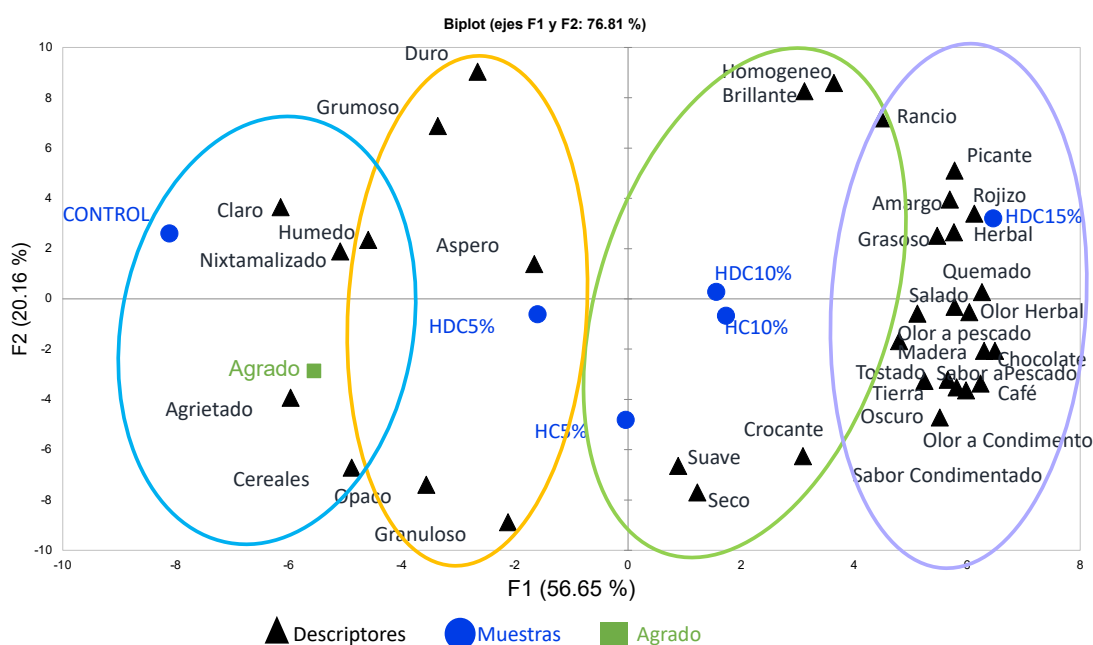


Gráfico 8. Análisis Principal de Componentes de la prueba RATA (Rate All That Apply).

### 7.9.3. Prueba de agrado general

Se realizó una prueba hedónica donde se midieron 7 niveles de agrado, donde 1 significa “Me disgusta mucho” y 7 “Me gusta mucho”. En el gráfico 9 se observa que las muestras con sustituciones al 5% y la muestra control fueron las de mayor agrado, ya que estas tienen una media arriba de 4 y que, de acuerdo con la escala están dentro del intervalo de “me gusta poco”, y por otro lado las muestras con sustitución al 15% con harina de insecto desengrasada y al 10% de ambas harinas les fue “indiferente” aunque la muestra con sustitución al 15% fue la que obtuvo la media más baja, es decir que fue la muestra que menos gusto. El comportamiento se relaciona directamente con la presencia de atributos negativos detectados en la

prueba RATA, lo que nos indica como es que las percepciones descriptivas influyen sobre el nivel de agrado general.

De acuerdo con la literatura el nivel de sustitución es clave para la aceptabilidad del consumidor en un producto elaborado con harinas de insectos. Los resultados son similares a los reportados por algunos autores quienes indican que snacks enriquecidos con proteínas de insectos con sustituciones menores al 10% son aceptables y se perciben como innovadoras, mientras que sustituciones mayores a este valor reducen la aceptabilidad debido a que los sabores se intensifican llegando a ser desfavorables (Tan *et al.*, 2016; Roncolini *et al.*, 2020). Además, diversos productos tipo snacks enriquecidos con insectos reportan una buena aceptabilidad entre los consumidores con bajo nivel de sustitución, siempre y cuando la textura y el sabor no se vean afectados (Licea-Domínguez *et al.*, 2023; Khalil *et al.*, 2024).

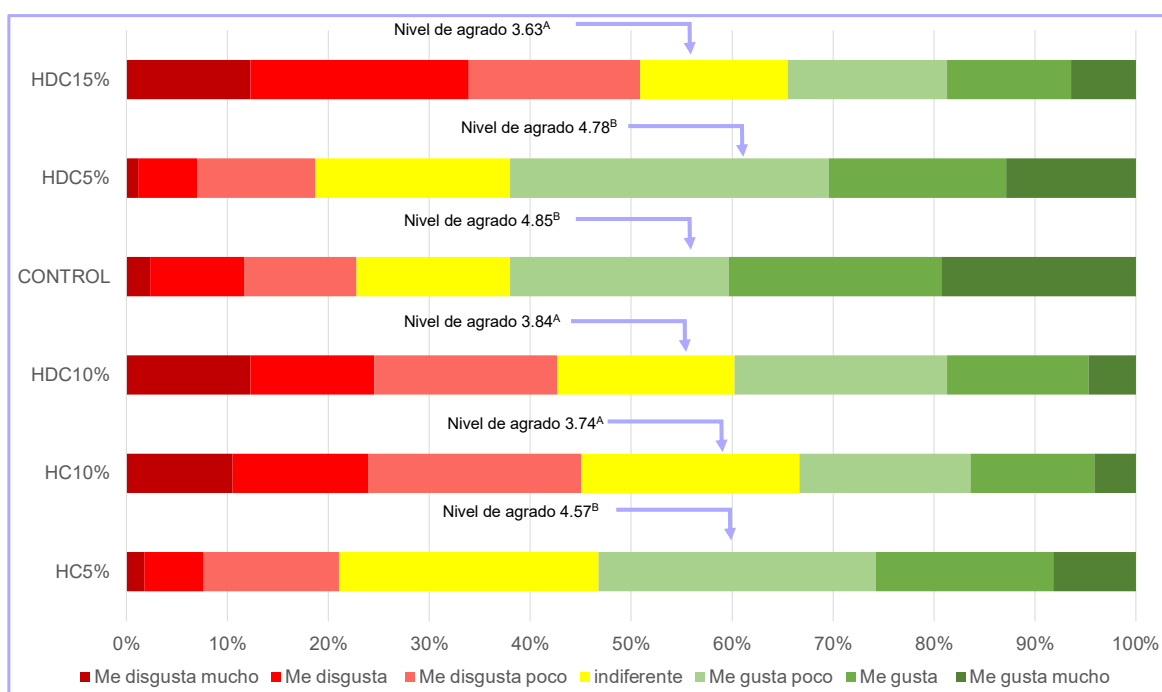


Gráfico 9. Escala de agrado.

Los valores marcados con letras diferentes en la media de agrado indican diferencias significativas entre los snacks a diferentes niveles de sustitución. ( $p < 0.05$ ). CONTROL: Harina de maíz azul. HDC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín desengrasada. HC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín. HDC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín desengrasada. HC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín. HDC5%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada.

#### 7.9.4. Mapeo de Preferencias

En el gráfico 10 se observa la preferencia que tienen los jueces con respecto a las muestras, se puede observar que las formulaciones HDC15%, HDC10% y HC10% presentan del 20% al 40% de preferencia sobre la media general de agrado. La muestra control y la formulación HDC5% y HC5% fueron preferidas de 60 y 80% sobre la media general de nivel de agrado.

Con ayuda de estos resultados se puede decir que las formulaciones que más gustaron y las que más prefieren son la muestra control y los snacks elaborados con sustituciones al 5% de ambas harinas. Estos resultados ayudan a confirmar lo obtenido en las pruebas RATA y prueba hedónica donde las muestras con sustitución al 5% obtuvieron los atributos más favorables, así como una media general de agrado mayor mientras que a mayores sustituciones se tienen un menor agrado y atributos no tan favorables.

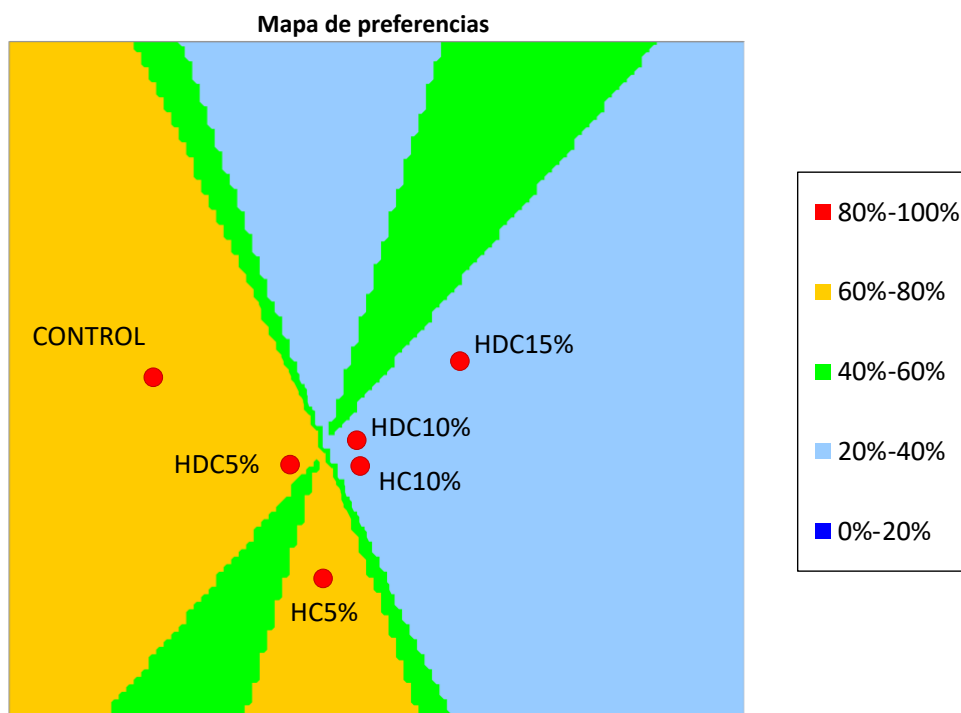


Gráfico 10. Mapeo de preferencias para los snacks a diferentes niveles de sustitución. ( $p < 0.05$ ). CONTROL: Harina de maíz azul. HDC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín desengrasada. HC5%: Sustitución al 5% harina de chapulín. HDC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín desengrasada. HC10%: Sustitución al 10% harina de chapulín. HDC15%: Sustitución al 15% harina de chapulín desengrasada.

## 8. Conclusiones.

La harina de maíz azul posee un contenido de proteínas y fibra mayor que la harina de maíz blanco, además de contener antioxidantes y menor cantidad de carbohidratos. El proceso de desengrasado en la harina de chapulín aumenta el contenido de proteína, cenizas y el porcentaje de digestibilidad de proteínas además de eliminar en una 95% el contenido de grasa total.

Tanto las harinas evaluadas como los snacks elaborados presentaron valores menores a 0.6 en actividad de agua lo que los hace seguros, por lo que el alimento tiene un bajo riesgo de deterioro microbiológico y una mayor estabilidad química, lo cual es beneficioso para su conservación y seguridad alimentaria.

A mayor sustitución de harina de insecto, la masa se vuelve inestable y poco moldeable dificultando la elaboración del snack.

Los snacks elaborados con HDC poseen un contenido de proteína, fibra, almidones resistentes y digestibilidad de proteínas mayor además de un color más opaco. Los que son elaborados con HC presentan un contenido mayor de cenizas e índice de expansión, además de, una actividad de agua baja y tonalidades más brillantes e intensas.

La textura de los snacks está directamente relacionada con el tipo de harina utilizada y el nivel de sustitución, ya que, con un nivel de sustitución alto con HDC resulta en texturas más blandas, en cambio con HC a un nivel bajo de sustitución se obtienen texturas similares al control.

Los resultados sensoriales presentan el mismo comportamiento que la textura ya que indican que la incorporación de harina de chapulín en los snacks afecta las características del producto final, además está directamente relacionado con los descriptores percibidos en la prueba RATA como en la prueba hedónica.

