

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN CIENCIA ANIMAL**

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y**

**TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**Desarrollo y evaluación de las características de calidad de una pasta a base  
de harina de Chapulín (*Sphenarium purpurascens*)**

**POR:**

**MELISSA VERASTEGUI DEGOLLADO**

**TESIS:**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de:**

**Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos**

**Saltillo, Coahuila, México.**

**Febrero de 2022**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**PROGRAMA DOCENTE EN INGENIERÍA EN CIENCIA Y**

**TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Desarrollo y evaluación de las características de calidad de una pasta a base  
de harina de Chapulín (*Sphenarlum purpurascens*)**

**POR:**

**MELISSA VERASTEGUI DEGOLLADO**

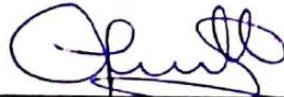
**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

La cual fue revisada y aprobada por:

**COMITÉ ASESOR**



**Dra. Xochitl Ruelas Chacón**

Asesor principal



**Q.F.B. María Carmen Julia García**

Coasesor



**M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla**

Coasesor



**Dr. José Dueñez Alanís**

Coordinador de la División de Ciencia Animal

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE CIENCIA  
ANIMAL

**Saltillo, Coahuila, México.**

**Febrero de 2022**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y**

**TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Desarrollo y evaluación de las características de calidad de una pasta a base**

**de harina de Chapulín (*Sphenarium purpurascens*)**

**POR:**

**MELISSA VERASTEGUI DEGOLLADO**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**JURADO EXAMINADOR**

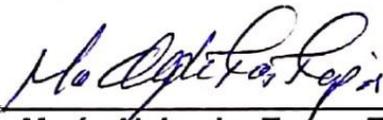
03/02/22



**Dra. Xochitl Ruelas Chacón**  
Presidente



**Q.F.B. María del Carmen Julia García**  
Vocal



**Dra. María Alejandra Torres Tapia**  
Vocal



**Dr. Josué Israel García López**  
Vocal

**Saltillo, Coahuila, México.**

**Febrero de 2022**

## AGRADECIMIENTOS

A **mi Alma Terra Mater** por el tiempo que fue parte de mi historia de vida, por haberme brindado una formación profesional y todas aquellas experiencias vividas en mi estancia como estudiante.

Agradezco infinitamente a **Dios**, por permitirme vivir para la realización de este proyecto profesional.

A **mis maestros**, de los cuales adquirí los saberes necesarios para formarme como estudiante y un futuro profesionista.

A la **Dra. Xochitl Ruelas Chacón**, a quien estimo por ser una persona dedicada ampliamente a brindar atención, conocimiento y respeto, creyendo en la pertinencia de este proyecto y ser guía para la culminación de dicho trabajo, por ende, ser un excelente profesionista.

A la **QFB. Carmen Julia García**, por su apoyo durante mi formación profesional y durante la realización del presente trabajo.

Al **M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla**, por su apoyo en mi formación profesional y la conclusión del trabajo de investigación.

A la **Dra. María Alejandra Torres Tapia** y al **Dr. Josué Israel García López**, por el apoyo y participación en la conclusión del presente trabajo.

A mis padres, por el apoyo incondicional que me han brindado permanentemente y especialmente durante el proceso de los estudios de la carrera que hoy culmina.

A mis hermanos, que me acompañan en cada travesía de mi vida y que me hacen sentir que puedo contar con ellos en cualquier situación.

A mi novio, por empatizar y permanecer en todo momento a mi lado.

## DEDICATORIA

A **Dios** por darme la vida, ser mi pastor y guía para poder culminar una etapa más con éxito y sabiduría.

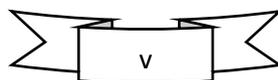
A mi abuela materna, por ser mi segunda madre, verme crecer y cuidarme durante mi niñez, a la cual amo.

A mi madre, por ser un pilar importante para crecer profesionalmente; además de ser mi inspiración diaria para lograr lo que me propongo, por su gran sacrificio para verme feliz, este logro también es tuyo.

A mi padre, por su apoyo y amor incondicional.

A mis hermanos, que son mi fortaleza; que me permiten ser mejor persona para brindarles mi apoyo y mi amor durante todo el tiempo que Dios me permita estar en sus vidas;

A mi novio, por brindarme su apoyo, su conocimiento y su experiencia laboral durante mi vida estudiantil, te amo y te admiro.



## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>1.1 JUSTIFICACIÓN</b> .....	5
<b>1.2 HIPÓTESIS</b> .....	6
<b>1.3 OBJETIVOS</b> .....	6
1.3.1 Objetivo General .....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
<b>CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	7
<b>2.1 Chapulín</b> .....	7
2.1.1 Definición de Chapulín.....	7
2.1.2 Antecedentes del Chapulín.....	8
2.1.3 Particularidades del Chapulín .....	9
2.1.4 Características propias de la especie <i>Sphenarium purpurascens</i> . .....	10
2.1.5 Valor nutritivo del chapulín.....	12
<b>2.2 Pasta alimenticia</b> .....	15
2.2.1 Definición .....	15
2.2.2 Origen de la pasta.....	16
2.2.3 Tipos de pasta. ....	16
2.2.4 Beneficio de consumir la pasta .....	18
<b>2.3 Harina</b> .....	19
2.3.1 Definición .....	19

2.3.2 Historia.....	19
2.3.3 Valor nutricional de la harina de trigo.....	20
2.3.4 Beneficios harina de trigo. ....	21
2.3.5 Funcionalidad de harina de trigo.....	21
2.3.6 Harina de chapulín.....	22
<b>2.4 La evaluación sensorial como herramienta para evaluar la calidad de los alimentos.</b> ....	<b>22</b>
2.4.1 Estímulos de la evaluación sensorial .....	23
2.4.2 Clasificación de la evaluación sensorial.....	24
2.4.3 Clasificación de jueces .....	24
<b>CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1 Materiales y equipos utilizados</b> .....	<b>26</b>
3.1.1 Equipo.....	26
3.1.2 Reactivos .....	27
3.1.3 Materiales para la prueba sensorial .....	27
3.1.4 Materia prima .....	28
<b>3.2 Elaboración de la pasta de chapulín.</b> .....	<b>28</b>
3.2.1 Formulaciones de las pastas. ....	28
3.2.2 Procedimiento en la elaboración de pasta. ....	29
<b>3.3 Análisis bromatológico</b> .....	<b>30</b>
3.3.1 Preparación de los tratamientos para su análisis. ....	30
3.3.2 Determinación de fibra cruda.....	30
3.3.3 Determinación de extracto etéreo o grasa .....	31
3.3.4 Determinación de materia seca total.....	32
3.3.5 Determinación de proteína cruda.....	33

3.3.6 Determinación de extracto libre de nitrógeno (carbohidratos) .....	35
3.3.7 Determinación de cenizas.....	35
<b>3.4 Evaluación de propiedades físicas de las pastas .....</b>	<b>36</b>
3.4.1 Análisis de color.....	36
3.4.2 Análisis de firmeza.....	37
<b>3.5 Determinación de tiempo de cocción óptimo, capacidad de absorción de agua y pérdida de cocción.....</b>	<b>37</b>
<b>3.6 Análisis sensorial.....</b>	<b>38</b>
<b>3.7 Análisis Estadístico.....</b>	<b>39</b>
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>39</b>
4.1 Fibra cruda.....	39
4.2 Extracto etéreo o grasa.....	40
4.3 Materia seca total (MTS) y humedad .....	41
4.4 Proteína.....	43
4.5 Contenido de carbohidratos.....	44
4.6 Ceniza.....	45
4.7 Medición de Color .....	46
4.8 Firmeza.....	47
4.10 Análisis sensorial .....	50
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>Literatura Citada.....</b>	<b>56</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparativa de distintos tipos de harinas.....	20
Cuadro 2. Proteínas de la harina de trigo. ....	22
Cuadro 3. Concentraciones de harina de chapulín en cada tratamiento.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Especie <i>Sphenarium purpurascens</i> .....	7
Figura 2. Gastronomía mexicana con insectos.....	8
Figura 3. Comparación de contenido proteico entre chapulín y carne.....	9
Figura 4. Estadios del desarrollo evolutivo del chapulín.....	10
Figura 5. Comparación de proteína entre insectos.....	12
Figura 6. Ubicación del chapulín en la República Mexicana.....	14
Figura 7. Recursos necesarios para la obtención de 1 kg de proteína por cada animal.....	15
Figura 8. Pasta.....	16
Figura 9. Clasificación de la pasta.....	18
Figura 10. Harina de trigo.....	19
Figura 11. Metodología de preparación de tratamientos.....	29
Figura 12. Filtrado de muestra.....	30
Figura 13. Muestras en el papel filtro.....	31
Figura 14. Sifón Soxleth.....	32

Figura 15. Reposo en estufa.....	32
Figura 16. Crisoles con muestra. ....	33
Figura 17. Matraces en aparato Kjeldhal. ....	33
Figura 18. Proceso de destilación.....	34
Figura 19. Obtención del destilado.....	34
Figura 20. Matraces titulados (color rosa pálido). ....	34
Figura 21. Crisoles en parrilla eléctrica.....	35
Figura 22. Determinación de color. ....	36
Figura 23. Análisis de firmeza. ....	37
Figura 24. Capacidad de absorción de agua.....	37
Figura 25. Tiempo de cocción.....	37
Figura 26. Análisis de evaluación sensorial. ....	38
Figura 27. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a contenido de fibra cruda. ....	39
Figura 28. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a contenido de grasa. ....	40
Figura 29. Medias del contenido de materia seca total en pasta con 0 (T1), 50 (T2) y 25 (T3) porciento de harina de chapulín. ....	41
Figura 30. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a contenido de humedad. ....	42
Figura 31. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a contenido de proteína.....	42
Figura 32. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto al contenido de carbohidrato. ....	44

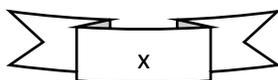


Figura 33. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a contenido de ceniza. ....	45
Figura 34. Comparación del color de las muestras.....	46
Figura 35. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a firmeza.....	47
Figura 36. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto al tiempo optimo de cocción.....	47
Figura 37. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a la pérdida de cocción. ....	48
Figura 38. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a aceptación total.....	49
Figura 39. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a apariencia global.....	50
Figura 40. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a el color.....	51
Figura 41. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a el olor.....	52
Figura 42. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a la textura.....	52
Figura 43. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a el sabor.....	53

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estadístico de Materia Seca Total.....	64
Anexo 2. Estadístico de Ceniza.....	64
Anexo 3. Estadístico de Grasa .....	65
Anexo 4. Estadístico de Fibra Cruda.....	65
Anexo 5. Estadístico de Nitrógeno .....	67
Anexo 6. Estadístico de Apariencia Global.....	67
Anexo 7. Estadístico de Color .....	68
Anexo 8.. Estadístico de Olor .....	68
Anexo 9. Estadístico de Textura.....	69
Anexo 10. Estadístico de Sabor .....	69
Anexo 11. Estadístico de Aceptación Total .....	70

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad el desarrollar y evaluar de las características de calidad de una pasta elaborada a base de harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*), por sus propiedades nutritivas como alto valor proteico y aceptable como insecto comestible en algunos estados de México, pueda ampliarse tanto su forma de consumo, como el extender su consumo hacia otras regiones del país.

La intención del proyecto fue elaborar una pasta con alto nivel nutricional para consumo humano, para su preparación se consideraron tres formulaciones o tratamientos basados en diferentes porcentajes de harinas tanto de trigo como de chapulín.

Las formulaciones fueron: el tratamiento uno (T1) con 0% de harina de chapulín y 100% de harina de trigo; el tratamiento dos (T2) con 50% harina chapulín y 50% de harina de trigo; y el tratamiento tres (T3) con 25% harina de chapulín y 75% de harina de trigo. Cada tratamiento se evaluó por triplicado a través de un análisis bromatológico, que consistió en la determinación: del contenido de cenizas (%), de proteína (%), de fibra (%), de carbohidratos (%), de grasa (%), y de humedad (%).

Los resultados en los parámetros bromatológicos indicaron que los tratamientos a base de harina de trigo en combinación con harina de chapulín presentaron valores superiores en comparación del tratamiento uno (T1) o control, pasta elaborada 100% con harina de trigo, siendo una buena alternativa para elevar el valor nutritivo en un alimento como la pasta.

Así mismo, se realizaron pruebas sensoriales de cada pasta elaborada, con la finalidad de valorar el nivel de preferencia del producto en consumidores potenciales. De acuerdo con la evaluación realizada, se encontró que los tratamientos T2 y T3 resultaron con niveles de preferencia aceptables; sin embargo, la pasta elaborada con 100 % de harina de trigo (T1) resulto con la mayor preferencia, debida posiblemente al sabor ya acostumbrado en los consumidores.

Palabras claves: Pasta, Harina de Chapulín, Valor nutrimental, Evaluación sensorial.

Correos electrónicos: **Tesista,** Melissa Verastegui Degollado, melissaverastegud@gmail.com, **Asesora principal,** Dra. Xochitl Ruelas Chacón, xruelas@yahoo.com

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, a partir de la información de los diferentes medios de comunicación sobre algunas enfermedades causantes de muerte en la población que las padece como cáncer, diabetes, obesidad y desnutrición, entre otras, son realmente preocupantes; sin ser la excepción de esta situación alarmante nuestro país, así como muchos otros países. En los últimos años (de 2015 al 2020) se han reportado de un 8.1 a 9.9 % de personas con desnutrición sobre el total de la población mundial (Statista, 2021). En México, de acuerdo con los datos del INEGI, mueren cada año aproximadamente 8,500 personas a causa de la desnutrición, de ellos, un promedio de 850 tenía menos de 5 años.

Ante esta situación, los científicos por combatir la desnutrición han recurrido a la alimentación basada en platillos preparados con una alta variedad de insectos comestibles como ingrediente principal, haciendo referencia al concepto de la entomofagia, uso de insectos, arácnidos o artrópodos para la alimentación humana; siendo la mejor opción para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional en el mundo, según la FAO; resultando con una buena aceptación en países como Tailandia y el Sur de África.

En los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Puebla, Michoacán, Guanajuato, Jalisco, Tlaxcala, Nayarit, Edo de México, Morelos, Querétaro, Colima, Hidalgo y Tabasco, se preparan platillos que van desde un alimento sencillo hasta un plato gourmet, preparados con una amplia gama insectos con un alto valor nutritivo aportando ácidos grasos polinsaturados, vitaminas y otros nutrientes, favoreciendo la dieta y teniendo una fuente de alimento más sana, de tal manera que se puede prevenir de enfermedades coronarias y las relacionadas con el exceso de grasas y colesterol.

Además, los insectos son ricos en proteínas, carbohidratos, omegas y ricos en calcio, hierro y zinc (FAO, 2013); constituyen buenas alternativas nutritivas en comparación a las fuentes de proteínas cárnicas (Huis *et al.*, 2013). Los insectos comestibles reconocidos en México llegan aportar porcentajes de proteína

superiores en comparación a los alimentos convencionales como pollo, huevo, res, frijol, lenteja entre otros; inclusive contribuyen en la salud como remedios antiguos en las poblaciones indígenas (Guzmán *et al.*, 2016). Particularmente, el consumo de insectos es muy común en la población de la Zona Centro y Sur del país, lo que sería deseable y conveniente extender este hábito de incluirlos en la dieta de la población del Norte de México, dando a conocer los grandes beneficios e importancia del consumo de insectos en aportar un alto valor nutricional y por, el ser una buena alternativa de complementar o enriquecer con insectos a los alimentos que comúnmente son consumidos en los estados del Norte del país.

Considerando lo anterior, en el presente trabajo pretendió desarrollar y evaluar las características de calidad de una pasta elaborada a base de chapulín (*Sphenarium purpurascens*) deshidratado y en harina, mezclado con harina de trigo comercial con la finalidad de mejorar el valor nutrimental en la elaboración de una pasta.

En la elaboración de la pasta se plantearon tres tratamientos: Uno (T1) o control fue la pasta con 100% harina de trigo, dos (T2) 50% de harina de trigo y 50% de harina de chapulín, y el tres (T3) con 75% de harina de trigo y 25% de harina de chapulín. Las pastas fueron analizadas mediante pruebas bromatológicas y sensoriales.

El presente documento está formado por cinco capítulos, detallando en el primer capítulo la introducción, justificación, hipótesis y objetivos de la investigación.

En el segundo capítulo se logró plasmar una revisión de literatura con temas relacionados con la elaboración de harinas y pastas, así como aspectos generales sobre el chapulín (*Sphenarium purpurascens*).

En el tercer capítulo se exponen los materiales utilizados y metodología desarrollada para la elaboración de las pastas (tratamientos) y la descripción de los análisis de laboratorio aplicados para evaluar la calidad de las pastas.

En el cuarto capítulo se presenta los resultados de las diferentes evaluaciones de las pastas, así como la discusión de los resultados encontrados en este estudio comparados con investigaciones anteriores o trabajos que se desarrollaron en la

misma disciplina con insectos comestibles aportados por algunos autores. Y en el último capítulo se enlista la literatura citada en este documento.

## 1.1 JUSTIFICACIÓN

En México se conoce que existen algunas enfermedades que afectan la salud del individuo, entre algunas de ellas se puede mencionar la obesidad y la desnutrición. Es preocupante a tal grado que hay estrategias de apoyo a nivel nacional para combatir la desnutrición a través de programas de acción social para contrarrestar la desnutrición.

Se ha intentado concientizar a través de la inclusión de una cultura de alimentación saludable implementando el "plato del buen comer" en el área de la salud y educativa. Implementando una asignatura de educación primaria en la que se habla de ese tema.

Este contexto permite ver como fortaleza que en algunos estados de México se elaboran platillos a base de insectos, ya que ellos poseen un alto índice proteico y además aportan vitaminas y minerales.

En la historia de la humanidad hay evidencia en la época prehistórica que se consumían insectos, de ahí la relevancia de este tema de considerar el chapulín como un portador de proteína que puede competir dignamente con las carnes de origen animal.

Diferentes investigadores han comenzado a utilizar el polvo de diversos insectos para añadirlo a productos de panificación o pastas para modificar el aporte nutrimental de productos convencionales dependiendo de la cantidad que se añade y de la especie que se utiliza, sin dejar de lado las características sensoriales que el consumidor busca en un producto determinado.

Así pues, la pasta es un alimento preparado a base de sémola de trigo y agua, que se consume ampliamente en el mundo, sin embargo, posee un bajo contenido de

proteína y deficiencia de lisina (aminoácido esencial). Una manera de incrementar el valor nutrimental de la pasta es emplear fuentes alternativas de proteína y minerales.

La opción de una nueva materia prima para elaborar pasta a fin de aumentar el valor nutritivo es un punto muy importante, y se pueden utilizar insectos como base para un mayor aporte de proteína.

Por lo anterior se plantea la siguiente hipótesis:

## **1.2 HIPÓTESIS**

El valor nutrimental de la pasta de trigo aumentará con la adición de harina de chapulín, además de tener aceptación por parte de los consumidores potenciales.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar y caracterizar la calidad de una pasta a base de harina de chapulín y trigo, para tener un producto con mayor valor nutrimental.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Preparar pastas con diferente porcentaje de harina de chapulín deshidratado y trigo.
- Analizar y comparar el contenido nutrimental de las diferentes pastas preparadas a base de harina de chapulín y trigo.
- Evaluar las diferentes pastas preparadas a base de harina de chapulín y trigo mediante pruebas sensoriales.

## CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Chapulín

#### 2.1.1 Definición de Chapulín

El significado del chapulín proviene del náhuatl *chapōlin*, de *chapā (nia)* rebotar y *ōlli* hule, insectos que saltan como una pelota de goma y es el nombre común de algunos insectos ortópteros nativos de México y Estados Unidos. Se utiliza especialmente para la especie: *Sphenarium purpurascens*, o saltamontes de milpa como se muestra en la Figura 1 (Educalingo, 2021).



Figura 1. Especie *Sphenarium purpurascens*. Fuente: CONABIO, 2021

Bajo el nombre de chapulines se conocen en México varios insectos pertenecientes al suborden *Orthoptera*, *Caelifera* y *Acrididae*. Hasta la fecha, se han descrito aproximadamente 11,000 especies y 2,400 géneros. De estos insectos la fortaleza está en que poseen alas traseras que son membranosas útiles para volar, así como patas traseras largas y fuertes que les permiten saltar. En su estado adulto pueden medir desde unos cuantos milímetros hasta más de 15 centímetros (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria & Dirección General de Sanidad Vegetal, 2020).

### 2.1.2 Antecedentes del Chapulín

En el México prehispánico, se proveían de su ambiente natural en el que aprovechaban lo que había a su alrededor, de tal forma que los insectos eran de gran importancia en la alimentación de la población como los gusanos de maguey, y escamoles (las cuales son larvas de la hormiga guijera, hormigas chicatanas, chinches acuáticas, ahuautle o Axayácatl), y el chapulín, considerados como un gran manjar. Además, en esta época según información arqueológica los máximos mandatarios se alimentaban con ranas, ajolotes, sapos, langostas, y camarones de lago. Tenían tanta variedad y diversidad de insectos, que tomaron relevancia no solo en el consumo de la alimentación mexicana (Figura 2), sino que trascendió en el contexto social asignándole a algunos lugares nombres de insectos, por ejemplo: Chapultepec; cerro de los chapulines o Azcapotzalco lugar de las hormigas.



Figura 2. Gastronomía mexicana con insectos. Fuente: conexionmigrante.com, 2020

Por lo tanto, la presencia de los insectos en la comida mexicana ha sido importante hasta la actualidad y en algunos estados como Oaxaca, Estado de México,

Guerrero, Morelos, Hidalgo, y Chiapas, prevalece fuertemente el consumo de insectos en sus platillos (Miranda et al., 2011).

### 2.1.3 Particularidades del Chapulín

Los chapulines son insectos alargados con alas delgadas y apergaminadas considerado comestibles por aportar grandes cantidades de proteína e incluso rebasar en su contenido a la carne roja (Figura 3). Se considera un alimento rico en fibra y minerales siendo alimentos higiénicos y seguros para el consumo por aportar micronutrientes, posee grasas e incluso vitaminas importantes como A, B, C y otros minerales como el zinc y magnesio, además posee un sabor apetitoso siendo un factor positivo el método de deshidratación de estos ya que evita que se pierdan sus valores nutricionales (Martínez et al, 2018).



Figura 3. Comparación de contenido proteico entre chapulín y carne.  
Fuente: medioambienteenaccion.com.ar, 2021

#### 2.1.4 Características propias de la especie *Sphenarium purpurascens*.

*Sphenarium purpurascens* una especie de chapulín que se encuentra en México, y muestra una repartición geográfica vasta que comprende el centro, sur y occidente del territorio nacional (Sánchez Gallardo, 2016). El insecto identificado como *Sphenarium* o *Chapulín de la milpa* tiene una amplia adaptabilidad a la sobrevivencia debido a que se encuentra distribuido en varias localidades de México como son los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Puebla, Michoacán, Guanajuato, Jalisco, Tlaxcala, Nayarit, D.F., Morelos, Querétaro, Colima, Hidalgo y Tabasco (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla, 2010; Castellanos & Cano, 2009).

Existen varios aspectos biotecnológicos relevantes para identificar y clasificar las diferentes especies de insectos, siendo la clasificación taxonómica para el chapulín de la milpa la siguiente: Orden *Orthoptera*, Suborden *Caelifera*, Superfamilia *Acridoidea*, Familia *Pyrgomorphidae*, Subfamilia *Pyrgomorphinae* y Género *Sphenarium*.

El ciclo de vida de este insecto nos muestra el proceso evolutivo por el cual pasa esta especie, inicia con una metamorfosis sencilla o inconclusa y pasa por los periodos de huevo, ninfa y maduro, (Figura 4) teniendo 5 estados ninfales (Coronado & Márquez, 1972).

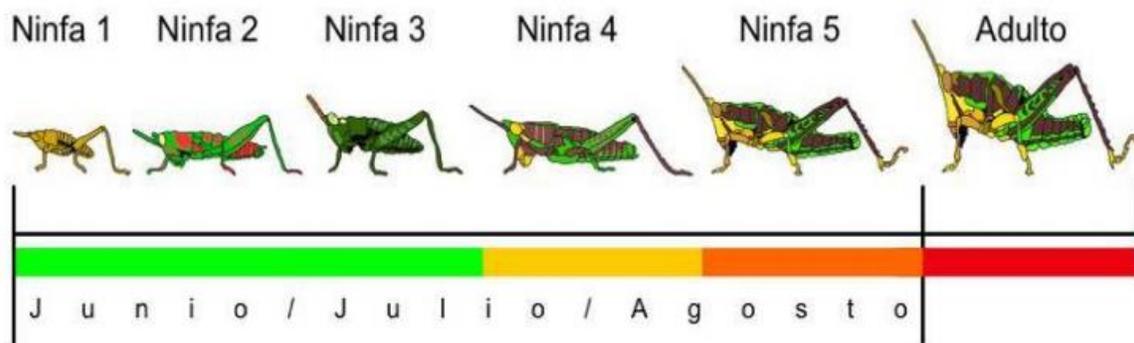


Figura 4. Estadios del desarrollo evolutivo del chapulín. Fuente: muciza.com.mx, 2021

De acuerdo con Serrano (1989), los estadios por los que pasa el Chapulín de milpa (*Sphenarium Purpurascens*) son siete, de los cuales se describen a continuación las características que van apareciendo en su evolución biológica de forma muy general:

El huevecillo mide 0.4 mm de longitud, ovalado y extremos aguzados, color pardo brillante extremos oscurecidos. Cuenta con una estructura tipo hexagonal. De la ninfa 1 a la ninfa 3 hay un rango promedio  $0.2\pm 0.5$ mm de crecimiento entre cada una de ellas. Y las características más destacadas es que en la ninfa 1 cuenta con artejos, posee 3 pares de patas, el sexo puede identificarse en machos. En la ninfa 2 se agrega que las uñas son más desarrolladas. Y en la ninfa 3 existe diferenciación de sexo. En la ninfa 4 ya han crecido de  $16\pm 0.2$ mm. La coloración es definida. Poseen 14 artejos, los esbozos alares han crecido. En la ninfa 5 aparte de lo anterior ya alcanzó de  $20\pm 1.2$ mm. En la fase adulta miden  $2.10 \pm 0.19$ cm de largo por  $0.83\pm 0.09$ cm. Su coloración es variable de pardo oscuro a verde olivo brillante con manchas negras. corporalmente es más robusto, aguzados, fusiforme en extremos, braquípteros. Los machos son más delgados que las hembras, pero éstas cuando ovipositado, sufren cambios de coloración verde pardo (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2016).

Durante una investigación que se realizó sobre el ciclo de vida para la especie *Sphenarium purpurascens* bajo condiciones de laboratorio a 20 °C ha sido de 45 a 81 días con un promedio de 63 días. Mencionan que las condiciones óptimas para el desarrollo de la especie es mantener una temperatura de 25 °C durante la gran mayoría de las fases de vida de dichos insectos, con distinción del maduro y la ninfa, los cuales presentaron mayor supervivencia a los 20 °C. La temperatura mínima para los 3 primeros estadios ninfales ha sido de 16.5 a 16.7°C, para la ninfa 4 ha sido de 11.9 y para ninfa 5 de 15.9 °C (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla, 2010.).

## 2.1.5 Valor nutritivo del chapulín.

Algunos alimentos convencionales en comparativa con los insectos presentan mayor aportación de vitaminas, que apoyan en el mantenimiento corporal y la prevención y alivio de patologías. Cuando un ser humano goza de una buena alimentación, con una dieta equilibrada en lo que es proteínas, aminoácidos, minerales y vitaminas, reduce las posibilidades de padecer de alguna enfermedad, consecuencia de una incorrecta alimentación. Ya que muchas de las patologías son efecto de una deficiente ingesta de alimentos, los insectos contribuyen a combatir algunas de estas enfermedades. El valor nutritivo de los insectos es parecido la cantidad de vitaminas que presentan los alimentos clásicos. Un ejemplo muy significativo es que varias especies poseen mayores porciones de vitamina "A" que alimentos como el hígado y la leche. Los chapulines presentan un porcentaje de proteína mayor o igual al 72.92% en 100 gramos, en estos insectos el porcentaje es mayor a comparativa de otros (Figura 5).