A niveles bajos de sustitución (5%) los snacks mantienen atributos cercanos al control y alcanzan niveles de agrado aceptables, mientras que a niveles de sustitución mayores (10-15%) se intensifican los descriptores negativos como rancidez, amargor y sabores atípicos, lo que reduce significativamente la aceptabilidad.

## 9. Perspectivas

De acuerdo con los resultados obtenidos, se pueden identificar algunas perspectivas que pueden orientar en futuras investigaciones, así como contribuir al avance del conocimiento en esta área:

- Sería relevante analizar con mayor detalle los factores que influyen directamente con la digestibilidad del producto profundizando en el índice glucémico entre otras pruebas que puedan asegurar un producto funcional y saludable.
- Realizar seguimiento a largo plazo del producto para definir una vida de anaquel útil que permitiría observar posibles cambios y efectos acumulativos que no fueron evidentes para este estudio.
- Futuras investigaciones y modificaciones al producto como la aplicación de algún sabor podrían considerar un mayor número de participantes o incluir diferentes contextos que puedan validar el producto teniendo una mejor aceptación.
- Se sugiere explorar nuevas metodologías alternativas del snack que podrían mejorar la calidad del producto como una prueba de antioxidantes y de oxidación.
- Se sugiere realizar también prueba sensorial JAR que podría mejorar la precisión y eficiencia de la aceptabilidad de los snacks.
- Realizar seguimiento a largo plazo para estudiar los péptidos liberados en la digestibilidad y poder analizar su bioactividad.

## 10. Referencias:

- Acosta-Estrada, B. A. (2021). Benefits and challenges in the incorporation of insects in food products. *Frontiers in Nutrition*, 8, 687712. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.687712>
- Aguilera-Gutiérrez, Y. (2009). Harinas de leguminosas deshidratadas: Caracterización nutricional y valoración de sus propiedades tecno-funcionales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Recuperado de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/101592/1/Harinas%20de%20leguminosas%20de%20shidratadas.pdf>
- Alfonso González, Gisell C. (2000). Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(3), 281-285. Recuperado en 30 de agosto de 2025, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222000000300011&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000300011&lng=es&tlng=es).
- Anaya Esparza, L. M., Gómez-Rodríguez, V. M., Ramírez Vega, H., Hernández Estrada, S., Hernández-Villaseñor, L. A., & Villagrán de la Mora, B. Z. (2024). Propiedades nutricionales, fisicoquímicas, funcionales, compuestos fenólicos y actividad antioxidante de harinas de tres accesiones de maíz azul nativo de México. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 11(1), 23–39. <https://doi.org/10.26495/z1k1kc46>
- Anayansi, E. (2013). *La nixtamalización y su efecto en el contenido de fibra soluble*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(9), 1381–1394. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802013000400009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000400009)
- Ayuda de CorelDRAW X6 . (s/f). Corel.com. Recuperado el 16 de octubre de 2024, de [http://product.corel.com/help/CorelDRAW/540240626/Main/ES/Doc/wwhelp/wwhimpl/c ommon/html/wwhelp.htm?context=CorelDRAW\\_Help&file=CorelDRAW-Understanding-color-models.html](http://product.corel.com/help/CorelDRAW/540240626/Main/ES/Doc/wwhelp/wwhimpl/c ommon/html/wwhelp.htm?context=CorelDRAW_Help&file=CorelDRAW-Understanding-color-models.html)
- Ayustaningwarno, F., Ayu, A. M., Syiffah, L., Muthia, H., Amalina, F. A., Afifah, D. N., Nindita, Y., Maharani, N., Widyastuti, N., Anjani, G., Kurniawati, D. M. A., Rustanti, N., Susilo, M. T., Noer, E. R., & Rizqiawan, A. (2024). Physicochemical and sensory properties of cookies with cricket powder as an alternative snack to prevent iron deficiency anemia and chronic energy deficiency. *Applied Food Research*, 4(2), Article 100485. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100485>
- Azodi, M., & Falamaki, C. (2007). Contenido de azúcares totales, reductores y no reductores en piña (*Ananas comosus* L.) y su identificación mediante cromatografía líquida de alta resolución. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6(2), 199–205. <https://www.redalyc.org/pdf/904/90424216002.pdf>
- Azzollini, D., Derossi, A., & Fogliano, V. (2018). Effects of formulation and process conditions on microstructure, texture and digestibility of extruded insect-riched snacks. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, 344–353. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.11.017>

- Bbosa, T., Nakimbugwe, D., Matthys, C., Vandeweyer, D., Grauwet, T., & Van Der Borght, M. (2025). Influence of processing on nutritional and microbiological quality of maize and millet composite flours enriched with house crickets (*Acheta domesticus*). *Applied Food Research*, 5(1), Article 100848. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100848>
- Bello Gil, D., Carrera Bocourt, E., & Díaz Maqueira, Y. (2006). Determinación de azúcares reductores totales en jugos mezclados de caña de azúcar utilizando el método del ácido 3,5 dinitrosalicílico. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, XL(2), 45-50. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120664006>
- Bello-Pérez, L. Arturo, Camelo-Mendez, Gustavo A., Agama-Acevedo, Edith, & Utrilla-Coello, Rubí G. (2016). Aspectos nutraceuticos de los maíces pigmentados: digestibilidad de los carbohidratos y antocianinas. *Agrociencia*, 50(8), 1041-1063. Recuperado en 30 de agosto de 2025, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952016000801041&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000801041&lng=es&tlng=es).
- Benites, P., Zaldívar-Riverón, A., Meza-Lázaro, R. N., Samacá-Sáenz, E., Gutiérrez-Rodríguez, J., & Hernández-López, A. (2023). Multiple introgression events during the diversification history of the edible Mexican grasshopper genus *Sphenarium* (Orthoptera: Pyrgomorphidae). *Molecular phylogenetics and evolution*, 183, 107774. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2023.107774>
- Bourne, M. C. (s. f.). Texture in Solid and Semisolid Foods. En Food Engineering, Vol. II (Capítulo) [Cap. "Texture in Solid and Semisolid Foods"]. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. Recuperado de <https://eolss.net/sample-chapters/c10/E5-10-03-08.pdf>
- Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43(2), 414–431. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.003>
- Brennan, M., Derbyshire, E., Tiwari, B. K., & Brennan, C. S. (2013). Ready-to-eat snack products: The role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(5), 887–902. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12055>
- Bressani, Ricardo, Turcios, Juan C, Reyes, Luis, & Mérida, Roberta. (2001). Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en América Central. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(3), 309-313. Recuperado en 30 de agosto de 2025, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222001000300015&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000300015&lng=es&tlng=es).
- Bußler, S., Rumpold, B. A., Jander, E., Rawel, H. M., & Schlüter, O. K. (2016). Recovery and techno-functionality of flours and proteins from two edible insect species: Meal worm (*Tenebrio molitor*) and black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Heliyon*, 2(12), e00218. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00218>

- Cambridge University Press and Assessment. (n.d.). Snack. In Cambridge Dictionary. Recuperado el 27 de agosto de 2025, de <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/snack>
- Canadá, P., Engrola, S., Conceição, L. E. C., & Valente, L. M. P. (2019). Improving growth potential in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) through dietary protein. *Aquaculture*, 498, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.044>
- Casaubon-Garcín P, Lamshing-Salinas P, Isoard-Acosta F, Lemen-Meyer SC, Delgado-Franco D, Pérez-Lizaur AB. pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con reflujo gastroesofágico? *Rev Mex Pediatr* 2018; 85(3):89-94. [Food pH: A tool for the management of patients with gastroesophageal reflux]
- Civille G. V. (2011). Food texture: pleasure and pain. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(5), 1487–1490. <https://doi.org/10.1021/jf100219h>
- Contreras Jiménez, B., Oseguera Toledo, ME, García Mier, L., Martínez Bravo, R., González Gutiérrez, CA, Curiel Ayala, F., & Rodríguez-García, ME (2020). Estudio fisicoquímico de masa de maíz nixtamalizado y tortillas fortificadas con harina de chapulín (saltamontes, *Sphenarium purpurascens*). *CyTA - Revista de Alimentación*, 18 (1), 527–534. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1794980>
- Cruz López, S. O. (2020). Evaluación del efecto del ultrasonido en la funcionalidad de proteínas extraídas de chapulín (*Sphenarium purpurascens*). UAM. <https://bindani.izt.uam.mx/concern/tesiuams/1z40ks92s?locale=es>
- Cruz-López, S. O., Álvarez-Cisneros, Y. M., Domínguez-Soberanes, J., Escalona-Buendía, H. B., & Sánchez, C. N. (2022). Physicochemical and sensory characteristics of sausages made with grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) flour. *Foods*, 11(5), Article 704. <https://doi.org/10.3390/foods11050704>
- Cruz-López, S. O., Escalona-Buendía, H. B., Román-Guerrero, A., Domínguez-Soberanes, J., & Alvarez-Cisneros, Y. M. (2022). Characterization of Cooked Meat Models using Grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) Soluble Protein Extracted by Alkalisatation and Ultrasound as Meat-Extender. *Food science of animal resources*, 42(3), 536–555. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e22>
- Cuj-Laines, R., Hernández-Santos, B., Reyes-Jaquez, D., Delgado-Licon, E., Juárez-Barrientos, JM y Rodríguez-Miranda, J. (2018), Propiedades fisicoquímicas de productos listos para comer snacks extrusionados a base de maíz nixtamalizado enriquecidos con saltamontes. *Int J Food Sci Technol*, 53: 1889-1895. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13774>
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H. et al. Fibra dietética en alimentos: una revisión. *J Food Sci Technol* 49, 255–266 (2012). <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>
- Estrada, B. C., Carrillo, G. V., Morales, B. T., & Moreno, Y. S. (2008). Calidad de grano, tortillas y botanas de dos variedades de maíz de la raza comiteco. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(3), 9-14. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61009703.pdf>
- Farroni, A. E. (2011). Transformaciones estructurales y físico-químicas de maíces argentinos en la producción de alimentos obtenidos por procesos de gelatinización-laminación [Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Biblioteca Digital de la

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.  
[https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n4896\\_Farroni.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n4896_Farroni.pdf)

- Fenemma, O. 2010. Química de los Alimentos. III. Acribia. Zaragoza. España. 1166.
- Fon Fay Vásquez, F. M., & Zumbado Fernández, H. M. (2019). Análisis proximal en alimentos: Fundamentos teóricos y técnicas experimentales (1.<sup>a</sup> ed.). Colloquium–Universidad Técnica Estatal de Quevedo. ISBN: 978-9942-814-28-9
- García-Pérez, A. D., Muñoz-Morales, L. Y., Olmos-García, R. E., Pardo-Ríos, S. G., Pérez-Lima, C. E., & Molina-González, M. G. (2015). Efecto prebiótico de la fibra y quitina de *Acheta domesticus* sobre *Lactobacillus bulgaricus*. *Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química*, 2015, 1329–1330.  
<https://zaloamati.azc.uam.mx/server/api/core/bitstreams/f6dacc05-c3aa-4b2e-bc1a-7c782ffdec31/content>
- Giacalone, D., & Hedelund, P. I. (2016). Rate-all-that-apply (RATA) with semi-trained assessors: An investigation of the method reproducibility at assessor-, attribute- and panel-level. *Food Quality and Preference*, 51, 65–71.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.02.017>
- Gilani, G. S., & Lee, N. (2003). Protein quality. En B. Caballero (Ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (2.<sup>a</sup> ed., pp. 4847–4854). Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00984-6>
- Granito, Marisela, Guerra, Marisa, Torres, Alexia, & Guinand, Julieta. (2004). Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de *Vigna Sinensis*. *Interciencia*, 29(9), 521-526. Recuperado en 20 de enero de 2025, de [http://homolog-ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442004000900009&lng=es&tlng=es](http://homolog-ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000900009&lng=es&tlng=es).
- Hernández-Villaseñor, L. A., Hernández-Estrada, S., Gómez-Rodríguez, V. M., Ramírez-Vega, H., Villagrán, Z., Ortega-Martínez, A., Montalvo-González, E., Ruvalcaba-Gómez, J. M., González-Silva, N., & Anaya-Esparza, L. M. (2025). Comparison of the Nutritional, Physicochemical, Technological–Functional, and Structural Properties and Antioxidant Compounds of Corn Kernel Flours from Native Mexican Maize Cultivated in Jalisco Highlands. *Crops*, 5(3), 26.  
<https://doi.org/10.3390/crops5030026>
- Ibarra-Herrera, CC, Acosta-Estrada, B., Chuck-Hernández, C., Serrano-Sandoval, SN, Guardado-Félix, D., & Pérez-Carrillo, E. (2020). Contenido nutricional de saltamontes comestible ( *Sphenarium purpurascens* ) alimentado con alfalfa ( *Medicago sativa* ) y maíz ( *Zea mays* ). *CyTA - Revista de Alimentación* , 18 (1), 257–263.  
<https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1746833>
- Incmnsz. (2022). Dirección de Comunicación. Sitio Web de la Dirección del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.  
<https://www.incmnsz.mx/opencms/Huerto-Tlacualero/>
- Jaeger, S. R., Beresford, M. K., Paisley, A. G., Antúnez, L., Vidal, L., Cadena, R. S., & Ares, G. (2015). Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA

- questions. *Food Quality and Preference*, 42, 154–164. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.02.003>
- Janssen, R. H., Vincken, J. P., van den Broek, L. A. M., Fogliano, V., & Lakemond, C. M. M. (2017). Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(11), 2275–2278. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b00471>
  - Jiménez, A. H. D., Morales, G. E., Santos, M. S., Schettino, B. B., & Melo, R. V. (2010). Elaboración de una fritura de chapulín con amaranto y harina de trigo como alternativa alimenticia para la población. *Memorias del Congreso Internacional de Químicos Farmacéuticos Biólogos*, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Recuperado de <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folletos/FolletoMaizConValorAgregado.pdf>
  - Joshi, D. R., Sadawarte, S. K., Joshi, M. M., Gawad, S. B., & Machewad, G. M. (2025). Effect of nixtamalization on nutritional composition of corn (*Zea mays*). *International Journal of Agriculture and Food Science*, 7(7), 504-506. <https://doi.org/10.33545/2664844X.2025.v7.i7g.551>
  - Khalil, R., Kallas, Z., Pujol, M., & Haddarah, A. (2024). Consumers' willingness to pay for snacks enriched with insects: A trending and sustainable protein source. *Future Foods*, 9, Article 100360. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100360>
  - Konica Minolta. 2014. “Entendiendo el espacio del color CIE L\*a\*b\*” recuperado el 16 de octubre de 2024, de <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
  - Kosečková, P., Zvěřina, O., Pěchová, M., Krulíková, M., Duborská, E., & Borkovcová, M. (2022). Mineral profile of cricket powders, some edible insect species and their implication for gastronomy. *Journal of Food Composition and Analysis*, 107, Article 104340. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104340>
  - Lee, S. C., Prosky, L., & De Vries, J. W. (1992). Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods—Enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: Collaborative study. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 75(3), 395–416. <https://doi.org/10.1093/jaoac/75.3.395>
  - Licea-Domínguez, S., & Estevez-Rioja, A. (2023). Market orientation and cuisine innovation as a driven sensory methodology to develop a sweet potato snack as an added-value food product. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 32, Article 100750. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100750>
  - Lumivero. (2024, 23 de septiembre). Introducción al análisis de datos RATA. Lumivero. <https://lumivero.com/resources/blog/introduction-to-rata-data-analysis/>
  - Marasca, NS, de Sousa Araújo, AC, da Silva Noda, K., de Farias, BS, Brizio, APDR, Fernandes, SS, & Martins, VG (2025). Efecto del método de desgrasado sobre las propiedades nutricionales, funcionales y bioactivas de las larvas de la mosca soldado-negra (*Hermetia illucens*). *Insectos*, 16 (8), 844. <https://doi.org/10.3390/insects16080844>

- Melo, V., García, M., Sandoval, H., Jiménez, H. D., & Calvo, C. (2011). Quality proteins from edible indigenous insect food of Latin America and Asia. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 23 (3), 283-289.
- Miller, GL (1959) Uso del reactivo de ácido dinitrosalicílico para la determinación de azúcares reductores. *Journal of Analytical Chemistry*, 31, 426-428. <http://dx.doi.org/10.1021/ac60147a030>
- Monteiro, C. A., Cannon, G., Moubarac, J. C., Levy, R. B., Louzada, M. L. C., & Jaime, P. C. (2018). The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public health nutrition*, 21(1), 5–17. <https://doi.org/10.1017/S1368980017000234>
- Monteiro, C. A., Levy, R. B., Claro, R. M., Castro, I. R., & Cannon, G. (2010). A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. *Cadernos de saude publica*, 26(11), 2039–2049. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2010001100005>
- Montowska, M., Kowalczewski, P. Ł., Rybicka, I., & Fornal, E. (2019). Nutritional value, protein and peptide composition of edible cricket powders. *Food Chemistry*, 289, 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.062>
- Nankar, A., Holguin, FO, Scott, MP y Pratt, RC (2017), Grain and Nutritional Quality Traits of Southwestern US Blue Maize Landraces. *CCHEM*, 94: 950-955. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-04-17-0079-R>
- Nolan, P., Mahmoud, A. E., Kavle, R. R., Carne, A., & Abdalla Mahmoud, A. E. (2023). Edible insects: Protein composition, digestibility, and biofunctionalities. En Z. F. Bhat, J. D. Morton, A. E.-D. Bekhit, et al. (Eds.), *Processing Technologies and Food Protein Digestion* (pp. 429–494). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95052-7.00020-0>
- Olayo-Contreras, Victoria Montserrat, Alemán-Castillo, San Juana, Rodríguez-Castillejos, Guadalupe, & Castillo-Ruiz, Octelina. (2021). Almidón resistente como prebiótico y sus beneficios en el organismo humano. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 24, e406. Epub 17 de abril de 2023. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.406>
- Ottoboni, M., Sprangers, T., Pinotti, L., Baldi, A., De Jaeghere, W. y Eeckhout, M. (2017). Inclusión de larvas o prepupas de *Hermetia Illucens* en un alimento extruido experimental: optimización del proceso e impacto en la digestibilidad in vitro . *Revista Italiana de Ciencia Animal* , 17 (2), 418–427. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1372698>
- Pathare, PB, Opara, UL y Al-Said, F.AJ. Medición y análisis del color en alimentos frescos y procesados: Una revisión. *Food Bioprocess Technol* 6 , 36–60 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Pedreschi, F., Cortés, P., & Mariotti-Celis, M. S. (2018). Potato crisps and snack foods. In *Reference module in food science*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21137-2>
- Perales, H., & Golicher, D. (2014). Mapping the diversity of maize races in Mexico. *PloS one*, 9(12), e114657. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114657>

- Pestoric, M., Skrobot, D., Simurina, O., Filipcev, B., Belovic, M., Misan, A., & Zigon, U. (2017). Sensory profile and preference mapping of cookies enriched with medicinal herbs. *International Journal of Food Properties*, 20 (2): 350–361.
- Queiroz, L. S., Silva, N. F. N., Jessen, F., Mohammadifar, M. A., Stephani, R., Fernandes de Carvalho, A., Perrone, Í. T., & Casanova, F. (2023). Edible insect as an alternative protein source: A review on the chemistry and functionalities of proteins under different processing methods. *Heliyon*, 9(4), e14831. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14831>
- Ramos-Elorduy, J., J. M. Pino M. y J. Morales de L. 2002. Análisis químico proximal, vitaminas y nutrimentos inorgánicos de insectos consumidos en el Estado de Hidalgo México. *Folia Entomologica Mexicana* 41:15-29.
- Rao, M. A. (s. f.). Food rheology and texture. En *Food Engineering*, Vol. II (Capítulo). Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Recuperado de <https://www.eolss.net/sample-chapters/c10/e5-10-03.pdf>
- Regueiro, G.V., Mauriz, R.C., Fero, S.C., Plana, V.S. (2014). Introducción al análisis sensorial. Estudio hedónico del pan en el IES Mugardos. IV Concurso Incubadora de Sondaxes e Experimentos
- Revista Producto. (s.f). Botanas, en lo crujiente está el gusto. Edición Fieras del consumo. Recuperado de: <http://www.producto.com.ve/206/notas/crujiente.html>
- Reyes-Herrera, A., Pérez-Carrillo, E., Amador-Espejo, G., Valdivia-Nájar, G., & Ibarra-Herrera, C. C. (2022). Changes in the Chemical Composition of Edible Grasshoppers (*Sphenarium purpurascens*) Fed Exclusively with Soy Sprouts or Maize Leaves. *Insects*, 13(6), 510. <https://doi.org/10.3390/insects13060510>
- Roncolini, A., Milanović, V., Aquilanti, L., Cardinali, F., Garofalo, C., Sabbatini, R., Clementi, F., Belleggia, L., Pasquini, M., Mozzon, M., Foligni, R., Trombetta, M. F., Haouet, M. N., Altissimi, M. S., Di Bella, S., Piersanti, A., Griffoni, F., Reale, A., Niro, S., & Osimani, A. (2020). Lesser mealworm (*Alphitobius diaperinus*) powder as a novel baking ingredient for manufacturing high-protein, mineral-dense snacks. *Food Research International*, 131, Article 109031. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109031>
- Ronoh, A. K., Serrem, C. A., Tumwebaze, S. B., & Were, G. M. (2024). Effect of fortifying [sorghum and wheat with Longhorn grasshopper (*Ruspolia differens*) powder on nutritional composition and consumer acceptability of biscuits. *Food science & nutrition*, 12(5), 3492–3507. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4018>
- Rumpold, BA y Schlüter, OK (2013), Composición nutricional y aspectos de seguridad de los insectos comestibles. *Mol. Nutr. Food Res.*, 57: 802-823. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>
- Sacaquirín, S., Valdez Martínez, F. E., Guayacondo, V., & Verónica, J. (2012). Valoración de bajo peso, sobrepeso y obesidad en los niños del Instituto Psicopedagógico “Agustín Cueva Tamaríz” de la parroquia Huayna Capac (Cuenca) 2010 (Tesis doctoral). Pp. 166.
- Saguy, IS y Dana, D. (2003). Enfoque integrado para la fritura en aceite de oliva: aspectos de ingeniería, nutrición, salud y consumo. *Journal of Food Science* , 68

- Sánchez-Velázquez, O. A., Hernández-Álvarez, A. J., Dávalos-Vázquez, A., Aragón-Rojas, S., Moreno-Vilet, L., Castillo-Herrera, G. A., Luna-Vital, D. A., & Mojica, L. (2025). Functional properties of cricket and grasshopper protein isolates. *Food Research International*, Article 117329. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.117329>
- Schiavone, A., De Marco, M., Martínez, S. et al. Valor nutricional de una harina de larvas de mosca soldado-negra ( *Hermetia illucens* L.) parcialmente desgrasada y altamente desgrasada para pollos de engorde: digestibilidad aparente de nutrientes, energía metabolizable aparente y digestibilidad ileal aparente de aminoácidos. *J Animal Sci Biotechnol* 8 , 51 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0181-5>
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura y Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2014). Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en línea <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>
- Sigma-Aldrich/Merck. (2024). Total Dietary Fiber: reagent kit for 100 determinations (enzymatic-gravimetric method) [Manual técnico]. <https://www.sigmaaldrich.com/deepweb/assets/sigmaaldrich/product/documents/312/78/112979ug-mk.pdf>
- Simić, M., Žilić, S., Šimurina, O., Filipčev, B., Škrobot, D., & Vančetović, J. (2018). Effects of anthocyanin-rich popping maize flour on the phenolic profile and the antioxidant capacity of mix-bread and its physical and sensory properties. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 68(4), 299–308. <https://doi.org/10.2478/pjfn-2018-0002>
- Singh, J., Dartois, A., & Kaur, L. (2010). Starch digestibility in food matrix: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(4), 168–180. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.12.001>
- Sotelo, Angela, Argote, Rosa María, Cornejo, Lucía, Escalona, Silvia, Ramos, Maritza, Nava, Alma, Palomino, Dariana, & Carreón, Ofelia. (2008). Medición de fibra dietética y almidón resistente: reto para alumnos del Laboratorio de Desarrollo Experimental de Alimentos (LabDEA). *Educación química*, 19(1), 42-49. Recuperado en 30 de agosto de 2025, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2008000100007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2008000100007&lng=es&tlng=es)
- Tan, H. S. G., van den Berg, E., & Stieger, M. (2016). The influence of product preparation, familiarity and individual traits on the consumer acceptance of insects as food. *Food Quality and Preference*, 52, 222–231. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.05.003>
- Téllez-Morales, J. A., Hernández-Santos, B., Navarro-Cortez, R. O., & Rodríguez-Miranda, J. (2022). Impact of the addition of cricket flour (*Sphenarium purpurascens*) on the physicochemical properties, optimization and extrusion conditions of extruded nixtamalized corn flour. *Applied Food Research*, 2(2), Article 100149. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100149>
- Tiessen-Favier, A., Escalante-Aburto, A., Espinosa-Leal, C., & García-Lara, S. (2022). Novel Combination of the Biophysical, Nutritional, and Nutraceutical Properties in Subtropical Pigmented Maize Hybrids. *Plants* (Basel, Switzerland), 11(23), 3221. <https://doi.org/10.3390/plants11233221>