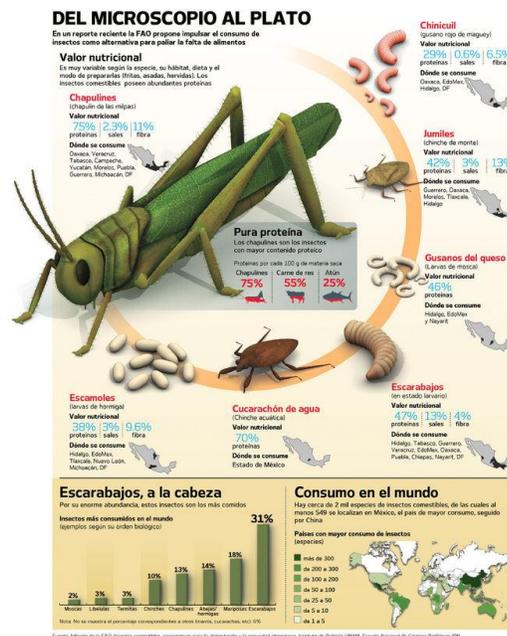


Figura 5. Comparación de proteína entre insectos. Fuente:

<https://www.elsiglodetorreon.com.mx>, 2013

Algunas especies de insectos poseen porcentaje de proteína semejante a la del ganado vacuno, más grande que la del frijol, la lenteja e, inclusive que la soya, no obstante, es menor a la del pescado (Pino, 2002).

Este animal contiene 53% de proteína siendo la mayor parte de su composición, 4% de grasa, 2% de carbohidratos y 19% de fibra siendo el segundo componente con mayor parte de participación en la estructura de dicho animal (Guzman, 2018).

El chapulín es una plaga resistente y algunos campesinos los aprovechan ya que son considerados un alimento gourmet en el mundo por ser una comida exótica y se consume principalmente en México. Siendo esta una oportunidad de aprovechar al chapulín se ha sembrado amaranto para alimentar a los chapulines, y así poder recolectarlos y venderlos. Para poder comercializarlos se han instalado empacadoras y frigoríficos para su conservación. Posteriormente se cocinan y se comercializan en diferentes presentaciones como lo son naturales, salados, al mojo de ajo o en deliciosas salsas, siendo un negocio exitoso. Cada año se han capturado más de 3 toneladas de estos insectos para su transformación y comercialización de acuerdo con Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (2017).

#### 2.1.5.1 Contenido de proteína.

La proteína es el insuperable macronutriente dietético indispensable para la vida. Siendo este un nutriente central de una vida sana (Wolfe *et al.*, 2017).

En el presente se conoce que los insectos proveen una riqueza nutricional en proteína animal, desafortunadamente no se le da la importancia que debería de tener. Sin embargo, si se le diera esa posibilidad, entonces ayudaría a tener dietas saludables y nutricionales, capaz de satisfacer con demandas dietéticos. Los chapulines viven en zonas diversas con todo tipo de panoramas de supervivencia, dando pie a que puedan alojarse en todas las ciudades y climas (Figura 6), poseen una alimentación diversa y presentan un alto valor nutritivo, presentando en mayor proporción las proteínas constituyendo la mayor parte de su cuerpo (Ramos, 1982).



Figura 6. Ubicación del chapulín en la República Mexicana. Fuente: MUCIZA, 2021

La fortuna de las especies ignoradas para el ámbito culinario, como el insecto comestible con el género *Sphenarium* más popular en México. Pero también destaca la influencia de la dinámica historia geológica y climática de la región para ser fuente de alimento (Pedraza et al., 2015), viendo que aparte de la adaptabilidad amplia de este insecto dependiendo de eso puede ser una materia prima con alto valor nutricional para la elaboración de alimentos.

La harina de chapulín se puede almacenar por mucho tiempo sin que presente alguna afectación en su contenido proteínico dando pie a un producto de gran valor (Aragón et al., 2018).

Este insecto logra poseer cantidades superiores de proteína en comparativa de un kilo de carne convencional como lo es el pollo, la res y el cerdo, llegando incluso a poder competir con algunas especies de pescados por su porcentaje de proteína presente (Figura 7). A pesar de ser identificado por el alto valor proteico, contiene de una manera significativa minerales y vitaminas, con baja cantidad de grasas incluso más baja que la carne magra. No solamente esto posee alta cantidad de fibra en su exoesqueleto, formado por quitina, esto para los seres humanos es benéfico para la microbiota (Guzman, 2018).

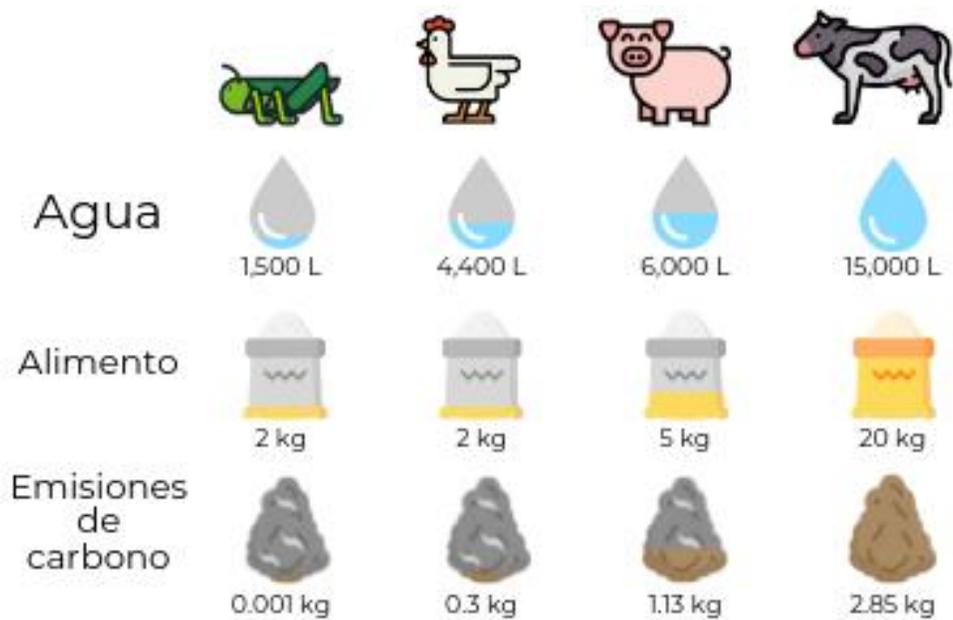


Figura 7. Recursos necesarios para la obtención de 1 kg de proteína por cada animal.

Fuente: winkofoods, 2021.

En la actualidad se tienen que evaluar nuevos métodos de alimentación que sean sostenible en cuanto a la producción de alimentos, sin dejar de lado el suministro de proteínas valorando los puntos de vista nutricional y valorando el medioambiental (Aiking, 2011). Se puede explotar la especie *Sphenarium purpurascens* para consumo humano, debido a que es considerado una plaga, realizando una explotación sostenible que produzca una considerable biomasa de este insecto, evitando los métodos de control químico contra este insecto ya que estos tienen efectos tóxicos para los humanos (Cerritos *et al.*, 2015).

## 2.2 Pasta alimenticia

### 2.2.1 Definición

El concepto básico de pasta alimenticia es que, bajo este nombre se designan los productos elaborados mediante la mezcla de sémola o harina de trigos extraduros y duros o mezclas de ambas con agua fría o caliente en proporciones variadas moldeados y secados con formas y tamaños variados (Granito *et al.*, 2003).

### 2.2.2 Origen de la pasta

A través de la historia del origen de la pasta alimenticia (Figura 8), se le da el crédito a Marco Polo en el siglo XIII, por haber incursionado la pasta posteriormente a uno de sus viajes en China.

Sin embargo, existe información donde se encontraron hallazgos en cuevas de la civilización etrusca, donde plasmaron dibujos en los cuales se observaban la preparación de un alimento elaborado en base a grano de cereal sobre todo cebada, machacándolos con agua para cocinarlos, teniendo así una comida deliciosa y nutritiva, representando a la pasta (Valencia club cocina, 2012).



Figura 8. Pasta. Fuente: sanpellegrinofruitbeverages.com, 2021

La pasta es una receta emblemática de Italia puesto que está plasmada en historias mitológicas donde se relata que el Dios del fuego llamado Vulcano y Ceres la diosa de la vegetación y de los granos, se enfrentaron a una disputa donde Vulcano aplasta los granos de la tierra creando la harina, después de eso colocando la harina en el volcán con nombre Vesubio añadiendo jugo de aceitunas entre fuegos y vapores surge la pasta (Comunicae, 2020).

### 2.2.3 Tipos de pasta.

Las pastas alimenticias se pueden clasificar (Figura 9) de acuerdo con la Junta de Andalucía España (2013) de la siguiente manera:

#### ✚ Pastas alimenticias simples:

Son las preparadas con sémola, semolinas o fécula de trigo de cualquier consistencia, duro, blando, semiduro o bien la mixtura de cualquiera de ellos.

Cuando son elaboradas únicamente en base da semolina o sémola de trigo, se distinguen por ser de mejor calidad.

#### ✚ Pastas alimenticias compuestas:

Son las que se les ha agregado en su proceso de preparación una o varias de las siguientes materias alimenticias; gluten, soja, huevos, leche, hortalizas, verduras y leguminosas, bien naturales, desecadas o conservadas, jugos y extractos.

#### ✚ Pastas alimenticias rellenas:

Son aquellas pastas que están elaboradas por pastas simples o compuestas y que como su nombre lo indica estas contienen en su interior relleno de una o varios ingredientes como: carnes rojas, y blancas, grasas animales y vegetales, verduras, hortalizas, huevos, etc.

#### ✚ Pastas alimenticias frescas:

Cualquiera de las anteriores pero que no haya pasado por un procedimiento de deshidratación.

#### ✚ Pastas roscadas:

Son aquellas pastas que son elaboradas por un proceso de extrusión, por medio de hileras y laminación (como fideos o tallarines).

#### ✚ Pastas largas:

Se les asigna ese nombre por tener un procedimiento de extrusión por medio de un molde y cortadas en varias presentaciones y de longitud inferior a 100 milímetros.

#### ✚ Pastas laminadas:

Son el producto de un laminado y troquelado posterior con una variedad de figuras y diseños.



ya que, al fortificarla con estos insectos altos en proteínas, mejoraron las propiedades nutricionales de la pasta (Çabuk & Yılmaz, 2020).

## 2.3 Harina.

### 2.3.1 Definición

La harina de trigo (Figura 10), o simplemente harina sin ningún otro calificativo, es el producto finamente triturado resultante de la molturación del grano de trigo industrialmente limpio o la mezcla de éste con el nombre científico *Triticum durum*, procedente principalmente del endospermo del grano. Los productos finamente triturados de otros cereales deberán llevar adicionado, al nombre genérico de la harina, el del grano del cual procedan (Velázquez, 2014)



Figura 10. Harina de trigo. Fuente: Rosanna Carceller, 2018

### 2.3.2 Historia

La harina se deriva del latín *farina*, nombre antiguo del farro y es polvo fino resultante del cereal molido y de algunos alimentos que poseen abundante almidón.

La harina se puede obtener de variados cereales (Cuadro 1): de centeno, de avena, de cebada de maíz, de arroz y trigo puntualizando que éste es el más común para hacer el pan. Por otra parte, existen harinas q se producen en base a leguminosas, garbanzos, y judías.

En Australia por ejemplo se elaboran harinas de semilla de Acacia. El elemento común de las harinas vegetales es el almidón, que lo convierte en un alimento rico en carbohidratos complejos. Siendo así en Europa uno de los países que utiliza el trigo, además la utilización de harina de trigo en el pan es por el gluten, ya que éste le brinda al pan elasticidad y consistencia (Rivera, 2012).

Cuadro 1. Comparativa de distintos tipos de harinas.  
Fuente: Food Data Center USDA, 2021

<b>HARINA (100g)</b>	<b>CALORÍAS</b>	<b>PROTEÍNA</b>	<b>GRASA</b>	<b>HIDRATOS DE CARBONO</b>	<b>FIBRA</b>
Maíz	379	10	5	76	7
Trigo	367	10	0	77	3
Avena	404	15	9	66	7
Arroz	364	3	1	80	0
Almendra	600	20	53	20	7
Coco	438	19	22	56	31
Garbanzo	340	20	1	66	4

### 2.3.3 Valor nutricional de la harina de trigo

Los cereales, se han ganado su espacio en la alimentación de la población en diferentes lugares, por propiciar saciedad y ser de un costo accesible.

Las proteínas de alto nivel biológico se encuentran en el germen de trigo, ya que tiene grasas insaturadas con ácidos grasos necesarios para el cuerpo humano, así como vitaminas E y B1 que al pasar por un proceso que finaliza en la harina blanca refinada ya que estos se pierden.

Por otra parte, los cereales son excelente fuente de carbohidratos de absorción rápida y lenta, por lo que al mezclarse con legumbres o proteínas de origen animal se convierten en proteínas de alto valor biológico.

Y otra de las bondades de los cereales, es que tienen un bajo nivel en grasa. Un ejemplo es el maíz el cual posee más o menos un 4%, motivo por el que se utiliza para producir aceite.

Otras características de los granos de los cereales es que poseen una baja cantidad de agua, razón por la que fácilmente tienen conservación.

Variados minerales se encuentran en los cereales tales como: el calcio, el fósforo, el hierro, y potasio en menor cantidad. Además, se incluyen en los mismos todas las vitaminas del complejo B, no poseen vitamina A, salvo el maíz amarillo por contener carotenos.

Cabe mencionar que la vitamina E y B1 se encuentra en el germen de trigo, sin embargo, es numeroso en el salvado. Sin embargo, es necesario decir que los cereales para niño que se encuentran en el mercado están enriquecidos artificialmente con vitaminas (Velázquez, 2014).

#### 2.3.4 Beneficios harina de trigo.

Al consumirse la harina de trigo ayuda a quienes padezcan la “gota” o poseen niveles elevados de ácido úrico. Otra aportación bondadosa es ayudar al sistema circulatorio y al corazón, por ende, es ideal para quien tenga niveles altos de colesterol. El potasio que incluye puede contribuir a controlar la presión arterial a tal grado de evitar el reuma y la artritis (Monte Turia, 2021).

#### 2.3.5 Funcionalidad de harina de trigo.

Dada la importancia de la presencia de proteína en alimentos de consumo diario en el ser humano, nos hace notar que la harina de trigo es un alimento digno de considerar en la nutrición humana y este se divide en dos grupos de proteínas; unas incluyentes al gluten y utilizadas en la elaboración de pan y otras que no pertenecen al gluten. Estas últimas constituyen un rango de 15-20% (Cuadro 2) del total de

dicha proteína de trigo, localizada en las capas externas del grano de trigo y en pocas concentraciones en el endospermo (De la Vega, 2009).

Cuadro 2. Proteínas de la harina de trigo. Fuente: De la Vega Ruiz, 2009.