- Uriz-Martínez, M., Astiasarán, I., Aranaz, P., & Ansorena, D. (2025). High plant protein snacks as novel animal product substitutes: Sensory assessment, nutritional evaluation and in vitro digestibility. *LWT – Food Science and Technology*, 224, Article 117795. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117795>
- Uriz-Martínez, M., Rodríguez-González, O. M., & Pérez-Ramírez, I. F. (2025). High plant protein snacks as novel animal product substitutes: Sensory assessment and consumer acceptance. *LWT – Food Science and Technology*, 224, Article 117795. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117795>
- Vargas Medina, M. E. (2024). Perfil sensorial rate-all-that-apply (RATA) y características fisicoquímicas y mecánicas del chocolate basado en diferentes proporciones de cacao blanco. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén, Perú]. Repositorio Institucional UNJ. <https://hdl.handle.net/UNJ/728>
- Villarroel, Pía, Gómez, Camila, Vera, Camila, & Torres, Jairo. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista chilena de nutrición*, 45(3), 271-278. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182018000400271>
- Villaseñor, V. M., Navat Enriquez-Vara, J., Urías-Silva, J. E., Del Carmen Lugo-Cervantes, E., Luna-Vital, D. A., & Mojica, L. (2022). Mexican grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) as source of high protein flour: Techno-functional characterization, and in silico and in vitro biological potential. *Food research international* (Ottawa, Ont.), 162(Pt A), 112048. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112048>
- Wójtowicz, A., Combrzyński, M., Biernacka, B., Oniszczuk, T., Mitrus, M., Różyło, R., Gancarz, M., & Oniszczuk, A. (2023). Application of edible insect flour as a novel ingredient in fortified snack pellets: Processing aspects and physical characteristics. *Processes*, 11(9), 2561. <https://doi.org/10.3390/pr11092561>
- Yang, Q., Liu, S., Sun, J., Yu, L., Zhang, C., Bi, J., & Yang, Z. (2014). Nutritional composition and protein quality of the edible beetle *Holotrichia parallela*. *Journal of insect science* (Online), 14, 139. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu001>
- Yi, L., Lakemond, C. M. M., Sagis, L. M. C., Eisner-Schadler, V. R., van Huis, A., & van Boekel, M. A. J. S. (2013). Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. *Food Chemistry*, 141(4), 3341–3348. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.115>
- Zhang, G. y Hamaker, BR (2009). Almidón de digestión lenta: Concepto, mecanismo e índice glucémico extendido propuesto. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49 (10), 852–867. <https://doi.org/10.1080/10408390903372466>

## Anexos

### Anexo 1. Curva patrón de glucosa para cuantificación de azúcares reductores

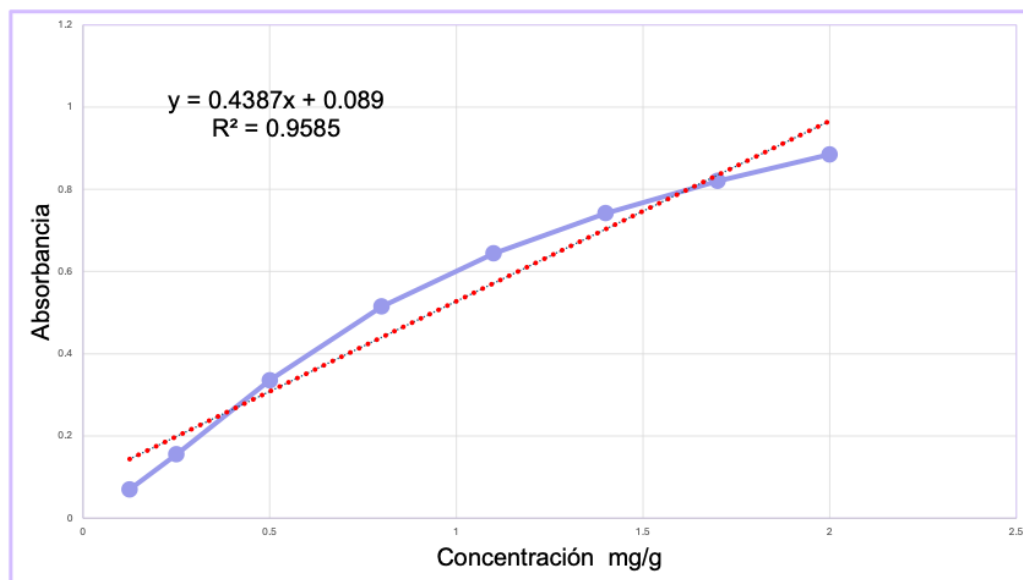


Gráfico 11. Curva patrón concentración de glucosa

### Anexo 2. Análisis Estadístico

Tabla 10. Anova para %Humedad en harinas

| Fuente           | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F         | Pr > F   |
|------------------|-----|-----------------------|------------------------|-----------|----------|
| Modelo           | 3   | 126.1509              | 42.0503                | 9435.8099 | < 0.0001 |
| Error            | 8   | 0.0357                | 0.0045                 |           |          |
| Total, corregido | 11  | 126.1866              |                        |           |          |

Tabla 11. Test Tukey de %Humedad en harinas

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|---|
| HMB       | 4.5661         | A      | B | C | D |
| HMA       | 4.7522         |        |   |   |   |
| HC        | 7.4349         |        |   |   |   |
| HDC       | 12.5983        |        |   |   |   |

Tabla 12. Anova para %Grasa en harinas

| Fuente           | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F        | Pr > F   |
|------------------|-----|-----------------------|------------------------|----------|----------|
| Modelo           | 3   | 119.4547              | 39.8182                | 208.3963 | < 0.0001 |
| Error            | 8   | 1.5286                | 0.1911                 |          |          |
| Total, corregido | 11  | 120.9832              |                        |          |          |

Tabla 13. Test Tukey de %Grasa en harinas

| Categoría | Media estimada | Grupos |
|-----------|----------------|--------|
| HDC       | 0.4333         | A      |
| HMB       | 4.1326         | B      |
| HMA       | 4.1648         | B      |
| HC        | 9.2993         | C      |

Tabla 14. Anova para %Cenizas en harinas

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F        | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|----------|----------|
| Modelo          | 3   | 18.3511               | 6.1170                 | 919.2494 | < 0.0001 |
| Error           | 8   | 0.0532                | 0.0067                 |          |          |
| Total corregido | 11  | 18.4043               |                        |          |          |

Tabla 15. Test Tukey de %Cenizas en harinas

| Categoría | Media estimada | Grupos |
|-----------|----------------|--------|
| HMB       | 1.5667         | A      |
| HMA       | 1.6667         | A      |
| HC        | 3.9523         | B      |
| HDC       | 4.2119         | C      |

Tabla 16. Anova para %Proteína en harinas

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F          | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|------------|----------|
| Modelo          | 3   | 5494.3543             | 1831.4514              | 17782.7680 | < 0.0001 |
| Error           | 8   | 0.8239                | 0.1030                 |            |          |
| Total corregido | 11  | 5495.1782             |                        |            |          |

Tabla 17. Test Tukey de %Proteína en harinas

| Categoría | Media<br>estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|-------------------|--------|---|---|---|
| HMB       | 5.5870            | A      |   |   |   |
| HMA       | 6.4400            |        | B |   |   |
| HC        | 43.1838           |        |   | C |   |
| HDC       | 53.2366           |        |   |   | D |

Tabla 18. Anova para %Carbohidratos en harinas

| Fuente          | GDL | Suma de<br>los<br>cuadrados | Media de<br>los<br>cuadrados | F       | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------------|------------------------------|---------|----------|
| Modelo          | 3   | 38.9961                     | 12.9987                      | 59.4694 | < 0.0001 |
| Error           | 8   | 1.7486                      | 0.2186                       |         |          |
| Total corregido | 11  | 40.7447                     |                              |         |          |

Tabla 19. Test Tukey de %Carbohidratos en harinas

| Categoría | Media<br>estimada | Grupos |   |   |  |
|-----------|-------------------|--------|---|---|--|
| HC        | 79.3135           | A      |   |   |  |
| HDC       | 82.7565           |        | B |   |  |
| HMA       | 82.9763           |        | B | C |  |
| HMB       | 84.1477           |        |   | C |  |

Tabla 20. Anova para pH en harinas

| Fuente             | GDL | Suma de<br>los<br>cuadrados | Media de<br>los<br>cuadrados | F        | Pr > F   |
|--------------------|-----|-----------------------------|------------------------------|----------|----------|
| Modelo             | 3   | 31.0677                     | 10.3559                      | 788.0201 | < 0.0001 |
| Error              | 8   | 0.1051                      | 0.0131                       |          |          |
| Total<br>corregido | 11  | 31.1728                     |                              |          |          |

Tabla 21. Test Tukey de pH en harinas

| Categoría | Media<br>estimada | Grupos |   |   |  |
|-----------|-------------------|--------|---|---|--|
| HC        | 5.2767            | A      |   |   |  |
| HDC       | 5.3900            | A      |   |   |  |
| HMB       | 6.6700            |        | B |   |  |
| HMA       | 9.2733            |        |   | C |  |

Tabla 22. Anova para Retención de agua en harinas

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F        | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|----------|----------|
| Modelo          | 3   | 2.5326                | 0.8442                 | 254.2944 | < 0.0001 |
| Error           | 8   | 0.0266                | 0.0033                 |          |          |
| Total corregido | 11  | 2.5591                |                        |          |          |

Tabla 23. Test Tukey de Retención de agua en harinas

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |
|-----------|----------------|--------|---|
| HC        | 1.6579         | A      |   |
| HDC       | 1.7384         | A      |   |
| HMA       | 2.1927         |        | B |
| HMB       | 2.8137         |        | C |

Tabla 24. Anova para Retención de aceite en harinas

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F       | Pr > F |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|---------|--------|
| Modelo          | 3   | 0.8046                | 0.2682                 | 20.6317 | 0.0004 |
| Error           | 8   | 0.1040                | 0.0130                 |         |        |
| Total corregido | 11  | 0.9086                |                        |         |        |

Tabla 25. Test Tukey de Retención de aceite en harinas

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |
|-----------|----------------|--------|---|
| HMB       | 1.6642         | A      |   |
| HC        | 1.7563         | A      |   |
| HMA       | 1.7989         | A      |   |
| HDC       | 2.3272         |        | B |

Tabla 26. Anova para color en harinas (L\*)

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F          | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|------------|----------|
| Modelo          | 3   | 6966.5939             | 2322.1980              | 75785.6284 | < 0.0001 |
| Error           | 8   | 0.2451                | 0.0306                 |            |          |
| Total corregido | 11  | 6966.8390             |                        |            |          |

Tabla 27. Test Tukey de color en harinas (L\*)

| Categoría | Media<br>estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|-------------------|--------|---|---|---|
| HC        | 27.7800           | A      |   |   |   |
| HDC       | 32.1200           |        | B |   |   |
| HMA       | 69.8967           |        |   | C |   |
| HMB       | 84.0733           |        |   |   | D |