Clasificación de acuerdo a su funcionalidad	Ubicación en el grano	% en la harina de trigo	Proteínas monoméricas	Proteínas poliméricas
Proteínas no pertenecientes al gluten	Principalmente en las capas externas del grano de trigo, y muy bajas concentraciones en el endospermo	15-20 %	Albúminas Globulinas	Triticinas
Proteínas pertenecientes al gluten	En el endospermo del grano de trigo	80-85 %	Gliadinas	Gluteninas

### 2.3.6 Harina de chapulín.

El análisis comparativo del valor nutritivo de la harina del chapulín (*Sphenarium purpurascens Charpentier*) de forma natural y tostada. La muestra de harina natural contenía un 67.58% de proteína, mientras que para la harina tostada un 57.92%, destacando su alta digestibilidad, así como su concentración de grasas y fibra cruda. Ambas muestras pueden proporcionar una cantidad significativa de nutrimentos para las personas que los consumen en la temporada de abundancia, igualmente ambas harinas tienen una vida de anaquel satisfactoria hasta por dos años sin que se alteren sus propiedades nutricionales. La harina de chapulín resultó tener alto nivel de proteína, funcionalidad y valor nutricional (Aragón, 2018).

### 2.4 La evaluación sensorial como herramienta para evaluar la calidad de los alimentos.

La calidad sensorial es analizada por los sentidos y esto permite clasificar un alimento o considerarlo aceptable. Esta se basa en olor, color, sabor, textura, temperatura, etcétera (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, 2014).

Al principio las metodologías sensoriales se limitaban a la capacidad de los sentidos, no obstante, a medida que las metodologías sensoriales se volvieron más

complejas, se empezaron a apoyar de otras ciencias tales como lo son la química, psicología, física, matemáticas, medicina etcétera, para que estas puedan dar respaldo a la evaluación de los alimentos (Severiano, 2019).

Con la evolución del análisis sensorial se le dio la importancia necesaria, tanto así que en la actualidad la implementación de este análisis en las industrias alimentarias es reconocido como parte importante de asegurar la aceptación del producto por parte del consumidor (García, 2014).

#### 2.4.1 Estímulos de la evaluación sensorial

##### Textura

La textura se percibe por el epitelio bucal y por los táctiles de la superficie de los dedos llegando a detectar cosas como la rugosidad, lo suave, lo áspero, los geles, lo jugoso, lo fibroso, lo grumoso, lo harinoso, lo grumoso y lo grasoso entre otras características (Lira, 2007).

##### Olor

Se presencia el olor por el sentido de olfato donde este nos permite percibir y diferenciar los olores. Donde el olfato del humano está menos desarrollado a comparativa de muchos animales (Xenses, 2021).

##### Sabor

El sabor es el sentimiento que provoca un alimento y este se da gracias al gusto y el olfato, donde el 80% del sabor es detectado por el olor y lo demás por el gusto donde interfiere el nervio trigémino es el encargado de descubrir sustancias irritantes en la boca o garganta (Boletín Agrario, 2021).

En la actualidad se conocen cinco sabores dentro de ellos entran; dulce, salado, amargo y ácido, y umami. Detectando estos sabores en diferentes partes de la lengua como el amargo decretando el sabor en la zona posterior, el dulce y salado

se presenta el sabor en la punta de la lengua, por último, los sabores con nombre de umami y ácido se detectan en toda la lengua (Colorado & Rivera, 2014).

#### Color

El color es una percepción humana de la luz que refleja un objeto, depende este de varios factores para la aceptación de un producto ya que al elaborarlo con diferentes métodos darán una coloración diferente dando mucha importancia en un alimento en cuanto a su vista comercial y determinación de precio (Delmoro et al., 2010).

El color presente en un objeto es identificado por tres características; la intensidad donde esta depende de las concentraciones de sustancias colorantes, el brillo que depende de la cantidad de luz reflejada y del tono (Molina, 2011).

#### 2.4.2 Clasificación de la evaluación sensorial

Existen tres grandes grupos de pruebas sensoriales donde son: descriptivo, discriminativo y del consumidor (Barda, 2021).

Donde las pruebas discriminativas tratan de detectar la diferencia existente entre dos o más productos, dentro de esta las pruebas más comunes son; triangular, Dúo-Trío, A no A. Por otra parte, las pruebas descriptivas donde su objetivo es conocer los atributos sensoriales de un producto, para lograr esto se necesita que los jueces sean entrenados y den descripciones del producto. Por último las pruebas hedónicas o afectivas donde su principal enfoque es cuantificar el agrado o desagrado de un producto, estas son mayormente utilizadas en el desarrollo de nuevos productos para conocer si los consumidores prefieren o estarían dispuestos a adquirir dicho producto (Asesores en Alimentos, 2019).

#### 2.4.3 Clasificación de jueces

Existen varios tipos de jueces como lo es el juez experto, este es una persona con gran experiencia en probar un alimento, poseen una sensibilidad para percibir las

diferencias entre muestras y las características del producto, otro juez es el entrenado, es una persona que posee una habilidad sensorial para detectar algún sabor, textura, propiedades sensoriales, esta persona tiene bases de teoría y práctica. El tercer juez al que se hace mención es el juez semientrenado, donde estas personas recibieron teoría, poseen habilidades, pero participan más en pruebas discriminativas sencillas, estas no requieren de una precisión en la descripción y definición del alimento y por último el juez consumidor, donde estas personas no tienen relación con las pruebas, ni trabajan con alimentos, por lo general estas son tomadas al azar (González, 2021).

Los jueces perciben los propósitos de estandarización, dejar de lado preferencias personales para tomar decisiones objetivas, saber la naturaleza del producto a evaluar y conocer las características de calidad para describir así el alimento con la terminología adecuada, además de aprender a manipular un alimento en cuanto a masticar y olfatear (Fermin *et al.*, 2009).

## CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Alimentos 1 del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos y en el Laboratorio de Ciencias Básicas del mismo departamento, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en la Ciudad de Saltillo, Coahuila, México.

### 3.1 Materiales y equipos utilizados

En los siguientes apartados se enlistan los equipos y materiales utilizados en la elaboración y evaluación de las diferentes pastas:

#### 3.1.1 Equipo.

El equipo utilizado se enlista a continuación:

- ✚ Balanza AND Ej-410
- ✚ Balanza aventure pro
- ✚ Balanza Socu pro
- ✚ Colorímetro Chroma Meter CR-410
- ✚ Estufa de secado AF Modelo 40 Lab Oven
- ✚ Estufa de secado Novatech
- ✚ Estufa de secado QL modelo 20 GC Lab oven
- ✚ Licuadora
- ✚ Material de laboratorio de cristal
- ✚ Medidor de actividad de agua WA-160A
- ✚ Nutribullet
- ✚ Penetrometro extec intrnts FHT200
- ✚ Tamiz de pruebas físicas mont inox

### 3.1.2 Reactivos

Los reactivos utilizados se enlistan a continuación:

- ✚ Ácido sulfúrico
- ✚ Ácido bórico
- ✚ Hidróxido de sodio
- ✚ Mezcla reactiva de selenio
- ✚ Zinc
- ✚ Fenolftaleína
- ✚ Indicador mixto
- ✚ Agua destilada
- ✚ Perlas de vidrio
- ✚ Hexano

### 3.1.3 Materiales para la prueba sensorial

El material utilizado para la evaluación de las pastas en la prueba sensorial, se describen a continuación:

- ✚ Bolígrafos.
- ✚ Formatos de evaluación.
- ✚ Galletas habaneras.
- ✚ Marcador permanente.
- ✚ Mesa
- ✚ Muestra de la pasta.
- ✚ Platos de unicel.
- ✚ Tenedores.
- ✚ Vasos con tapa.
- ✚ Vasos de unicel.

### 3.1.4 Materia prima

La materia prima utilizada para la formulación de los tratamientos consistió en: chapulín deshidratado (*Sphenarium purpurascens*), harina de trigo comercial (marca La Perla), huevo, agua y sal.

## 3.2 Elaboración de la pasta de chapulín.

### 3.2.1 Formulaciones de las pastas.

Se elaboraron 3 pastas a evaluar con diversas concentraciones de harina de trigo y de chapulín, que se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Concentraciones de harina de chapulín en cada tratamiento.

Tratamiento	Ingredientes	Concentración (%)
1	Harina de trigo	67.32
	Harina de chapulín	0
	Huevo	23.80
	Sal	0.50
	Agua	8.40
2	Harina de trigo	33.65
	Harina de chapulín	33.65
	Huevo	23.80
	Sal	0.50
	Agua	8.40
3	Harina de trigo	50.55
	Harina de chapulín	16.75
	Huevo	23.80
	Sal	0.50
	Agua	8.40

### 3.2.2 Procedimiento en la elaboración de pasta.

Se pesaron las cantidades requeridas de cada ingrediente para cada tratamiento; enseguida se colocaron las harinas (chapulín y trigo, según el tratamiento) sobre una superficie plana, haciendo la forma de un volcán, posteriormente se añadió en el centro del volcán la cantidad correspondiente de huevos y sal de cada tratamiento (Figura 11).

Una vez juntos los componentes se empezó a batir y añadir de forma gradual la cantidad de agua, hasta adquirir una masa homogénea y se siguió mezclando y amasando durante un periodo de 10 a 15 minutos llegando a tener una masa lisa y elástica, luego se dejó reposar 30 minutos en el refrigerador.

Pasando el tiempo de reposo, la masa se estiró sobre la superficie de manera manual y con ayuda de un rodillo, al estar extendida la masa, se pasó por una máquina para hacer pasta (Figura 11). Una vez realizada las diferentes pastas, se dejaron reposar y secar a temperatura ambiente (20°C).

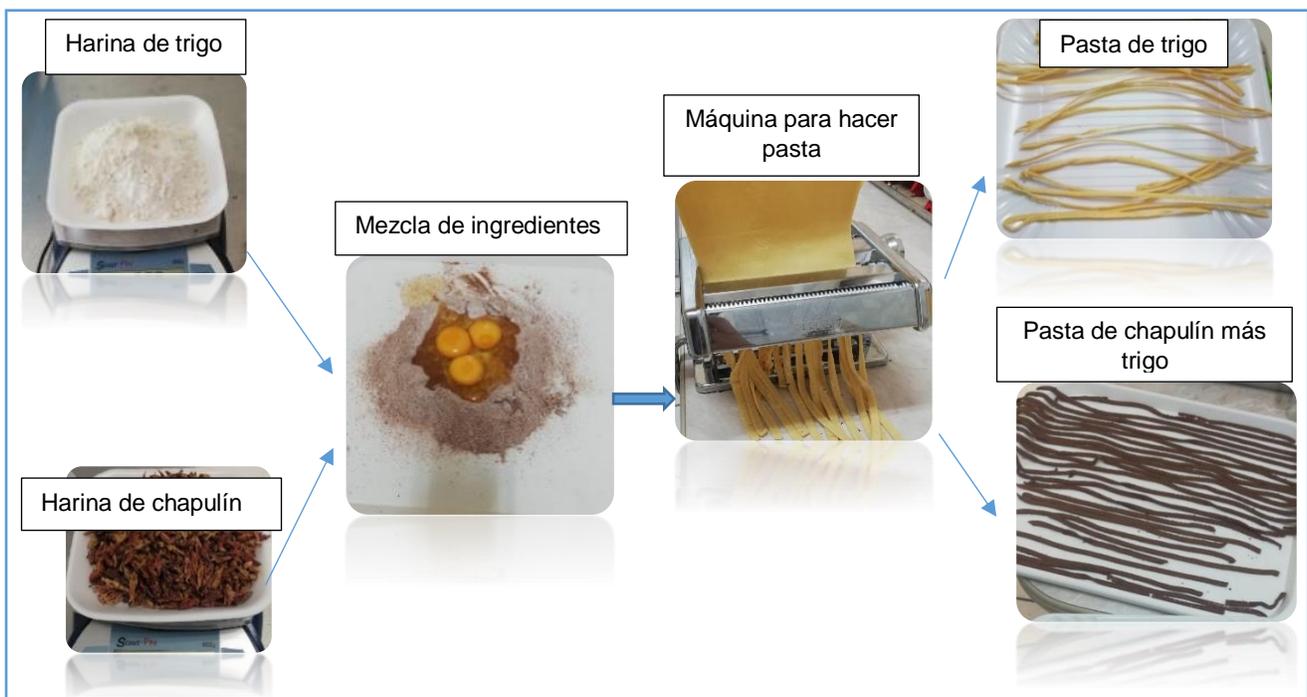


Figura 11. Metodología de preparación de tratamientos

### 3.3 Análisis bromatológico.

#### 3.3.1 Preparación de los tratamientos para su análisis.

Para el análisis bromatológico de las pastas, se determinó conforme a la metodología de la AOAC, realizando tres repeticiones de cada tratamiento. Los diferentes parámetros evaluados en el análisis se describen a continuación:

#### 3.3.2 Determinación de fibra cruda.

Se tomaron 2 g de la muestra anteriormente desengrasada para poder colocarla en un vaso Berzelius, adicionando 100 mL de ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  al 0.225 N. Se colocaron en la parrilla a 200 °C como se muestra en la Figura 9, tomando 30 minutos a partir de que la muestra empezara a hervir. Al finalizar el tiempo se retiraron los vasos de la parrilla para ser filtrados con ayuda de una tela y agua caliente destilada, este procedimiento se realizó 3 veces (Figura 12). Después se sacaron los crisoles de porcelana de la estufa para la obtención del producto que se quedó en la tela, se retiró por medio de una espátula colocándolo así dentro de los crisoles, estos mismos se dejaron en la estufa durante un periodo de 12 horas, cuando pasó este tiempo se colocaron en el desecador por 20 minutos para que estos se enfriaran y así poder pesarlos. Registrando los datos obtenidos para realización de los cálculos con la formula correspondiente.

$$\%FC = \frac{\text{peso de crisol con muestra humeda} - \text{peso de crisol con senisas}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$



Figura 22. Filtrado de muestra

### 3.3.3 Determinación de extracto etéreo o grasa

Se pesaron 4 g de cada una de las muestras en un papel filtro (Figura 13) para poder doblarlo, ya que este se colocaría en un dedal de asbesto.



Figura 33. Muestras en el papel filtro.