Tabla 28. Anova para color en harinas (a\*)

| Fuente             | GDL | Suma de<br>los<br>cuadrados | Media de<br>los<br>cuadrados | F          | Pr > F   |
|--------------------|-----|-----------------------------|------------------------------|------------|----------|
| Modelo             | 3   | 144.6650                    | 48.2217                      | 13843.5431 | < 0.0001 |
| Error              | 8   | 0.0279                      | 0.0035                       |            |          |
| Total<br>corregido | 11  | 144.6929                    |                              |            |          |

Tabla 29. Test Tukey de color en harinas (a\*)

| Categoría | Media<br>estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|-------------------|--------|---|---|---|
| HMB       | 0.5833            | A      |   |   |   |
| HMA       | 2.2133            |        | B |   |   |
| HDC       | 8.1033            |        |   | C |   |
| HC        | 8.3833            |        |   |   | D |

Tabla 30. Anova para color en harinas (b\*)

| Fuente             | GDL | Suma de<br>los<br>cuadrados | Media de<br>los<br>cuadrados | F         | Pr > F   |
|--------------------|-----|-----------------------------|------------------------------|-----------|----------|
| Modelo             | 3   | 186.8252                    | 62.2751                      | 7540.8742 | < 0.0001 |
| Error              | 8   | 0.0661                      | 0.0083                       |           |          |
| Total<br>corregido | 11  | 186.8912                    |                              |           |          |

Tabla 31. Test Tukey de color en harinas (b\*)

| Categoría | Media<br>estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|-------------------|--------|---|---|---|
| HMA       | 4.3433            | A      |   |   |   |
| HMB       | 12.8267           |        | B |   |   |
| HC        | 13.4467           |        |   | C |   |
| HDC       | 13.9533           |        |   |   | D |

Tabla 32. Anova para Actividad de agua en harinas

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F       | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|---------|----------|
| Modelo          | 3   | 0.0985                | 0.0328                 | 75.5600 | < 0.0001 |
| Error           | 8   | 0.0035                | 0.0004                 |         |          |
| Total corregido | 11  | 0.1020                |                        |         |          |

Tabla 33. Test Tukey de Actividad de agua en harinas

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|---|
| HC        | 0.3233         | A      |   |   |   |
| HMA       | 0.4200         |        | B |   |   |
| HMB       | 0.4967         |        |   | C |   |
| HDC       | 0.5672         |        |   |   | D |

Tabla 34. Anova para %Fibra en harinas

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F        | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|----------|----------|
| Modelo          | 3   | 0.0078                | 0.0026                 | 142.5206 | < 0.0001 |
| Error           | 8   | 0.0001                | 0.0000                 |          |          |
| Total corregido | 11  | 0.0079                |                        |          |          |

Tabla 35. Test Tukey de %Fibra en harinas

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|---|
| HMB       | 0.0933         | A      |   |   |   |
| HMA       | 0.1093         |        | B |   |   |
| HDC       | 0.1359         |        |   | C |   |
| HC        | 0.1600         |        |   |   | D |

Tabla 36. Anova para %Fibra en harinas horneadas

| Fuente          | GL | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F        | Pr > F   |
|-----------------|----|-------------------|------------------|----------|----------|
| Modelo          | 2  | 0.004             | 0.002            | 3088.820 | < 0.0001 |
| Error           | 3  | 0.000             | 0.000            |          |          |
| Total corregido | 5  | 0.004             |                  |          |          |

Tabla 37. Test Tukey de %Fibra en harinas horneadas

| Categoría | Media Estimada | Grupos |   |
|-----------|----------------|--------|---|
| HMA       | 0.050          | A      |   |
| HC        | 0.084          |        | B |
| HDC       | 0.110          |        | C |

Tabla 38. Anova para %Digestibilidad en harinas

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F      | Pr > F |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|--------|--------|
| Modelo          | 3   | 0.039                 | 0.013                  | 23.343 | 0.005  |
| Error           | 4   | 0.002                 | 0.001                  |        |        |
| Total corregido | 7   | 0.041                 |                        |        |        |

Tabla 39. Test Tukey de %Digestibilidad en harinas

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |
|-----------|----------------|--------|---|
| HMB       | 0.754          | A      |   |
| HMA       | 0.871          |        | B |
| HC        | 0.917          |        | B |
| HDC       | 0.932          |        | B |

Tabla 40. Friedman para diferentes formulaciones de snacks (Sensorial preliminar)

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Q (Valor observado) | 137.1296 |
| Q (Valor crítico)   | 12.5916  |
| GDL                 | 6        |
| p-valor (bilateral) | < 0.0001 |
| alfa                | 0.05     |

Tabla 41. Test Nemeyani para diferentes formulaciones de snacks (Sensorial preliminar)

| Muestra | Frecuencia | Suma de los rangos | Media de los rangos | Grupos |   |
|---------|------------|--------------------|---------------------|--------|---|
| 525     | 80         | 213.5000           | 2.6688              | A      |   |
| 125     | 80         | 244.5000           | 3.0563              | A      |   |
| 620     | 80         | 284.5000           | 3.5563              | A      | B |
| 220     | 80         | 287.0000           | 3.5875              | A      | B |

|     |    |          |        |   |   |   |
|-----|----|----------|--------|---|---|---|
| 315 | 80 | 345.0000 | 4.3125 | B | C |   |
| 715 | 80 | 420.0000 | 5.2500 |   | C | D |
| 400 | 80 | 445.5000 | 5.5688 |   |   | D |

Tabla 42. Anova para %Humedad de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F        | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|----------|----------|
| Modelo          | 6   | 0.0012                | 0.0002                 | 352.7435 | < 0.0001 |
| Error           | 14  | 0.0000                | 0.0000                 |          |          |
| Total corregido | 20  | 0.0012                |                        |          |          |

Tabla 43. Test Tukey de %Humedad para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|---|
| HDC15     | 0.0073         | A      |   |   |   |
| HDC10     | 0.0077         | A      |   |   |   |
| HDC5      | 0.0084         | A      |   |   |   |
| CONTROL   | 0.0106         |        | B |   |   |
| HC15      | 0.0146         |        |   | C |   |
| HC10      | 0.0251         |        |   |   | D |
| HC5       | 0.0266         |        |   |   | D |

Tabla 44. Anova para %Grasa de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F       | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|---------|----------|
| Modelo          | 6   | 0.0006                | 0.0001                 | 85.1956 | < 0.0001 |
| Error           | 14  | 0.0000                | 0.0000                 |         |          |
| Total corregido | 20  | 0.0006                |                        |         |          |

Tabla 45. Test Tukey de %Grasa para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|---|
| HDC10     | 0.1452         | A      |   |   |   |
| CONTROL   | 0.1461         | A      | B |   |   |
| HDC15     | 0.1486         |        | B | C |   |
| HC5       | 0.1492         |        |   | C |   |
| HC10      | 0.1522         |        |   |   | D |
| HDC5      | 0.1565         |        |   |   | E |
| HC15      | 0.1607         |        |   |   | F |

Tabla 46. Anova para %Cenizas de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F        | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|----------|----------|
| Modelo          | 6   | 0.0013                | 0.0002                 | 211.9073 | < 0.0001 |
| Error           | 14  | 0.0000                | 0.0000                 |          |          |
| Total corregido | 20  | 0.0013                |                        |          |          |

Tabla 47. Test Tukey de %Cenizas para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|---|
| HDC10     | 0.0261         | A      |   |   |   |
| HDC5      | 0.0265         | A      |   |   |   |
| HDC15     | 0.0267         | A      |   |   |   |
| CONTROL   | 0.0310         |        | B |   |   |
| HC15      | 0.0409         |        |   | C |   |
| HC5       | 0.0438         |        |   |   | D |
| HC10      | 0.0441         |        |   |   | D |

Tabla 48. Anova para %Proteína de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F        | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|----------|----------|
| Modelo          | 6   | 0.0238                | 0.0040                 | 415.9056 | < 0.0001 |
| Error           | 14  | 0.0001                | 0.0000                 |          |          |
| Total corregido | 20  | 0.0239                |                        |          |          |

Tabla 49. Test Tukey de %Proteína para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|---|
| CONTROL   | 0.0825         | A      |   |   |   |
| HC5       | 0.0940         |        | B |   |   |
| HDC5      | 0.1249         |        |   | C |   |
| HC10      | 0.1453         |        |   |   | D |
| HDC10     | 0.1572         |        |   |   | E |
| HC15      | 0.1627         |        |   |   | E |
| HDC15     | 0.1800         |        |   |   | F |

Tabla 50. Anova para %Carbohidratos de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F        | Pr > F   |
|--------|-----|-----------------------|------------------------|----------|----------|
| Modelo | 6   | 0.0261                | 0.0043                 | 378.4519 | < 0.0001 |

|                 |    |        |        |
|-----------------|----|--------|--------|
| Error           | 14 | 0.0002 | 0.0000 |
| Total corregido | 20 | 0.0263 |        |

Tabla 51. Test Tukey de %Carbohidratos para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría   | Media<br>estimada | Grupos |   |   |   |
|-------------|-------------------|--------|---|---|---|
| HC15        | 0.6212            | A      |   |   |   |
| HC10        | 0.6334            |        | B |   |   |
| HDC15       | 0.6375            |        | B |   |   |
| HDC10       | 0.6638            |        |   | C |   |
| HDC5        | 0.6838            |        |   |   | D |
| HC5         | 0.6865            |        |   |   | D |
| CONTRO<br>L | 0.7298            |        |   |   | E |

Tabla 52. Anova para Color de diferentes formulaciones de snacks (L\*)

| Fuente             | GDL | Suma de<br>los<br>cuadrados | Media de<br>los<br>cuadrados | F         | Pr > F   |
|--------------------|-----|-----------------------------|------------------------------|-----------|----------|
| Modelo             | 6   | 537.6665                    | 89.6111                      | 1317.3950 | < 0.0001 |
| Error              | 21  | 1.4285                      | 0.0680                       |           |          |
| Total<br>corregido | 27  | 539.0950                    |                              |           |          |

Tabla 53. Test Tukey de Color para diferentes formulaciones de snacks (L\*)

| Categoría | Media<br>estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|-------------------|--------|---|---|---|
| HDC15     | 24.3925           | A      |   |   |   |
| HC15      | 27.8825           |        | B |   |   |
| HC10      | 29.8375           |        |   | C |   |
| HDC10     | 30.9625           |        |   | D |   |
| HC5       | 32.9575           |        |   |   | E |
| HDC5      | 34.3075           |        |   |   | F |
| CONTROL   | 39.1100           |        |   |   | G |

Tabla 54. Anova para Color de diferentes formulaciones de snacks (a\*)

| Fuente          | GDL | Suma de<br>los<br>cuadrados | Media de<br>los<br>cuadrados | F         | Pr > F   |
|-----------------|-----|-----------------------------|------------------------------|-----------|----------|
| Modelo          | 6   | 404.3162                    | 67.3860                      | 3364.8956 | < 0.0001 |
| Error           | 21  | 0.4206                      | 0.0200                       |           |          |
| Total corregido | 27  | 404.7368                    |                              |           |          |

Tabla 55. Test Tukey de Color para diferentes formulaciones de snacks (a\*)

| Categoría | Media<br>estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|-------------------|--------|---|---|---|
| CONTROL   | -0.0650           | A      |   |   |   |
| HC5       | 6.5075            |        | B |   |   |
| HDC5      | 7.4500            |        |   | C |   |
| HC10      | 9.0500            |        |   |   | D |
| HDC10     | 10.1800           |        |   |   | E |
| HDC15     | 11.7150           |        |   |   | F |
| HC15      | 11.7275           |        |   |   | F |

Tabla 56. Anova para Color de diferentes formulaciones de snacks (b\*)

| Fuente             | GDL | Suma de<br>los<br>cuadrados | Media de<br>los<br>cuadrados | F         | Pr > F   |
|--------------------|-----|-----------------------------|------------------------------|-----------|----------|
| Modelo             | 6   | 350.7717                    | 58.4620                      | 1076.6475 | < 0.0001 |
| Error              | 21  | 1.1403                      | 0.0543                       |           |          |
| Total<br>corregido | 27  | 351.9120                    |                              |           |          |

Tabla 57. Tukey de Color para diferentes formulaciones de snacks (b\*)

| Categoría | Media<br>estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|-------------------|--------|---|---|---|
| CONTROL   | 5.1625            | A      |   |   |   |
| HC5       | 12.0475           |        | B |   |   |
| HC10      | 13.6825           |        |   | C |   |
| HDC5      | 13.8225           |        |   | C |   |
| HDC10     | 15.3450           |        |   |   | D |
| HDC15     | 15.4350           |        |   |   | D |
| HC15      | 16.6000           |        |   |   | E |

Tabla 58. Anova para Actividad de agua de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente             | GDL | Suma de<br>los<br>cuadrados | Media de<br>los<br>cuadrados | F        | Pr > F   |
|--------------------|-----|-----------------------------|------------------------------|----------|----------|
| Modelo             | 6   | 0.1446                      | 0.0241                       | 445.2450 | < 0.0001 |
| Error              | 14  | 0.0008                      | 0.0001                       |          |          |
| Total<br>corregido | 20  | 0.1453                      |                              |          |          |

Tabla 59. Tukey de Actividad de agua para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media<br>estimada | Grupos |  |  |  |
|-----------|-------------------|--------|--|--|--|
|-----------|-------------------|--------|--|--|--|

|         |        |   |   |   |   |
|---------|--------|---|---|---|---|
| HC15    | 0.1500 | A |   |   |   |
| HC5     | 0.1621 | A |   |   |   |
| HC10    | 0.1645 | A |   |   |   |
| CONTROL | 0.2602 |   | B |   |   |
| HDC15   | 0.3000 |   |   | C |   |
| HDC10   | 0.3100 |   |   | C |   |
| HDC5    | 0.3804 |   |   |   | D |

Tabla 60. Anova para %Fibra de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente          | GL | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F      | Pr > F             |
|-----------------|----|-------------------|------------------|--------|--------------------|
| Modelo          | 6  | 0.004             | 0.001            | 61.030 | <b>&lt; 0.0001</b> |
| Error           | 14 | 0.000             | 0.000            |        |                    |
| Total corregido | 20 | 0.004             |                  |        |                    |

Tabla 61. Test Tukey de %Fibra para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media Estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|---|
| HC15      | 0.068          | A      |   |   |   |
| HDC15     | 0.076          | A      | B |   |   |
| HC10      | 0.076          | A      | B |   |   |
| HDC10     | 0.083          |        | B | C |   |
| HC5       | 0.086          |        |   | C |   |
| HDC5      | 0.103          |        |   |   | D |
| Control   | 0.105          |        |   |   | D |

Tabla 62. Anova para Índice de Expansión de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente          | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F         | Pr > F             |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------------|-----------|--------------------|
| Modelo          | 6   | 0.0813                | 0.0136                 | 3118.0383 | <b>&lt; 0.0001</b> |
| Error           | 63  | 0.0003                | 0.0000                 |           |                    |
| Total corregido | 69  | 0.0816                |                        |           |                    |

Tabla 63. Test Tukey de Índice de Expansión para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media estimada | Grupos |   |   |  |
|-----------|----------------|--------|---|---|--|
| HCD15     | 0.8629         | A      |   |   |  |
| HC15      | 0.9019         |        | B |   |  |
| HDC10     | 0.9145         |        |   | C |  |

|         |        |   |   |   |
|---------|--------|---|---|---|
| HC10    | 0.9335 | D |   |   |
| HDC5    | 0.9412 |   | E |   |
| HC5     | 0.9540 |   |   | F |
| Control | 0.9746 |   |   | G |

Tabla 64. Anova para %Digestibilidad de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente          | GL | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F      | Pr > F       |
|-----------------|----|-------------------|------------------|--------|--------------|
| Modelo          | 6  | 0.058             | 0.010            | 13.681 | <b>0.001</b> |
| Error           | 7  | 0.005             | 0.001            |        |              |
| Total corregido | 13 | 0.063             |                  |        |              |

Tabla 65. Test Tukey de %Digestibilidad para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media Estimada | Grupos |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|
| HC15      | 0.744          | A      |   |   |
| HC10      | 0.824          | A      | B |   |
| HC5       | 0.871          |        | B | C |
| HDC10     | 0.879          |        | B | C |
| HDC5      | 0.888          |        | B | C |
| Control   | 0.938          |        |   | C |
| HDC15     | 0.946          |        |   | C |

Tabla 66. Anova para Almidón de rápida digestión (ARD) de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente          | GL | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F       | Pr > F             |
|-----------------|----|-------------------|------------------|---------|--------------------|
| Modelo          | 6  | 59063.940         | 9843.990         | 369.240 | <b>&lt; 0.0001</b> |
| Error           | 14 | 373.242           | 26.660           |         |                    |
| Total corregido | 20 | 59437.183         |                  |         |                    |

Tabla 67. Test Tukey de Almidón de rápida digestión (ARD) para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media Estimada | Grupos |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|
| Control   | 84.720         | A      |   |   |
| HC15      | 125.370        |        | B |   |
| HDC15     | 133.728        |        | B |   |
| HDC5      | 175.519        |        |   | C |
| HC5       | 205.531        |        |   | D |
| HDC10     | 231.745        |        |   | E |

|      |         |   |
|------|---------|---|
| HC10 | 233.265 | E |
|------|---------|---|

Tabla 68. Anova para Almidón de lenta digestión (ALD) de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente          | GL | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F       | Pr > F             |
|-----------------|----|-------------------|------------------|---------|--------------------|
| Modelo          |    | 6271803.340       | 45300.557        | 153.500 | <b>&lt; 0.0001</b> |
| Error           | 14 | 4131.644          | 295.117          |         |                    |
| Total corregido |    | 20275934.984      |                  |         |                    |

Tabla 69. Test Tukey de Almidón de lenta digestión (ALD) para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media Estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|---|
| HDC15     | 343.439        | A      |   |   |   |
| HDC10     | 436.897        |        | B |   |   |
| HC15      | 491.604        |        |   | C |   |
| HC5       | 499.582        |        |   | C |   |
| HC10      | 518.958        |        |   | C |   |
| HDC5      | 573.665        |        |   |   | D |
| Control   | 740.445        |        |   |   | E |

Tabla 70. Anova para Digestibilidad Total (DT) de diferentes formulaciones de snacks

| Fuente          | GL | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F       | Pr > F             |
|-----------------|----|-------------------|------------------|---------|--------------------|
| Modelo          |    | 6230335.846       | 38389.308        | 118.984 | <b>&lt; 0.0001</b> |
| Error           | 14 | 4517.010          | 322.644          |         |                    |
| Total corregido |    | 20234852.856      |                  |         |                    |

Tabla 71. Test Tukey de Digestibilidad Total (DT) para diferentes formulaciones de snacks

| Categoría | Media Estimada | Grupos |   |   |   |
|-----------|----------------|--------|---|---|---|
| HDC15     | 477.167        | A      |   |   |   |
| HC15      | 616.974        |        | B |   |   |
| HDC10     | 668.642        |        |   | C |   |
| HC5       | 705.114        |        |   | C | D |
| HDC5      | 749.183        |        |   |   | D |
| HC10      | 752.222        |        |   |   | D |
| Control   | 825.165        |        |   |   | E |

Tabla 72. Friedman para diferentes formulaciones de snacks de evaluación sensorial

|                      |          |
|----------------------|----------|
| Q (Valor observado)  | 99.067   |
| Q (Valor crítico)    | 11.070   |
| GL                   | 5        |
| valor-p (unilateral) | < 0.0001 |
| alfa                 | 0.05     |

Tabla 73. Test Nemenyi para diferentes formulaciones de snacks de evaluación sensorial

| Muestra | Frecuencia | Suma de rangos | Media de rangos | Grupos |
|---------|------------|----------------|-----------------|--------|
| HDC15%  | 171        | 489.000        | 2.860           | A      |
| HC10%   | 171        | 496.000        | 2.901           | A      |
| HDC10%  | 171        | 536.500        | 3.137           | A      |
| HC5%    | 171        | 649.000        | 3.795           | B      |
| HDC5%   | 171        | 705.500        | 4.126           | B      |
| CONTROL | 171        | 715.000        | 4.181           | B      |

### Anexo 3. Formulario de evaluación sensorial preliminar

| Escala                                    | 315 | 525 | 125 | 715 | 620 | 400 | 220 |
|-------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ¿Qué tan agradable te parece el producto? |     |     |     |     |     |     |     |
| 1.Me disgusta mucho                       |     |     |     |     |     |     |     |
| 2.Me disgusta moderadamente               |     |     |     |     |     |     |     |
| 3.Me disgusta ligeramente                 |     |     |     |     |     |     |     |
| 4.Ni me gusta ni me disgusta              |     |     |     |     |     |     |     |
| 5.Me gusta ligeramente                    |     |     |     |     |     |     |     |
| 6.Me gusta moderadamente                  |     |     |     |     |     |     |     |
| 7.Me gusta mucho                          |     |     |     |     |     |     |     |
| ¿Consumirías la muestra...?               |     |     |     |     |     |     |     |
| Si                                        |     |     |     |     |     |     |     |
| No                                        |     |     |     |     |     |     |     |

## Anexo 4. Formulario de evaluación sensorial

13/8/25, 12:49 a.m.

Prueba sensorial de botanas a base de maíz y chapulín

### Prueba sensorial de botanas a base de maíz y chapulín

Prueba sensorial de consumidores en botanas

-A continuación se te entregarán 6 muestras con diferentes códigos, por favor observa cada una de ellas, posteriormente huelelas y finalmente pruébalas.

Selecciona los atributos que encuentres en ellas.

*\* Indica que la pregunta es obligatoria*

#### Formulario de consentimiento

Estas a punto de comenzar una prueba sensorial RATA de botanas a base de maíz y chapulín.

Declaro estar informado de que:

- En cualquier momento, puedo interrumpir mi participación en el estudio sin consecuencias.
- En cualquier momento, los responsables del estudio pueden interrumpir mi participación en este estudio.
- Los insectos comestibles de este estudio pueden contener alérgenos como la tropomisinina (proteína que se encuentra en crustáceos y moluscos, y es el principal alérgeno de los mariscos).
- Los datos que se recolectan en esta encuesta serán utilizados exclusivamente con fines académicos.
- La participación es completamente voluntaria y al participar, usted acepta colaborar libremente en este estudio.
- Toda la información proporcionada será tratada estrictamente de acuerdo a las normativas éticas y de manejo de datos personales.

1. Al hacer click en continuar, acepta participar además de haber <sup>\*</sup> leído y entendido toda la información en el apartado anterior.

*Selecciona todos los que correspondan.*

☐ Continuar

[https://docs.google.com/forms/d/1wd9Y\\_Gn9g3zaHngL-U4g4d\\_gZc-sD-9LoCpA\\_tLxANM/edit](https://docs.google.com/forms/d/1wd9Y_Gn9g3zaHngL-U4g4d_gZc-sD-9LoCpA_tLxANM/edit)

1/40

## Datos generales

2. Correo \*

---

3. Nombre \*

---

4. Edad \*

*Marca solo un óvalo.*

☐ 18-20

☐ 21-30

☐ 31-40

☐ 41-50

☐ 51-60

5. Sexo \*

*Marca solo un óvalo.*

☐ Masculino

☐ Femenino

☐ Prefiero no decirlo

6. De que division eres?

Marca solo un óvalo.

☐ CBS

☐ CBI

☐ CSH

7. ¿Has consumido insectos? \*

Marca solo un óvalo.

☐ Si

☐ No

**Prueba RATA en harinas de insectos comestibles (MUESTRA 456)**

La prueba RATA consiste en calificar todo lo que aplica( Rate-All-That-Apply) basado en intensidad por lo cuál se le darán 6 muestras de snacks en las cuáles tendrás que observar primeramente, posteriormente tocar, oler y probar para describir el producto de acuerdo a los términos de esta encuesta, calificando la intensidad de cada atributo.