Se utilizaron matraces de fondo plano a los cuales se les colocaron tres perlas de vidrio y se llevaron a la estufa durante 12 horas para llevarlos a un peso constante, pasando este tiempo con la ayuda de las pinzas se retiraron los matraces de la estufa y se dejaron enfriar en un desecador durante 20 minutos, posteriormente se pesaron y se registraron los datos. Consecutivamente se les agregó a los matraces 250 mL de hexano, así mismo los dedales se colocaron en el sifón Soxhlet (Figura 14), se encendió la parrilla y se abrió la llave del agua dejándolos por 8 horas sifoneando. Para finalizar, se recuperó el solvente y los matraces fueron llevados de nuevo a la estufa de 90 a 120 °C durante 12 horas para la obtención de un peso constante, pasado este tiempo con ayuda de pinzas se llevan de la estufa al desecador durante 20 minutos, para posteriormente pesar y registrar los datos. Se realizaron los cálculos pertinentes mediante la siguiente fórmula:

$$\%EE = \frac{\text{peso de matraz} + \text{grasa} - \text{peso de matraz vacío}}{\text{g de muestra}} * 100$$



Figura 44. Sifón Soxleth

### 3.3.4 Determinación de materia seca total.

Se tomaron diversos crisoles de porcelana para llevarlos a la estufa de 90 a 120 °C durante 24 horas (Figura 15), posteriormente y con ayuda de unas pinzas de pasaron al desecador para dejarlos enfriar durante 20 minutos.



Figura 55. Reposo en estufa.

Al término de este tiempo se pesaron y registraron datos de los crisoles. Después de adicionar a cada crisol aproximadamente 1g de cada una de las muestras. Con ayuda de las pinzas se llevaron los crisoles con muestras a la estufa de secado durante 12 horas, pasado el tiempo se colocaron con ayuda de las pinzas en un desecador durante 20 minutos para dejarlos enfriar (Figura 16) y tomar el peso del crisol con la muestra seca, registrando así los datos para los cálculos pertinentes mediante la siguiente fórmula:

$$\%MST = \frac{\text{peso del crisol} + \text{muestra seca} - \text{peso del crisol vacío}}{\text{gramos de la muestra}} * 100$$

$$\%H = 100 - \%MST$$



Figura 66. Crisoles con muestra.

### 3.3.5 Determinación de proteína cruda.

#### a) Digestión.

Se pesó 1 g de cada una de las muestras en una balanza analítica en un papel filtro y se dobló, éste se colocó en el matraz Kjeldhal junto con tres perlas de vidrio, se añadió una cuchara de mezcla reactiva de selenio y 30 mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), subsiguientemente el matraz se llevó al equipo Kjeldhal (Figura 17).



Figura 77. Matraces en aparato Kjeldhal.

#### b) Destilación.

Tomando un matraz Erlenmeyer de 500 mL se agregaron 50 mL de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) al 4% y cinco gotas de indicador mixto, dejando este de lado para sacar el

matraz Kjeldhal del equipo y dejarlo enfriar, seguidamente se agregaron 300 mL de agua destilada por las paredes del matraz y de forma cautelosa, se agregaron así mismo 100 mL de hidróxido de sodio (NaOH) al 40% y una cuchara de zinc como se encuentra en la Figura 18. Se llevó el matraz a la parte destiladora del equipo Kjeldhal colocando el matraz Kjeldhal en la parte superior y el matraz Erlenmeyer en la parte inferior, abriendo la llave del agua y se dejó hasta que el matraz Erlenmeyer llegase a 250 ml del destilado (Figura 18 y 19).



Figura 88. Proceso de destilación

Figura 19. Obtención del destilado

c) Titulación.

El matraz Erlenmeyer con 250 mL de destilado, se tituló con ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 0.09891N y tres muestras con ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 00.10697701 hasta la obtención de una coloración rosa palo o rosa muy claro y con la lectura obtenida de los mL gastados del ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), hacer las operaciones de acuerdo con la fórmula (Figura 20).

$$\%N = \frac{(mL \text{ de } H_2SO_4 - mL \text{ de blanco})(0.014(N \text{ del ácido}))}{\text{gramos de muestra}} * 100$$



Figura 90. Titulación de muestras a obtener un color rosa pálido

### 3.3.6 Determinación de extracto libre de nitrógeno

Este se calcula de forma cuantitativa por medio de una diferencia al 100% de la muestra para realizar el cálculo total de nutrientes digestibles. Para la realización de los cálculos se empleó la siguiente fórmula:

$$ELN = 100 - (\% \text{ cenizas} + \% \text{ extracto etéreo} + \% \text{ proteína cruda} + \% \text{ fibra de cruda})$$

### 3.3.7 Determinación de cenizas.

Se tomaron las muestras previamente usadas en la determinación de materia seca total, las cuáles se pre-incineraron en parrillas eléctricas (Figura 21), hasta que se quemaron y dejaron de emitir humos, posteriormente se colocaron en la mufla por un tiempo de 2-3 horas a una temperatura de 500 °C. Pasando el tiempo, se sacaron

los crisoles de la mufla con la ayuda de las pinzas colocándolos en el desecador por 20 minutos para dejar enfriar, posteriormente se pesaron los crisoles en la balanza analítica se registraron los datos para la realizar los cálculos correspondientes usando la siguiente fórmula:

$$\%C = \frac{\text{peso de crisol} + \text{ceniza} - \text{peso de crisol solo}}{\text{gramos de muestra}} * 100$$



Figura 101. Crisoles en parrilla eléctrica.

### 3.4 Evaluación de propiedades físicas de las pastas

Las diferentes pastas fueron evaluadas mediante parámetros físicos de: el color, firmeza, el tiempo de cocción óptimo, la capacidad de absorción y la pérdida de cocción, realizando los siguientes procedimientos:

#### 3.4.1 Análisis de color

El color de la pasta se determinó a través del método descrito por Makdoud y Rosentrater (2017). Las muestras de pasta seca y cocida se esparcieron en una placa de Petri y se analizaron los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (Figura 22) utilizando el colorímetro Chroma Meter CR-410. Además, los resultados se reportaron como Índice de café (BI: *browning index*) calculado como Pathare, Opara, and Al-Said (2013). Todos los análisis se realizaron por triplicado (Severini *et al.*, 2018).

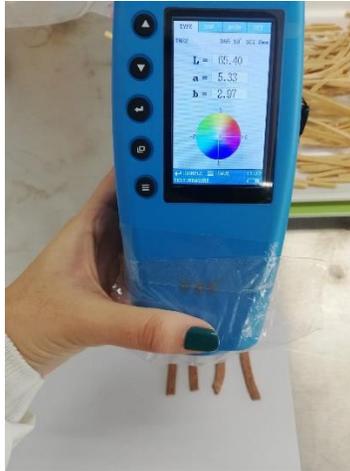


Figura 112. Determinación de color.

#### 3.4.2 Análisis de firmeza.

Para la determinación de firmeza de las pastas se llevó a cabo de acuerdo con las directrices de AACC 66-50.01 (2004), haciendo tres repeticiones de cada tratamiento (Figura 23).



Figura 123. Análisis de firmeza.

### 3.5 Determinación de tiempo de cocción óptimo, capacidad de absorción de agua y pérdida de cocción.

La capacidad de absorción de agua (Figura 24), la determinación de tiempo de cocción óptimo (Figura 25) y la pérdida de cocción de cada pasta se midieron de acuerdo con las directrices de AACC 66-50.



Figura 144. Capacidad de absorción de agua



Figura 135. Tiempo de cocción

### 3.6 Análisis sensorial

Para la ejecución del análisis sensorial se evaluaron los siguientes parámetros; apariencia global, color, olor, textura, sabor y aceptación global. La primera etapa es la identificación de las muestras, consecutivamente se colocó una proporción igual a los vasos de muestras y se sellaron con las tapas, se ubicaron en las respectivas charolas y se llevaron a la mesa (Figura 26), se situó el formato de evaluación. A los panelistas se les pidió sentarse y evaluar las muestras.



Figura 156. Análisis de evaluación sensorial.

### **3.7 Análisis Estadístico.**

Para los resultados del análisis bromatológico, se llevó a cabo un análisis de varianza a una  $p < 0.05$  y en caso encontrar diferencia significativa entre tratamientos, se realizó un estudio de medias de Fisher. Para los datos obtenidos del análisis sensorial se analizó mediante el estadístico de Friedman a una  $p < 0.05$ . El programa estadístico utilizado fue Infostat versión 2020.

## **CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1 Fibra cruda**

Sustentándose en los resultados alcanzados que se muestran en el Anexo 4, se puede determinar que sí existe diferencia significativa a una  $p > 0.05$ . Los tratamientos T2 y T3 presentan contenido de fibra de 1.2% y 0.5%, respectivamente, mientras que el T1 no posee un porcentaje de fibra (Figura 31). Lo anterior probablemente es debido al alto contenido de fibra cruda en insectos (Strull et al., 2018). Los resultados obtenidos en este trabajo son menores a los encontrados por Cabuk & Yilmaz (2020) en una pasta de trigo con chapulín con un contenido de fibra cruda de 2.2 %, y esto puede deberse a la especie de chapulín utilizado.

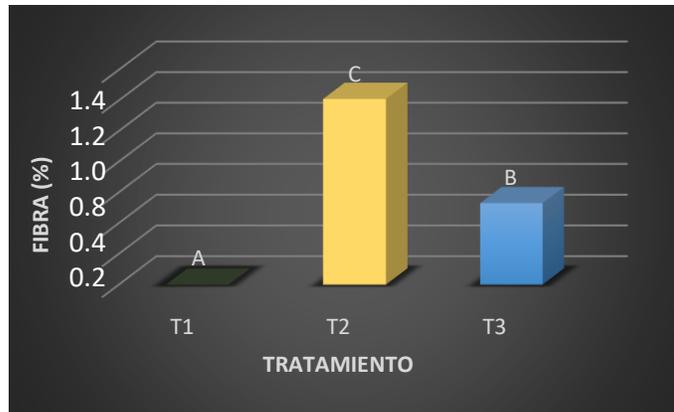


Figura 27. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a contenido de fibra cruda.

Biró (2019) mencionó que la pasta de trigo enriquecida con gusano de seda que desarrollaron contenía 1.0% de fibra. En esta investigación, el tratamiento T2 con pasta de chapulín presentó un contenido de 1.2% de fibra (Fig. 31), al comparar con el resultado de Biró la diferencia podría deberse a que el chapulín aporta mayor contenido de fibra en el producto.

En una investigación realizada sobre la elaboración de una galleta enriquecida con grillo se reporta un porcentaje de fibra 0.5%, la diferencia en porcentaje de fibra entre la galleta de grillo y la pasta de chapulín (1.2%) podría a deberse a que son insectos diferentes y la formulación para elaborar cada producto (Biró et al., 2020).

#### 4.2 Extracto etéreo o grasa

Fundamentándose en los resultados obtenidos del análisis estadístico (Anexo 3) se encontró que sí existe diferencia significativa a una  $p > 0.05$ . Como se observa en la Figura 30, la mayor cantidad de extracto etéreo lo presentó el T2 y menor cantidad el T1.

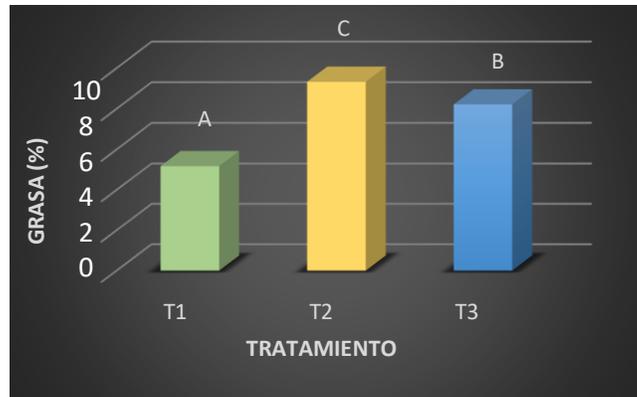


Figura 28. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto al contenido de grasa.

Es importante el contenido de ácidos grasos esenciales para tener una dieta balanceada, Las pastas evaluadas presentaron entre 5.18 y 8.33% de grasa, teniendo T2 mayor contenido. En una pasta elaborada con trigo el aporte de esta es muy bajo representando solo el 1 % de grasa (infoalimentacion, 2021).

Un estudio sobre los valores nutricionales y propiedades funcionales del grillo doméstico (*Acheta domestica*) y el grillo de campo (*Gryllus bimaculatus*) reporta que estos insectos presentaron una cantidad de contenido de extracto etéreo entre 10% y 23% (Udomsil et al., 2019). Se observa al comparar estos resultados con los de esta.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con lo reportado por Duda et al., (2018), ya al sustituir una porción de trigo con polvo de grillo en pastas, el contenido de grasa aumenta en los tratamientos de mayor concentración de insecto.

#### 4.3 Materia seca total (MTS) y humedad

El análisis estadístico para materia seca (Anexo 1) se puede observar que sí existe diferencia significativa de ( $p < 0.05$ ), El tratamiento que tiene mayor cantidad de materia seca total es el T2, no obstante, tiene similitudes con el tratamiento 3 como se observa en la Figura 27.

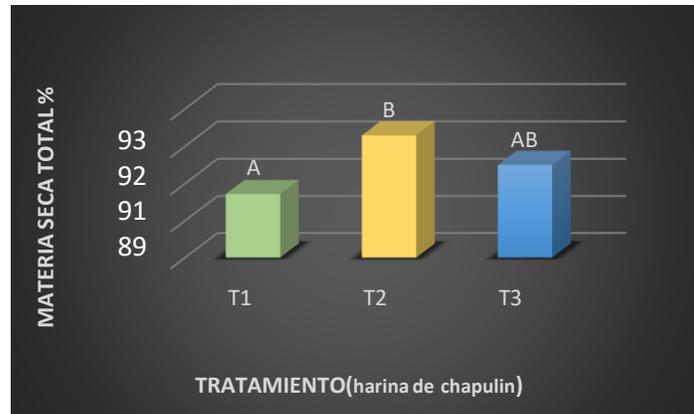


Figura 29. Medias del contenido de materia seca total en pasta con 0 (T1), 50 (T2) y 25 (T3) porciento de harina de chapulín.

La presencia de humedad interfiere en la conservación del producto ya que en presencia abundante de humedad tiene mayor probabilidad de que se presenten hongos en un lapso corto. Lo ideal en una pasta es que contenga humedad baja. El tratamiento 2 de pasta de chapulín presentó un 92% de MST, valor semejante a lo reportado por Ayala (2021), donde al elaborar una pasta de nopal mencionan que contenía un 92% de materia seca.

En relación a la humedad, los tratamientos presentaron entre 7.71% y 8.97%, siendo T2, el tratamiento con mayor concentración de chapulín, el que muestra el menor contenido de acuerdo a lo presentado en el cuadro 4. Los resultados obtenidos en este trabajo son menores a los reportados por Cabuk & Yilmaz (2020) para pastas fortificadas con insectos comestibles y leguminosas, lo cual puede ser de beneficio para las pastas preparadas en este trabajo, ya que, a menor contenido de humedad, menor posibilidad de ataque microbiano o mayor estabilidad del producto.