8. A continuación se te presenta la muestra 456, por favor \* obsérvala (no la comas aún) y marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Café</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Opaco</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Brillante</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rojizo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Homogeneo</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Oscuro</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Claro</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Agrietado</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

9. A continuación toma un poco de la muestra 456 con la yema <sup>\*</sup> de tus dedos (no la comas aún) y huelela, marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                                                 | No presente              | Baja intensidad          | Moderada intensidad      | Alta intensidad          |
|-------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Madera</b>                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Quemado</b>                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Nixtamalizado</b>                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Chocolate (Cacao)</b>                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado (Ajo, cebolla, Knorr suiza)</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/ mariscos</b>                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tierra</b>                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

10. A continuación toma un poco de la muestra 456, Pruébala, \*  
marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Suave</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Duro</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Aspero</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grumoso</b>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Crocante</b>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Húmedo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Seco</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Granuloso</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

11. A continuación toma un poco de la muestra 456, Pruébala y <sup>\*</sup> saborea, marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla Descriptor No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                              | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Amargo</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tostado</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>Mariscos</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Cereales</b>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Picante</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Salado</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado</b>          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rancio</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grasoso</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

12. De forma global ¿qué tanto te gusta la muestra 456? \*

Marca solo un óvalo.

|    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                 |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
|    | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     |                 |
| Me | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Me agrada mucho |

13. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 456 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        |                       |                               |                       |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Delgado               | Justo<br>como<br>se<br>espera | Grueso                |
| Grosor | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

14. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 456 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        |                       |                               |                       |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Blando                | Justo<br>como<br>se<br>espera | Duro                  |
| Dureza | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

15. **Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 456** \*

*Marca solo un óvalo por fila.*

|                         | Poco<br>amargo        | Justo<br>como<br>se<br>espera | Muy<br>amargo         |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Sabor<br/>amargo</b> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

16. **Despues de probar la muestra 456, te gustaria consumirla condimentada?** \*

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ No, asi me gusto
- ☐ Salada
- ☐ Sal y limon
- ☐ Enchilada
- ☐ Sal, limon y chile
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

### **Prueba RATA en harinas de insectos comestibles (MUESTRA 971)**

La prueba RATA consiste en calificar todo lo que aplica( Rate-All-That-Apply) basado en intensidad por lo cuál se le darán 6 muestras de snacks en las cuáles tendrás que observar primeramente, posteriormente tocar, oler y probar para describir el producto de acuerdo a los términos de esta encuesta, calificando la intensidad de cada atributo.

17. A continuación se te presenta la muestra 971, por favor \* obsérvala (no la comas aún) y marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|           | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Café      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Opaco     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Brillante | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Rojizo    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Homogeneo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Oscuro    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Claro     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Agrietado | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

18. A continuación toma un poco de la muestra 971 con la yema \*  
de tus dedos (no la comas aún) y huelela, marca todos los  
atributos que detectes,(en caso de no detectarlo selecciona  
la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor  
selecciona la casilla a la que crees que corresponde la  
intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                                                        | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Madera</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Quemado</b>                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Nixtamalizado</b>                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Chocolate<br/>(Cacao)</b>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado<br/>(Ajo,cebolla,<br/>Knorr suiza)</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>mariscos</b>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tierra</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

19. A continuación toma un poco de la muestra 971, pruébala, \*  
 marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Suave</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Duro</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Aspero</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grumoso</b>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Crocante</b>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Húmedo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Seco</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Granuloso</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

20. A continuación toma un poco de la muestra 971, Pruébala y <sup>\*</sup> saborea, marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla Descriptor No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                              | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Amargo</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tostado</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>Mariscos</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Cereales</b>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Picante</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Salado</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado</b>          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rancio</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grasoso</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

21. De forma global ¿qué tanto te gusta la muestra 971? \*

Marca solo un óvalo.

|    | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     |                 |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| Me | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Me agrada mucho |

22. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 971 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        | Delgado               | Justo<br>como<br>se<br>espera | Grueso                |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Grosor | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

23. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 971 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        | Blando                | Justo<br>como<br>se<br>espera | Duro                  |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Dureza | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

24. **Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 971** \*

*Marca solo un óvalo por fila.*

|                         | Poco<br>amargo        | Justo<br>como<br>se<br>espera | Muy<br>amargo         |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Sabor<br/>amargo</b> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

25. **Despues de probar la muestra 971, te gustaria consumirla condimentada?** \*

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ No, asi me gusto
- ☐ Salada
- ☐ Sal y limon
- ☐ Enchilada
- ☐ Sal, limon y chile
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

### **Prueba RATA en harinas de insectos comestibles (MUESTRA 203)**

La prueba RATA consiste en calificar todo lo que aplica( Rate-All-That-Applies) basado en intensidad por lo cuál se le darán 6 muestras de snacks en las cuáles tendrás que observar primeramente, posteriormente tocar, oler y probar para describir el producto de acuerdo a los términos de esta encuesta, calificando la intensidad de cada atributo.

26. A continuación se te presenta la muestra 203, por favor \* obsérvala (no la comas aún) y marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Café</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Opaco</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Brillante</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rojizo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Homogeneo</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Oscuro</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Claro</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Agrietado</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

27. A continuación toma un poco de la muestra 203 con la yema \*  
de tus dedos (no la comas aún) y huelela, marca todos los  
atributos que detectes,(en caso de no detectarlo selecciona  
la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor  
selecciona la casilla a la que crees que corresponde la  
intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                                                        | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Madera</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Quemado</b>                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Nixtamalizado</b>                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Chocolate<br/>(Cacao)</b>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado<br/>(Ajo,cebolla,<br/>Knorr suiza)</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>mariscos</b>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tierra</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

28. A continuación toma un poco de la muestra 203, Pruébala, \*  
marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Suave</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Duro</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Aspero</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grumoso</b>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Crocante</b>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Húmedo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Seco</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Granuloso</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

29. A continuación toma un poco de la muestra 203, Pruébala y <sup>\*</sup> saborea, marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla Descriptor No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                              | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Amargo</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tostado</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>Mariscos</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Cereales</b>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Picante</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Salado</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado</b>          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rancio</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grasoso</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sección sin título

30. De forma global ¿qué tanto te gusta la muestra 203? \*

Marca solo un óvalo.

|    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                 |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
|    | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     |                 |
| Me | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Me agrada mucho |

31. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 203 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        |                       |                               |                       |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Delgado               | Justo<br>como<br>se<br>espera | Grueso                |
| Grosor | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

32. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 203 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        |                       |                               |                       |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Blando                | Justo<br>como<br>se<br>espera | Duro                  |
| Dureza | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

33. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 203 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|                 | Poco<br>amargo        | Justo<br>como<br>se<br>espera | Muy<br>amargo         |
|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Sabor<br>amargo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

34. Despues de probar la muestra 203, te gustaria consumirla condimentada? \*

Marca solo un óvalo.

- ☐ No, asi me gusto
- ☐ Salada
- ☐ Sal y limon
- ☐ Enchilada
- ☐ Sal, limon y chile
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

### Prueba RATA en harinas de insectos comestibles (MUESTRA 817)

La prueba RATA consiste en calificar todo lo que aplica( Rate-All-That-Apply) basado en intensidad por lo cuál se le darán 6 muestras de snacks en las cuáles tendrás que observar primeramente, posteriormente tocar, oler y probar para describir el producto de acuerdo a los términos de esta encuesta, calificando la intensidad de cada atributo.

35. A continuación se te presenta la muestra 817, por favor \* obsérvala (no la comas aún) y marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Café</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Opaco</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Brillante</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rojizo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Homogeneo</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Oscuro</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Claro</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Agrietado</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

36. A continuación toma un poco de la muestra 817 con la yema \*  
de tus dedos (no la comas aún) y huelela, marca todos los  
atributos que detectes,(en caso de no detectarlo selecciona  
la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor  
selecciona la casilla a la que crees que corresponde la  
intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                                                        | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Madera</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Quemado</b>                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Nixtamalizado</b>                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Chocolate<br/>(Cacao)</b>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado<br/>(Ajo,cebolla,<br/>Knorr suiza)</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>mariscos</b>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tierra</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

37. A continuación toma un poco de la muestra 817, Pruébala, \*  
marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Suave</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Duro</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Aspero</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grumoso</b>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Crocante</b>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Húmedo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Seco</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Granuloso</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

38. A continuación toma un poco de la muestra 817, Pruébala y <sup>\*</sup> saborea, marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla Descriptor No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                              | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Amargo</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tostado</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>Mariscos</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Cereales</b>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Picante</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Salado</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado</b>          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rancio</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grasoso</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

39. De forma global ¿qué tanto te gusta la muestra 817? \*

Marca solo un óvalo.

|    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                 |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
|    | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     |                 |
| Me | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Me agrada mucho |

40. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 817 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        |                       |                               |                       |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Delgado               | Justo<br>como<br>se<br>espera | Grueso                |
| Grosor | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

41. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 817 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        |                       |                               |                       |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Blando                | Justo<br>como<br>se<br>espera | Duro                  |
| Dureza | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

42. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 817 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|                 | Poco<br>amargo        | Justo<br>como<br>se<br>espera | Muy<br>amargo         |
|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Sabor<br>amargo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

43. Despues de probar la muestra 817, te gustaria consumirla condimentada? \*

Marca solo un óvalo.

- ☐ No, asi me gusto
- ☐ Salada
- ☐ Sal y limon
- ☐ Enchilada
- ☐ Sal, limon y chile
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

### Prueba RATA en harinas de insectos comestibles (MUESTRA 316)

La prueba RATA consiste en calificar todo lo que aplica( Rate-All-That-Apply) basado en intensidad por lo cuál se le darán 6 muestras de snacks en las cuáles tendrás que observar primeramente, posteriormente tocar, oler y probar para describir el producto de acuerdo a los términos de esta encuesta, calificando la intensidad de cada atributo.

44. A continuación se te presenta la muestra 316, por favor \* obsérvala (no la comas aún) y marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Café</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Opaco</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Brillante</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rojizo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Homogeneo</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Oscuro</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Claro</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Agrietado</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

45. A continuación toma un poco de la muestra 316 con la yema \*  
de tus dedos (no la comas aún) y huelela, marca todos los  
atributos que detectes,(en caso de no detectarlo selecciona  
la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor  
selecciona la casilla a la que crees que corresponde la  
intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                                                        | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Madera</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Quemado</b>                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Nixtamalizado</b>                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Chocolate<br/>(Cacao)</b>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado<br/>(Ajo,cebolla,<br/>Knorr suiza)</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>mariscos</b>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tierra</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

46. A continuación toma un poco de la muestra 316, pruébala, marca todos los atributos que detectes,(en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

\*

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Suave</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Duro</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Aspero</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grumoso</b>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Crocante</b>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Húmedo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Seco</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Granuloso</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

47. A continuación toma un poco de la muestra 316, Pruébala y <sup>\*</sup> saborea, marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla Descriptor No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                              | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Amargo</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tostado</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>Mariscos</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Cereales</b>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Picante</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Salado</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado</b>          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rancio</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grasoso</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

48. De forma global ¿qué tanto te gusta la muestra 316? \*

Marca solo un óvalo.

|    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                 |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
|    | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     |                 |
| Me | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Me agrada mucho |

49. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 316 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        |                       |                               |                       |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Delgado               | Justo<br>como<br>se<br>espera | Grueso                |
| Grosor | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

50. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 316 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        |                       |                               |                       |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Blando                | Justo<br>como<br>se<br>espera | Duro                  |
| Dureza | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

51. **Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 316** \*

*Marca solo un óvalo por fila.*

|                         | Poco<br>amargo        | Justo<br>como<br>se<br>espera | Muy<br>amargo         |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Sabor<br/>amargo</b> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

52. **Despues de probar la muestra 316, te gustaria consumirla condimentada?** \*

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ No, asi me gusto
- ☐ Salada
- ☐ Sal y limon
- ☐ Enchilada
- ☐ Sal, limon y chile
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

### **Prueba RATA en harinas de insectos comestibles (MUESTRA 502)**

La prueba RATA consiste en calificar todo lo que aplica( Rate-All-That-Apply) basado en intensidad por lo cuál se le darán 6 muestras de snacks en las cuáles tendrás que observar primeramente, posteriormente tocar, oler y probar para describir el producto de acuerdo a los términos de esta encuesta, calificando la intensidad de cada atributo.

53. A continuación se te presenta la muestra 502, por favor \* obsérvala (no la comas aún) y marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Café</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Opaco</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Brillante</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rojizo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Homogeneo</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Oscuro</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Claro</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Agrietado</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

54. A continuación toma un poco de la muestra 502 con la yema \*  
de tus dedos (no la comas aún) y huelela, marca todos los  
atributos que detectes,(en caso de no detectarlo selecciona  
la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor  
selecciona la casilla a la que crees que corresponde la  
intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                                                        | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Madera</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Quemado</b>                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Nixtamalizado</b>                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Chocolate<br/>(Cacao)</b>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado<br/>(Ajo,cebolla,<br/>Knorr suiza)</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>mariscos</b>                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tierra</b>                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

55. A continuación toma un poco de la muestra 502, pruébala, \*  
marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                  | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Suave</b>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Duro</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Aspero</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grumoso</b>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Crocante</b>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Húmedo</b>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Seco</b>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Granuloso</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

56. A continuación toma un poco de la muestra 502, Pruébala y <sup>\*</sup> saborea, marca todos los atributos que detectes, (en caso de no detectarlo selecciona la casilla Descriptor No presente) en caso de detectarlo por favor selecciona la casilla a la que crees que corresponde la intensidad.

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                              | No<br>presente           | Baja<br>intensidad       | Moderada<br>intensidad   | Alta<br>intensidad       |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Amargo</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Tostado</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pescado/<br/>Mariscos</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Cereales</b>              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Picante</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Salado</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Condimentado</b>          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Rancio</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Herbal</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Grasoso</b>               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

57. De forma global ¿qué tanto te gusta la muestra 502? \*

Marca solo un óvalo.

|    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                 |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
|    | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     |                 |
| Me | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Me agrada mucho |

58. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 502 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        |                       |                               |                       |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Delgado               | Justo<br>como<br>se<br>espera | Grueso                |
| Grosor | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

59. Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 502 \*

Marca solo un óvalo por fila.

|        |                       |                               |                       |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Blando                | Justo<br>como<br>se<br>espera | Duro                  |
| Dureza | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

60. **Selecciona la opción que crees que corresponde de la muestra 502** \*

*Marca solo un óvalo por fila.*

|                         | Poco<br>amargo        | Justo<br>como<br>se<br>espera | Muy<br>amargo         |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Sabor<br/>amargo</b> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> |

61. **Después de probar la muestra 502, te gustaría consumirla condimentada?** \*

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ No, así me gusto
- ☐ Salada
- ☐ Sal y limón
- ☐ Enchilada
- ☐ Sal, limón y chile
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

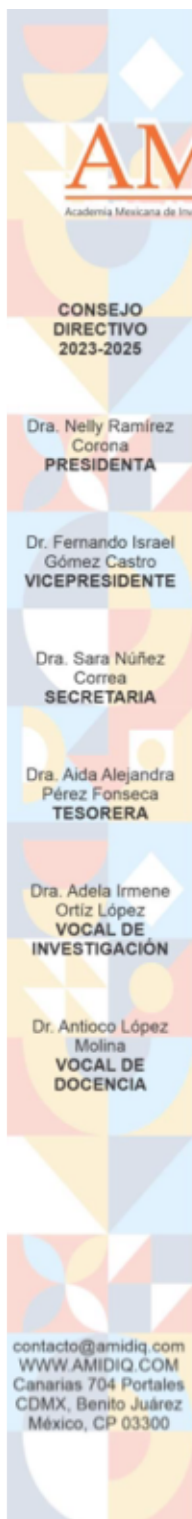
Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

## Anexo 5. Congresos y divulgación científica.

### XLVI Encuentro Nacional de la AMIDIQ

-Carta de aceptación:



Ciudad de México a lunes, 17 de febrero de 2025

**Estimado(a) autor(a) de contacto**

Agradecemos sinceramente su interés por participar en el XLVI Encuentro Nacional de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C. (AMIDIQ). Por este conducto nos complace informarle que su trabajo:

**COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE HARINAS DE MAÍZ Y CHAPULÍN DESENGRASADO Y SIN DESENGRASAR**  
ID: 332

Cuyos autores son:

**Fanny Berenice Gutierrez, Salvador Osvaldo Cruz, Yenizey Merit Alvarez, Hector Bernardo Escalona**

Ha sido aceptado para su presentación en la sesión de **INGENIERÍA EN ALIMENTOS** en la modalidad **CARTEL**.

Para ser acreedor de la constancia de participación se requiere que **al menos uno de los autores esté inscrito**, y que **el trabajo haya sido efectivamente presentado**. Para que el trabajo sea publicado en las memorias del congreso, es necesario cumplir con los criterios anteriores y haber enviado su trabajo en extenso.

En fechas posteriores podrá consultar el programa completo en nuestra página web [www.amidiq.com](http://www.amidiq.com) para conocer el día y hora precisa de su presentación. Recuerde que tiene hasta el **14 de marzo** para sustituir el resumen de dos páginas por su trabajo en extenso en la plataforma OpenConf y que al menos uno de los autores del trabajo deberá estar inscrito al evento a más tardar el **14 de marzo** para ser incluido en el programa final.

A nombre de la AMIDIQ le agradecemos una vez más su participación y esperamos tener la oportunidad de saludarlo durante el evento.

**Atentamente**

**COMITÉ TÉCNICO**  
**XLVI Encuentro Nacional de la AMIDIQ A.C**

-Constancia:



## XXI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería 2025

-Carta de aceptación:



**Estimado Participante:**

**FANNY BERENICE GUTIERREZ MARIN**

El Comité Organizador del XXI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería 2025, que se llevará a cabo del 28 de septiembre al 3 de octubre de 2025, tiene el agrado de notificarle que su trabajo de investigación ha sido **ACEPTADO** para su presentación en el evento.

Título del trabajo: **ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UN SNACK ELABORADO CON HARINA DE MAIZ AZUL ENRIQUECIDO CON HARINA DE CHAPULIN (SPHENARIUM PURPURASCENS)**

Modalidad: **CARTEL**

Área interés: **III. Biotecnología alimentaria**

Número de trabajo definitivo: **TCIII65**

Día de presentación: **Lunes**

Número de mampara: **65**

Coautores: **Salvador Osvaldo Cruz López, Héctor Bernardo Escalona Buendía, Yenizey Merit Álvarez Cisneros,**

Le invitamos a completar los trámites pendientes de su inscripción visitando nuevamente la página oficial del congreso: <https://regonline.com.mx/smbb2025/>, ingresando a la opción MI PERFIL con su contraseña de asistente.

Agradecemos su participación y le felicitamos por esta aceptación.

Atentamente,  
Comité Organizador  
XXI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería 2025.

### **Instrucciones para cartel**

Los carteles deberán contener las siguientes secciones:

Título. Autores. Dependencia. Introducción. Método. Resultados. Discusión. Conclusiones. Referencias.

Las dimensiones de los carteles serán de 0.8 x 1.2 m (ancho por alto), para que se ajusten a las mamparas sin salirse del espacio asignado.

Los carteles deberán colocarse entre las 08:00 a 11:00 am del día correspondiente en el área de carteles. Cada sesión de carteles se realizará de 17:00 a 18:30 h.

Se les pide a los autores que permanezcan junto a su cartel para responder preguntas de congresistas y evaluadores.

### **Importante:**

Los carteles donde no haya ningún autor presente para explicar el trabajo no recibirán constancia.

-Constancia:



**SMBB** SOCIEDAD MEXICANA  
DE BIOTECNOLOGÍA Y  
BIOINGENIERÍA



Congreso Nacional  
de Biotecnología y  
Bioingeniería  
Del 28 de Septiembre al 3 de Octubre 2025  
**OAXACA 2025**

**Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería**  
**Otorga la presente**  
**CONSTANCIA**

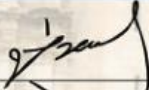
Fanny Berenice Gutierrez Marin, Cruz López Salvador Osvaldo, Escalona Buendía  
Héctor Bernardo, Álvarez Cisneros Yenizey Merit,

Por la presentación del **TRABAJO LIBRE EN CARTEL** en el área  
**III. Biotecnología alimentaria, titulado:**  
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UN SNACK ELABORADO CON HARINA DE MAIZ AZUL ENRIQUECIDO CON HARINA DE  
CHAPULIN (SPHENARIUM PURPURASCENS)

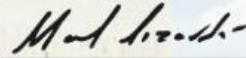
en el **XXI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería**  
del 28 de Septiembre al 03 de Octubre del 2025, Oaxaca, Oaxaca, México.



Dr. Francisco José Fernández Perrino  
Presidente del Comité Organizador



Dr. Luis Bernardo Flores Cotera  
Presidente de la SMBB



Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez  
Presidente del Comité Científico

## Expo FERIA UAM-I 2024



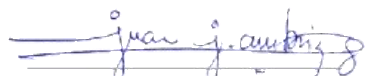
La Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, a través de la  
Coordinación de Extensión Universitaria, otorgan la presente

# Constancia

a

*Fanny Berenice Gutiérrez Marín*

Por su participación como **ponente** de la actividad demostrativa  
"Evaluación sensorial"  
realizada del 5 al 8 de noviembre, dentro de las actividades  
de la **EXPO FERIA UAM-I 2024**, Ciudad de México.

  
Dr. Juan José Ambríz García  
Coordinador de Extensión Universitaria

## 1er Conversatorio por el Día Mundial de la Alimentación

### 1er Conversatorio por el Día Mundial de la Alimentación

Iztapalapa CDMX 28, 29 y 30 de octubre de 2024

# CONSTANCIA

La Red Institucional de Fortalecimiento de la Economía Social y Solidaria (IFESS) y el Comité  
Organizador, agradecen a las co-autoras:

**Yenizey Merit Alvarez Cisneros y Fanny Berenice Gutierrez Marin**

Por su satisfactoria presentación del trabajo de divulgación en modalidad de cartel  
titulado:

**"Snack saludable de maíz azul y chapulines"**

  
Dr. José Antonio De los Reyes Heredia  
Rector General

  
Dr. Javier Rodríguez Lagunas  
Secretario de la Unidad Iztapalapa

  
Dra. Delia Patricia Couturier Bañuelos  
Coordinadora de la Red IFESS



Proy. Alimentación universitaria y sustentabilidad: de la milpa a la mesa (Proy. N° 322746) \*Proyecto apoyado por el Conahcyt en el año 2024

## XIV Simposio: Perspectivas en Biotecnología 2025

### SIMPOSIO DE PERSPECTIVAS EN BIOTECNOLOGÍA 2025



#### *Constancia de actividad de retribución social*

**El Posgrado en Biotecnología de la UAM agradece a los autores:**

Fanny Berenice Gutiérrez Marina\*; Héctor Bernardo Escalona Buendía; Rosy Gabriela Cruz Monterrosa; Yenizey Merit Álvarez Cisneros

**Quienes presentaron el video de divulgación:**

*INSECTOS EN SNACKS*

Ciudad de México  
26 de mayo de 2025



Dr. Héctor B. Escalona Buendía  
Coordinador del Posgrado en Biotecnología



Dr. José Luis Gómez Olivares  
Director de la DCBS





Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

## ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00328

Matricula: 2233803937

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE UN SNACK ELABORADO A PARTIR DE MAÍZ AZUL (ZEA MAYS) Y ENRIQUECIDO CON SPHENARIUM PURPURASCENS.

En la Ciudad de México, se presentaron a las 12:00 horas del día 12 del mes de noviembre del año 2025 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DRA. GABRIELA MARIANA RODRIGUEZ SERRANO  
DRA. ISADORA MARTINEZ ARELLANO  
DR. JOSE ELEAZAR AGUILAR TOALA  
DRA. ROSY GABRIELA CRUZ MONTERROSA



FANNY BERENICE GUTIERREZ MARIN  
ALUMNA

Bajo la Presidencia de la primera y con carácter de Secretaria la última, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN BIOTECNOLOGÍA

DE: FANNY BERENICE GUTIERREZ MARIN

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

*Aprobar*

Acto continuo, la presidenta del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

REVISÓ

MTRA. ROSALBA SERRANO DE LA PAZ  
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBS

DR. JOSE LUIS GOMEZ OLIVARES

PRESIDENTA

DRA. GABRIELA MARIANA RODRIGUEZ SERRANO

VOCAL

DRA. ISADORA MARTINEZ ARELLANO

VOCAL

DR. JOSE ELEAZAR AGUILAR TOALA

SECRETARIA

DRA. ROSY GABRIELA CRUZ MONTERROSA