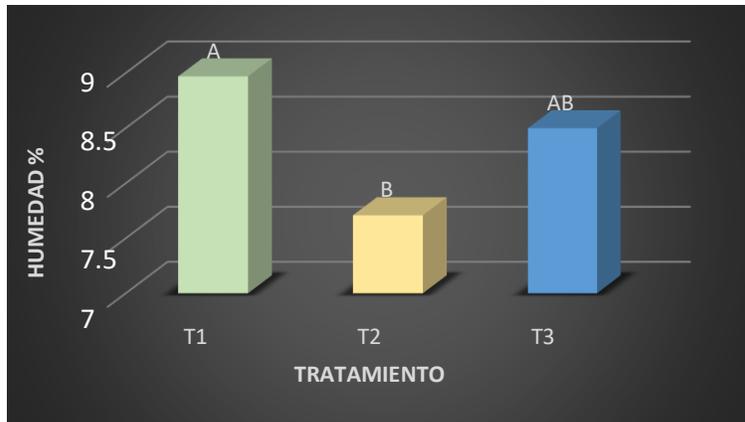


Figura 30. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto al contenido de humedad.

#### 4.4 Proteína cruda.

Se encontró que existe diferencia significativa de  $p > 0.05$  en este parámetro. Como se observa en la Figura 29, el tratamiento que tuvo menos contenido de proteína fue el tratamiento de harina de trigo (T1) y el que presentó más concentración fue el T2 con 50% de harina de chapulín.



Figura 31. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto al contenido de proteína.

Biró (2020) reportó un contenido de proteína de 9.48% en biscuits con un 5% de harina de grillo, y Aragón (2018) determinó un porcentaje de proteína de 57.92% en

harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens Charpentier*) tostado y 67.58% al natural.

Los resultados que reportamos en las pastas T2 y T3 están en 30% y 21%, respectivamente. La variación en los datos reportados por los autores y esta investigación depende de la especie del tipo de insecto utilizado y posiblemente del procesado para obtener las harinas de la pasta pastas.

En 2020 Cabuk & Yilmaz reportaron contenidos de proteína para pastas de trigo fortificadas con leguminosas e insectos comestibles entre 12.9 y 19.5 %, siendo la pasta de trigo con chapulín la de mayor concentración. La proteína en pasta con 5, 10 y 15 por ciento de polvo de grillo fue reportada por Duda et al., (2018), encontrando valores entre 12.27 y 16.92 %. Los valores encontrados en esos estudios son menores a los resultados encontrados en esta investigación, pero la tendencia al incremento de proteína al aumentar el contenido de insectos es similar.

Según Aman et al. (2016) que se realizó una comparativa de chapulines en cuanto a su composición reporta que la especie *Sphenarium purpurascens* se encuentra entre las especies con mayor porcentaje de proteína (71.50%) en su composición.

Los sustitutos con alto valor proteico de la carne poseen de un 20- 60% de la proteína de los productos cárnicos (Bohrer, 2017).

#### 4.5 Contenido de carbohidratos (ELN, extracto libre de nitrógeno).

En base a los datos obtenidos que se presentan en el Anexo 5, se encontró que sí existe diferencia significativa a una de  $p < 0.05$ , el T1, 100% de trigo es el que presenta menor cantidad de carbohidratos con 2.2%, el T2 con 50% de harina de chapulín posee la mayor cantidad de carbohidratos (4.8%), mientras que el T3, un 3.4% de carbohidratos, es el tratamiento con menor contenido como se muestra en la Figura 32.

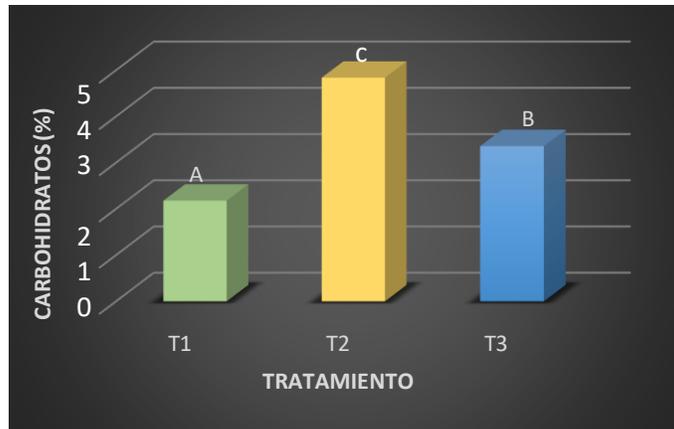


Figura 162. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto al contenido de carbohidratos.

Biró (2019) se evaluó una pasta enriquecida con gusano y se encontró que el contenido de carbohidratos fue de 54.9 %, a diferencia de las pastas elaboradas con chapulín de esta investigación en las que tenemos desde un 4.8% (T2) y de 3% (T3).

Se realizó un estudio sobre las propiedades de diferentes insectos comestibles evaluando tres de estas; un grillo, un escarabajo de la harina y un saltamontes donde presentaron las siguientes cantidades 2.2%, 0.1% y 1.7%, respectivamente (Zielinska & Baraniak, 2018), y los tratamientos de esta investigación muestran porcentajes superiores a lo que reporta Zielinska & Baraniak (2018).

#### 4.6 Cenizas

El contenido de cenizas en las pastas evaluadas presentó diferencia significativa de  $p > 0.05$  (anexo 2). En la Figura 28 se puede observar que el tratamiento 2 con 50% de harina de chapulín presenta mayor concentración de cenizas en comparación con los demás tratamientos.

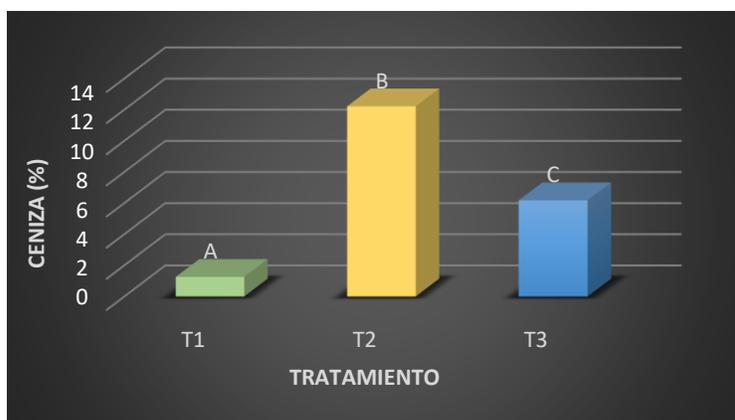


Figura 33. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a contenido de cenizas.

De acuerdo con Adami (2019), la pasta de grillo evaluada por él presentó un 0.86 % de cenizas, siendo una concentración muy pequeña al compararla con la pasta del T2 elaborada en esta investigación con harina de chapulín, con un contenido de 12.2%. La diferencia puede deberse al tipo de insecto utilizado.

Los contenidos de ceniza en las pastas con chapulín evaluadas en esta investigación son mayores a los reportados por Cabuk & Yilmaz (2020) un 1.9 % para una pasta de trigo con 15% de chapulín (*Locusta migratoria*). Duda et al., (2018) reportaron menores porcentajes de ceniza de 1.04%, 1.25% y 1.46% para pastas con 5, 10 y 15 por ciento de harina de grillo. Lo anterior puede ser debido al tipo de insecto utilizado y a la concentración del mismo en las pastas evaluadas.

#### 4.7 Medición de color

En el análisis de color se evaluaron los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (Fig. 36). El color de la pasta dependerá de la harina generando una pigmentación importante en el producto final. Donde  $L^*$  es el valor de luminosidad,  $a^*$  y  $b^*$  son coordenadas de cromaticidad, en donde  $+a^*$  indica la saturación de color rojo y  $+b^*$  la saturación de color amarillo (Minolta, 2021).

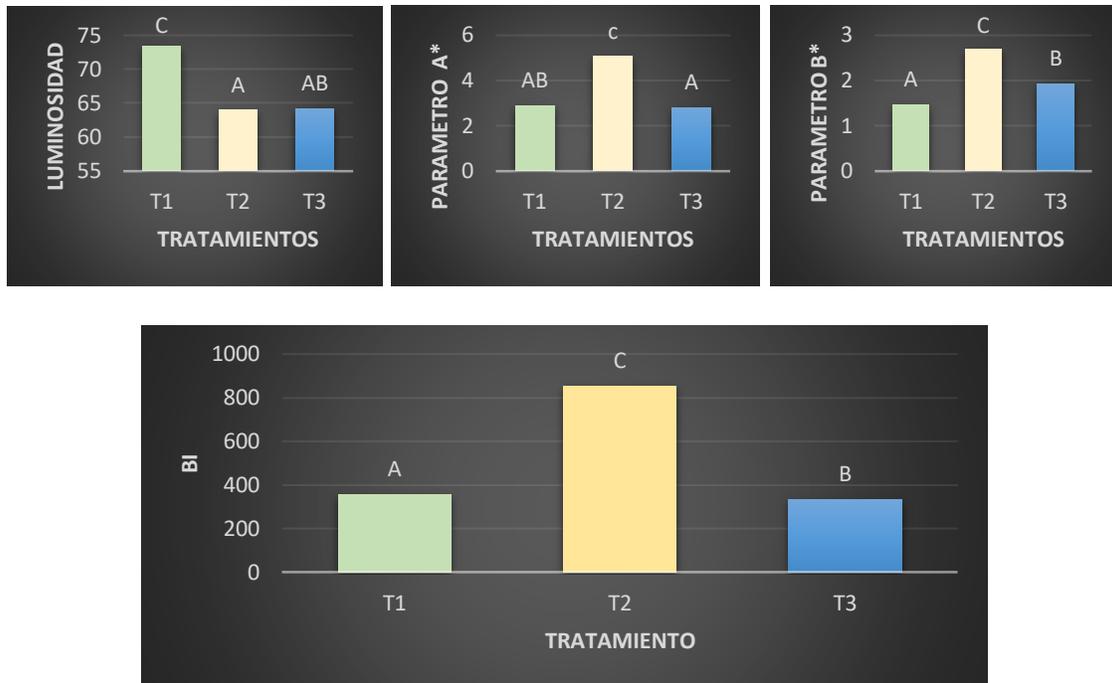


Figura 174. Comparación del color de las muestras

Torruco-Uco et al. (2019) reporta un valor del parámetro  $L^*$  de color de 47.65 para el saltamontes comestible (*Sphenarium purpurascens* Ch.) siendo de un color perceptible a la vista de color marrón rojizo intenso, siendo menor que el presentado por de los tratamientos de esta investigación donde se presenta una coloración café con  $L^*=63.94$  y BI de 854.89.

#### 4.8 Firmeza

Se observó una diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre la adición de harina de chapulín en el T2 y T3, en comparación con T1. En la Figura 33 se logra apreciar que, si tiene efecto la adición de este insecto en la pasta, ya que el T2 posee una firmeza de 2.43 N, el T3 una firmeza de 3.73 N, y el T1 una firmeza de 5.11 N. La pasta T1 es más compacta y dura, a diferencia con las pastas T2 y T3 ya que la combinación con harina de chapulín y harina de trigo las hace más suaves.

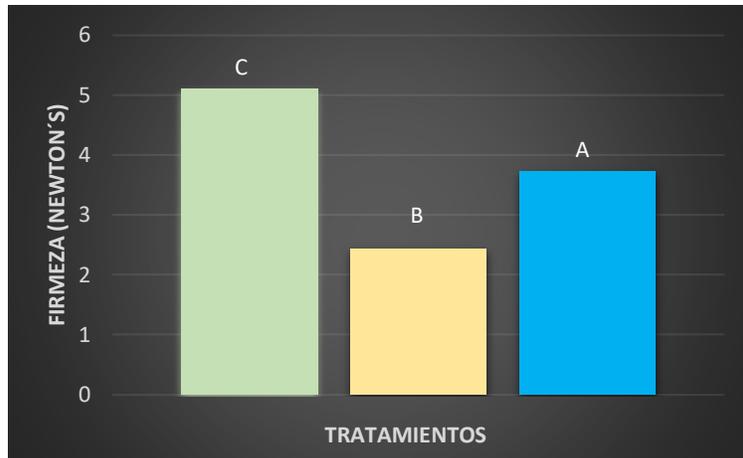


Figura 185. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto firmeza.

#### 4.9 Determinación del tiempo óptimo de cocción y pérdida por cocción.

El tiempo óptimo de cocción fue de 14 minutos para el T2, de 12 minutos T3 y la pasta elaborada con 100% de trigo fue de 11 minutos (T1), de cocción de mayor tiempo la pasta elaborada con harina de chapulín puede deberse a la presencia de mayor porcentaje de fibra, proteína y otros compuestos en la harina del insecto.

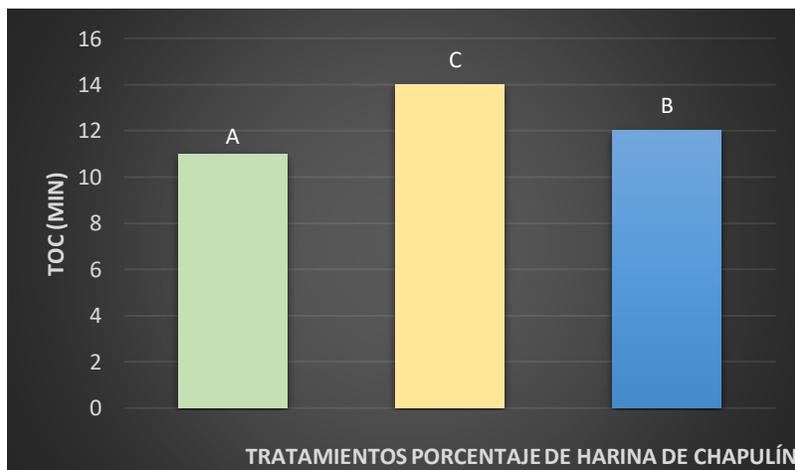


Figura 196. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto al tiempo óptimo de cocción.

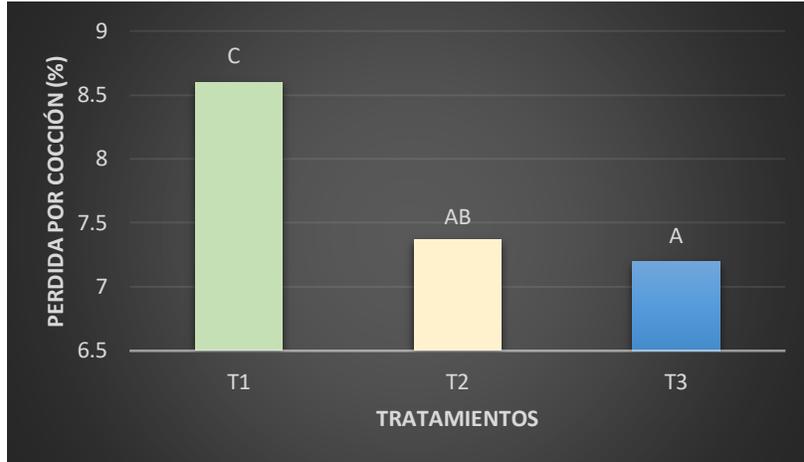


Figura 207. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto la pérdida de cocción.

Se analizó la pérdida de cocción (%) donde el T1 presentó un 8.6%, el T2 con 7.37% y T3 con 7.2% (Figura 35). La pérdida de cocción debe ser igual o inferior a 6%, para que tenga una buena calidad la pasta (Ministerio de Agroindustria de Argentina, 2016). Teniendo como resultado en la pasta con harina de chapulín al 50% una pérdida de cocción de 7.37% (T2) estando dentro de un rango cercano a lo que nos dice AACCC, no obstante, el T1 elaborado a base de 100% trigo es el que presenta el rango más lejano del porcentaje de pérdida de cocción óptima.

En cuanto a el tiempo óptimo de cocción se presenta el cuadro 5 con el tiempo ideal para la cocción de la pasta.

Cuadro 5. Comparación de tiempo óptimo de cocción de los tres tratamientos.

Muestras	Tiempo óptimo de cocción (min)
T1	11
T2	14
T3	12

## 4.10 Análisis sensorial

### 4.10.1 Aceptación global

El atributo de aceptación global mostró una diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre la muestra del T1 y las muestras de los tratamientos T2 y T3. El T1 fue más preferido que las muestras T2 y T3, esto probablemente debido a que para los panelistas están acostumbrados a una pasta a base de trigo, sin embargo, el nivel de preferencia para la T2 y T3 está en una preferencia intermedia como se puede observar en la figura 37.

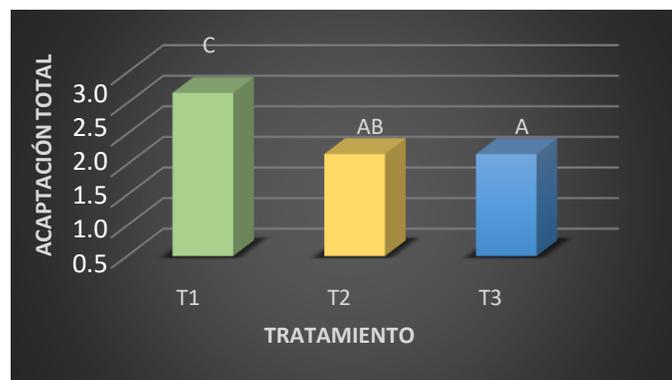


Figura 218. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a la aceptación total.

En una investigación realizada sobre la aceptación de consumir insectos, en húngaros presentaron que los consumidores de esta zona dieron una respuesta emocionalmente significativa de disgusto, ya que estas personas no son tradicionalmente consumidores de estos platillos a diferencia de otros países donde su aceptación fue promedio o superior (Szendrő et al., 2020).

### 4.10.2 Apariencia global

Los resultados del análisis estadístico para apariencia global muestran una diferencia significativa entre tratamientos (Fig. 38), recibiendo mayor nivel de preferencia en cuanto a la apariencia global la pasta convencional T1, debido a que

los consumidores están más familiarizados con este tipo de producto. Según la NOM-F-23-S (1980) la pasta no debe tener estrellamientos o agrietamientos en ella, ya que es un parámetro importante para la apariencia del producto.



Figura 229. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a apariencia global.

El consumir insectos no es una práctica nueva, pero en algunas culturas, sigue siendo una práctica rara o inclusive un tabú, a pesar de esto si son importantes la visión a futuro los insectos comestibles, destaca el *Sphenarium purpurascens*, por sus propiedades nutricionales (Rodríguez et al., 2019), por lo que es importante reconocer, que un producto que tiene propiedades diferente de lo que conocen nuestros panelistas, no se va a presentar una aceptación mayor, a un producto ya familiar para ellos.

#### 4.10.3 Análisis de Color

Apoyándose en los resultados obtenidos en el Anexo 7 se puede observar que sí existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), ya que se puede notar que el tratamiento que presentó mayor aceptación fue la pasta de harina de trigo bebido a que no tienen ningún componente nuevo para nuestros panelistas y el de menor aceptación fue el tratamiento 2 que presenta mayor cantidad de harina de chapulín. Según la (NOM.F-

23-S, 1980) la pasta debe presentar una coloración según la composición de la misma (Figura 39).

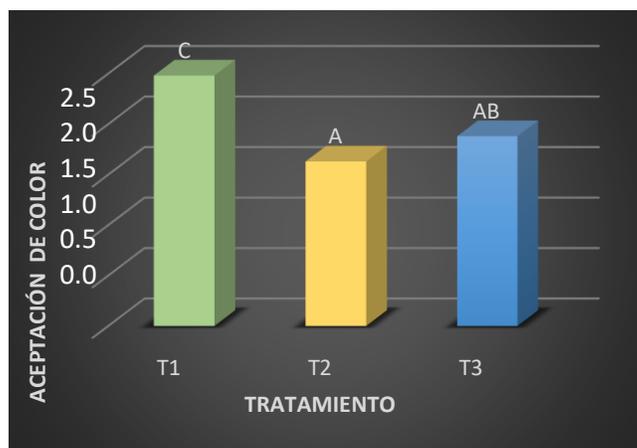


Figura 40. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a el color.

En una investigación de propiedades fisicoquímicas de extruido nixtamalizado para la elaboración de snacks a base de maíz enriquecidos con saltamontes la diferencia de color fue mayor en los productos con saltamontes en la formula, obteniendo productos más oscuros (Cuj-Laines et al., 2018). Se entiende la presencia de un color fuera de lo común es un punto clave para su aceptación.

#### 4.10.4 Análisis de Olor

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar en la Figura 40, que sí existe diferencia significativa de ( $p \leq 0.05$ ). El olor de la primera muestra T1 fue más del agrado de los panelistas, ya que es una formulación de pasta a la que los consumidores están acostumbrados, y los tratamientos con harina de chapulín obtuvieron una calificación menor. La NOM.F-23-S (1980) establece que dentro de los parámetros a considerar el olor de las pastas debe ser el usual.

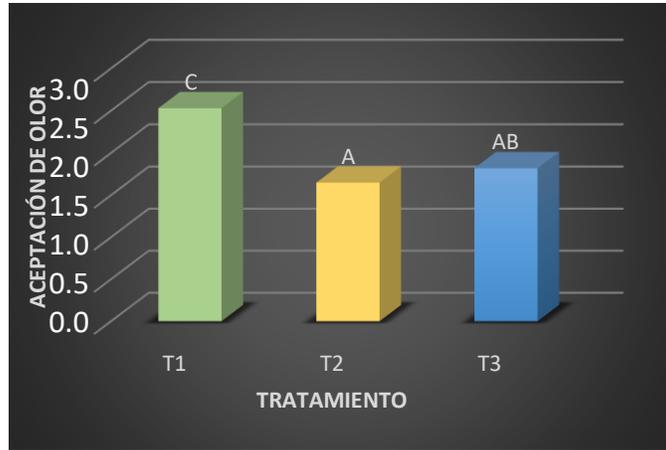


Figura 231. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a el olor.

#### 4.10.5 Análisis de Textura

En la Figura 41, se muestra que hubo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos, presentando mayor preferencia T3, comparado con T2. Mientras que entre T1 y T2 no hubo diferencia significativa. La pasta fresca tiene una textura fina, suave y tersa, en cambio la pasta seca se hace con trigo más duro provocando un molido más grueso, cuando hay más presencia de proteína de la mano con un proceso de secado nos da una textura más firme y masticable (Directo al Paladar, 2021).

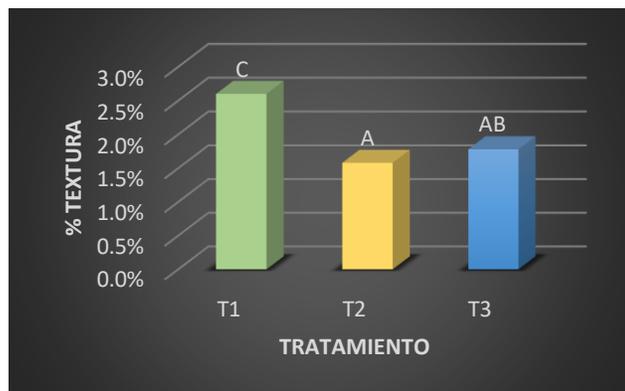


Figura 242. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a la textura

La adición de insectos molidos hasta 20% a una masa para hacer snacks reflejó como resultado una masa más blanda (Severini, 2018), sin embargo, el efecto de la adición de la harina del chapulín para los tratamientos de esta investigación no fue similar a lo que reporta Severini (2018).

#### 4.10.6 Análisis de Sabor

En cuanto al atributo de sabor se observó que existe diferencia significativa a una  $p < 0.05$  (Fig. 42). En la figura 42 se observa que T1 (100% de trigo) fue la más preferida mientras que las muestras con harina de chapulín, T2 y T3 fueron medianamente preferidas. El sabor a chapulín en sí fue notorio, pero dentro de lo aceptable por la puntuación otorgada, sin embargo, por los comentarios sería conveniente mejorar este atributo.

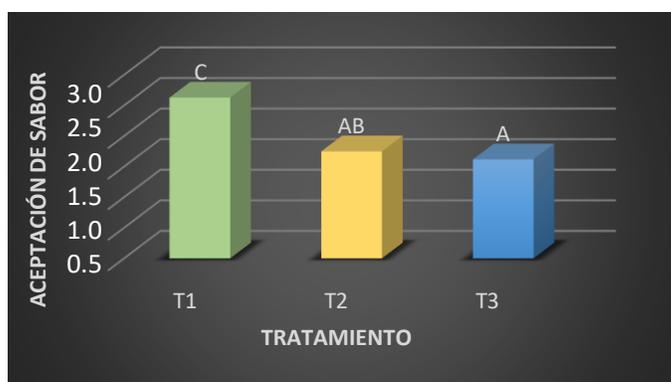


Figura 253. Comparación de medias con las diferentes concentraciones de harina de chapulín en cuanto a el sabor

Los chapulines presentan un sabor aceptable y para algunos consumidores habituales del producto sería quizás preferido debido al valor cultural en la gastronomía (Marcos, 2015). Dando oportunidad al desarrollo de nuevos alimentos por la posibilidad de innovación y aceptación en zonas de México. Insectos aparte de presentar un porcentaje importante de energía y proteína, estos presentan un sabor agradable (Ramos, 2006).

## CAPITULO V. CONCLUSIONES

Las pastas elaboradas con harina de trigo y harina de chapulín aumentaron el contenido nutrimental de las pastas.

Se hace evidente, que la pasta con mayor valor nutrimental fue el T2 (50% de harina de chapulín (*Sphenariwm purourascens*) y 50% de trigo), presentando mayor contenido de cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, carbohidratos y proteína que el T1 (100% de trigo) o formulación control.

Respecto a la evaluación sensorial, se concluye que los panelistas mostraron mayor preferencia por la pasta elaborada con 100% harina de trigo (T1). Puesto que la textura, sabor, olor, color era diferente a T2 y T3, eligiendo (me gusta más o menos) para estos dos últimos tratamientos. En cuanto a la textura el tratamiento con mayor aceptación fue el T2 con 25 % de harina de chapulín, ya que esta pasta fue considerada más blanda por los panelistas, dando la posibilidad de sugerir T2 y T3 para el consumo desde un punto ampliamente nutritivo alto en proteína.

Debido a los hallazgos encontrados en esta investigación se determina, que los chapulines son una materia prima con un alto aporte nutricional que compite con la carne de res, pollo, pescado, y que se debe de incluir en una dieta balanceada en los alimentos cotidianos para una familia.

Sin embargo, para ello se necesita una difusión abierta de los beneficios y las bondades que esta pasta puede tener y no sólo en la cuestión nutricional, sino que es relativamente más económico que la carne animal para el aporte proteico.

## Literatura Citada

- Aiking, H. (2011). Future protein supply. *Trends in Food Science & Technology*, 22(2–3), 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.005>
- Alvino, D. (2014). *Beneficios de la pasta*. Salud180. Obtenido de <https://salud180.com/nutricion-y-ejercicio/beneficios-de-la-pasta>.
- Aman, P., Frederich, M., Uyttenbroeck, R., Hatt, S., Malik, P. Lebecque, S., Malik, H., Miazek, K., Goffin, D., Willems, L., Deleu, M., Fauconnier, M.-L., Richel, A., De Pauw, E., Blecker, C., Monty, A., Francis, F., Haubruge, E., & Danthine, S. (2016). Grasshoppers as a food source? A review. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 20(1), 337-352.
- Aragón-García, A., Rodríguez-Lima, D. R., Pino-Moreno, J. M., Aragón-Sánchez, M., Carlos-Angeles, S., & García-Pérez, A. (2018). Valor nutritivo de la harina del chapulín *Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1845 (Orthoptera: Pyrgomorphidae) tostado y natural. *Entomología Mexicana*, 5, 106-112. Obtenido de <https://www.socmexent.org/entomologia/revista/2018/BHN/BHN%20106-112.pdf>
- Arango, G. G. P. (2005). Los insectos: una materia prima alimenticia promisoría contra la hambruna. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 33-37. [17 Octubre 2021]. ISSN: 1794-4449. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520106>
- Asesores en Alimentos. (2019). Análisis sensorial de alimentos-Tipos de pruebas y características. Recuperado el 19 de marzo de 2021, <https://www.asalimasesores.com/analisis-sensorial-de-alimentos-tipos-de-pruebas-y-caracteristicas/>
- Barda, N. (2021) *Análisis sensorial de los alimentos / Entrevistada por María Julieta Calí*. Revista Fruticultura y Diversificación.
- Biró, B., Fodor, R., Szedljak, I., Pásztor-Huszár, K., & Gere, A. (2019). Buckwheat-pasta enriched with silkworm powder: Technological Analysis and Sensory Evaluation. *LWT*, 116, 108542. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108542>

- Biró, B., Sipos, M. A., Kovács, A., Badak-Kerti, K., Pásztor-Huszár, K., & Gere, A. (2020). Cricket-Enriched Oat Biscuit: Technological Analysis and Sensory Evaluation. *Foods*, 9(11), 1561. <https://doi.org/10.3390/foods9111561>
- Bohrer, B. M. (2017). Review: Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends in Food Science & Technology*, 65, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.04.016>
- Boletín Agrario. (2021). *Sabor*. Obtenido de <https://boletinagrario.com/ap-6,sabor,986.html>.
- Çabuk, B., & Yılmaz, B. (2020). Fortification of traditional egg pasta (erişte) with edible insects: nutritional quality, cooking properties and sensory characteristics evaluation. *Journal of Food Science and Technology*, 57(7), 2750–2757. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04315-7>
- Castellanos-Vargas, I. & Cano-Santana, X. (2009). Historia natural y ecología de *Sphenarium purpurascens* (Orthoptera: Pyrgomorphidae). *Historia Natural y Ecología de las Poblaciones*, 337-346. Obtenido de [http://www.repsa.unam.mx/documentos/Castellanos-Vargas\\_y\\_Cano-Santana\\_2009\\_Chapulines.pdf](http://www.repsa.unam.mx/documentos/Castellanos-Vargas_y_Cano-Santana_2009_Chapulines.pdf)
- Cerritos, F. R., Ponce-Reyes, R. & Rojas-García, F. (2014). Exploiting a pest insect species *Sphenarium purpurascens* for human consumption: ecological, social, and economic repercussions. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1 (1), 75 – 84. <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0013>
- Colorado, P. R. & Rivera, J. M. (2014). *La química del sabor*. Universidad Veracruzana Obtenido de <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/la-quimica-del-sabor/>
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla. (2010.). *Ficha Técnica*. Obtenido de <http://www.cesavep.org/descargas/FRIJOL/Ficha%20Tecnica%20Chapul%C3%A Dn.pdf>.

- Comunicae. (2020). *El origen de la pasta es etrusco, según Il Cratere del Gusto*. Obtenido de <https://www.comunicae.es/nota/el-origen-de-la-pasta-es-etrusco-segun-il-1214041/>
- Coronado, P. R. & Márquez, D. A. (1972). *Introducción a la entomología; morfología y taxonomía de los insectos*. Editorial Limusa-Wiley.
- Cuj-Laines, R., Hernández-Santos, B., Reyes-Jaquez, D., Delgado-Licon, E., Juárez-Barrientos, J. M., & Rodríguez-Miranda, J. (2018). Physicochemical properties of ready-to-eat extruded nixtamalized maize-based snacks enriched with grasshopper. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(8), 1889–1895. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13774>
- De la Vega, G. (2009). *Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales*. [Review of Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales.]. Universidad Tecnológica de La Mixteca.; Temas de Ciencia y Tecnología. [https://mixteca.utm.mx/edi\\_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf](https://mixteca.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf).
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., & Pranzetti, V. (2010). El color de los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio*, 13(25), 145-152. [19 Octubre 2021]. ISSN: 0329-3475. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87715116010>
- Directo al Paladar. (2021). *Todo lo que necesitas saber de la pasta*. Obtenido de <https://www.directoalpaladar.com.mx/ingredientes-y-alimentos/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-la-pasta>
- Duda, A., Adamczak, J., Chełmińska, P., Juskiewicz, J., & Kowalczewski, P. (2019). Quality and Nutritional/Textural Properties of Durum Wheat Pasta Enriched with Cricket Powder. *Foods*, 8(2), 46. <https://doi.org/10.3390/foods8020046>
- Educalingo. (2021). *Etimología de la palabra chapulín*. Obtenido de <http://educalingo.com/es/dic-es/chapulin>
- Escamilla, A. M. S. (2021). Elaboración de una pasta seca para sopas formulada con harina de nopal (*Opuntia ficus indica var. blanco*). [Tesis de Licenciatura, Universidad de

Guanajuato]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guanajuato.  
<http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/5278>

Fermin, N., Venero, P., Conchado, D., García, J., & Alvarez, C. (2009). Entrenamiento sensorial para la evaluación de la calidad de un jamón endiabado. *Revista UDO Agrícola*, 9 (3): 640-652. Obtenido de <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/45507/1/cg09078.pdf>

García Ahued, M. (2014). Análisis sensorial de alimentos. *PÁDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 2(3). <https://doi.org/10.29057/icbi.v2i3.533>

González, M. A. R. (2021) Tipos de jueces (juez analítico y juez consumidor). El Mundo de los alimentos. Recuperado 20 de noviembre de 2021, <https://sites.google.com/site/portalesdecursos/leccion-2/2-2-tipos-de-jueces-juez-analitico-y-juez-consuidor-1>

Granito, M., Torres, A., & Guerra, M. (2003). Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. *Interciencia*, 28(7), 372-379. Recuperado el 20 de septiembre de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442003000700004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700004&lng=es&tlng=es)

Guzmán, F. (2018). El chapulín de milpa, mejor que la carne. *Gaceta UNAM*. Obtenido de <http://www.gaceta.unam.mx>

Guzmán, M.R., Calzontzi, M.J., Salas, A. M. D., Martínez, Y. R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana* 32 (3) 370-379. ISSN: 0065-1737.

Hernández, E. (2011). *Análisis Sensorial de Alimentos*. [Pdf file] Disponible en la dirección web <http://hdl.handle.net/10261/63961>

Huis, V. A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology*, 58, 563-583.

Infoalimentación. (2021). *Propiedades nutricionales de la pasta*. Obtenido de [https://www.infoalimentacion.com/cereales/propiedades\\_nutricionales\\_pasta.htm](https://www.infoalimentacion.com/cereales/propiedades_nutricionales_pasta.htm)

- Junta de Andalucía España. (2013). *Pasta*.  
[https://www.juntadeandalucia.es/defensacompetencia/sites/all/themes/competencia/files/fichas/pdf/12\\_Pasta.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/defensacompetencia/sites/all/themes/competencia/files/fichas/pdf/12_Pasta.pdf)
- Konica Minolta. (2021). *¿Cómo medir el color de la pasta con un colorímetro CR-410 de Konica Minolta?* Obtenido de <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/how-to-measure-the-color-of-pasta-using-a-konica-minolta-cr-410/>
- Levy, T. S., Amaya, C. M. A. & Cuevas, N. L. (2015). Desnutrición y obesidad: doble carga en México. *Repositorio Universitario de la DGTIC*.  
<https://www.ru.tic.unam.mx/handle/123456789/2315>
- Lira, D. M. R. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. Obtenido de <https://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>
- Martínez Bautista, S., Cruz, E., & Elías Alejandro, E. C. (2018). *XXIX Congreso de Investigación Cuam- Acmor "Chapulines": La herencia proteínica de México*. Obtenido de <http://www.acmor.org.mx>
- Ministerio de Agroindustria de Argentina. (2016). *Protocolo de calidad para pasta seca*. Obtenido de [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Sello/sistema\\_protocolos/AA034\\_Protocolo\\_de\\_Calidad\\_Pasta\\_Seca\\_oficializado.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Sello/sistema_protocolos/AA034_Protocolo_de_Calidad_Pasta_Seca_oficializado.pdf)
- Miranda, R. G., Quintero, S. B., Ramos, R. B., & Olguín-Arredondo, H. A. (2011). La recolección de insectos con fines alimenticios en la zona turística de Otumba y Teotihuacán, Estado de México. *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 9(1), 81-100. <http://doi.org/10.25145/j.pasos.2011.09.008>
- Monte Turia. (2021). La harina de trigo, un ingrediente insustituible. Obtenido de <https://www.monteturia.com>
- NOM. F-23-S-1980. (1980). Norma Oficial Mexicana NOM. F-23-S-1980. Pasta de harina de trigo y/o semolina para sopa y sus variedades. *Diario Oficial de La Federación*.

Obtenido de  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4857471&fecha=24/07/1980](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4857471&fecha=24/07/1980)

Pedraza-Lara, C., Barrientos-Lozano, L., Rocha-Sánchez, A. Y., & Zaldívar-Riverón, A. (2015). Montane and coastal species diversification in the economically important Mexican grasshopper genus *Sphenarium* (Orthoptera: Pyrgomorphidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 84, 220–231.  
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.01.001>

Pino, M. J. M. (2002). *Gran cantidad de vitaminas aportan los insectos*. Boletín UNAM-DGCS-0572. Obtenido de  
[https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2002/2002\\_0572fff.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2002/2002_0572fff.html)

Ramos-Elorduy, J. (2006). Threatened edible insects in Hidalgo, Mexico and some measures to preserve them. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2(1).  
<https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-51>

Ramos, G. F. (2013). *Maíz, trigo y arroz*. Los cereales que alimentan al mundo. Universidad Autónoma de Nuevo León. Obtenido de  
<http://eprints.uanl.mx/3649/1/maiztrigoarroz.pdf>

Ramos, J. (1982). *Los insectos como fuente de proteínas en el futuro/ Insects as a Source of Protein in the Future* (2.a ed.). Limusa.

Rivera, M. (2012). *Historia del Harina*. Obtenido de  
<https://www.scribd.com/document/252273393/Historia-Del-Harina>

Rodríguez-Miranda, J., Alcántar-Vázquez, J. P., Zúñiga-Marroquín, T., & Juárez-Barrientos, J. M. (2019). Insects as an alternative source of protein: a review of the potential use of grasshopper (*Sphenarium purpurascens* Ch.) as a food ingredient. *European Food Research and Technology*, 245(12), 2613–2620.  
<https://doi.org/10.1007/s00217-019-03383-0>

Sánchez, K. P. (25 de noviembre de 2016). *Análisis composicional y digestibilidad de la harina de chapulín*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Obtenido de  
<http://docplayer.es/84088571-Universidad-autonoma-de-san-luis-potosi.html>.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (2016). *Ficha Técnica Chapulín- Brachystola ssp., Melanoplus differentialis, Sphenarium prupurascens*. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/124821/Ficha\\_t\\_cnica.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/124821/Ficha_t_cnica.pdf)

Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria & Dirección General de Sanidad Vegetal. (2020). *Ficha Técnica. Chapulines de Importancia Económica en México en cultivo de frijol: Brachystola magna, Brachystola mexicana, Melanoplus differentialis, Sphenarium purpurascens, Taeniopoda eques y Boopedon diabolicum (Orthoptera: Romaleidae; Acrididae; Pyrgomorphidae)*. Sader-Senasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600964/Chapulines\\_de\\_importancia\\_econ\\_mica\\_en\\_M\\_xico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600964/Chapulines_de_importancia_econ_mica_en_M_xico.pdf).

Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria & Dirección General de Sanidad Vegetal (2017, 24 de Marzo). *Pasión por el campo: Cómo hacer de una plaga, un proyecto productivo exitoso*. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) invierte más de 9 millones de pesos anuales para combatir al chapulín de milpa *Sphenarium purpurascens*. Obtenido de <https://www.gob.mx/senasica/prensa/pasion-por-el-campo-como-hacer-de-una-plaga-un-proyecto-productivo-exitoso-100939>

Severiano-Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Interdisciplina*, 7(19), 47. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>

Severini, C., Azzollini, D., Albenzio, M., & Derossi, A. (2018). On printability, quality and nutritional properties of 3D printed cereal based snacks enriched with edible insects. *Food Research International*, 106, 666–676. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.034>

Sosa, M. Y. *Conocimiento tradicional y valor cultural del chapulín (Sphenarium spp.) en Valles Centrales de Oaxaca*. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional].

[http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/bitstream/LITER\\_CIIDIROAX/279/1/Sosa%20Marcos%2C%20Y..pdf](http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/bitstream/LITER_CIIDIROAX/279/1/Sosa%20Marcos%2C%20Y..pdf)

Szendrő, K., Tóth, K., & Nagy, M. Z. (2020). Opinions on insect consumption in Hungary. *Foods*, 9(12), 1829. <https://doi.org/10.3390/foods9121829>

Torruco-Uco, J., Hernández-Santos, B., Herman-Lara, E., Martínez-Sánchez, C. E., Juárez-Barrientos, J. M. & Rodríguez-Miranda, J. (2018). Chemical, functional and thermal characterization, and fatty acid profile of the edible grasshopper (*Sphenarium purpurascens* Ch.). *European Food Research and Technology*, 245 (2), 285-292. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3160-y>

Udomsil, N., Imsoonthornruksa, S., Gosalawit, C., & Ketudat-Cairns, M. (2019). Nutritional values and functional Properties of house cricket (*Acheta domesticus*) and field cricket (*Gryllus bimaculatus*). *Food Science and Technology Research*, 25(4), 597–605. <https://doi.org/10.3136/fstr.25.597>

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. (2014). *Análisis sensorial*. Obtenido de <http://investigacion.upaep.mx>.

Valencia club cocina. (2012, 19 de abril). *Historia de la pasta: El secreto está en la harina*. Obtenido de <https://ar-ar.facebook.com>

Velázquez. (2014). *Infoalimenta*. Obtenido de [http://www.infoalimenta.com/bibliotecaalimentos/6/67/harina-de-trigo/detail\\_templateSample/](http://www.infoalimenta.com/bibliotecaalimentos/6/67/harina-de-trigo/detail_templateSample/)

Vedia-Quispe, V.S., Gurak, P.D., Espinoza, S.K. & Ruano-Ortiz, J.A. (2016) Calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de tallarines producidos con sustitución parcial de sémola de trigo por harina de amaranto. *Revista Española de nutrición humana y dietética*. Vol. 20 (3).

Wolfe, R. R., Baum, J. I., Starck, C., & Moughan, P. J. (2018). Factors contributing to the selection of dietary protein food sources. *Clinical Nutrition*, 37(1), 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.11.017>

Xenses. (2021). *¿Qué son los sentidos?* Obtenido de <https://www.xensespark.com/es/que-son-los-sentidos/>

Zielińska, E., Karaś, M., & Baraniak, B. (2018). Comparison of functional properties of edible insects and protein preparations thereof. *LWT*, 91, 168–174. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.058>

## **Anexo**

## Anexo 1. Estadístico de Materia Seca Total

New table : 17/09/2021 - 10:30:21 a. m. - [Version : 24/04/2018]

**Analysis of variance**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
MST	9	0.76	0.68	0.48

**Analysis of variance table (Partial SS)**

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	3.67	2	1.83	9.58	0.0136
Tratamientos	3.67	2	1.83	9.58	0.0136
Error	1.15	6	0.19		
Total	4.81	8			

**Test:Fisher LSD Alpha:=0.05 LSD:=0.87414**  
 Error: 0.1914 df: 6

Tratamientos	Means	n	S.E.	
1	90.72	3	0.25	A
3	91.50	3	0.25	A B
2	92.29	3	0.25	B

Means with a common letter are not significantly different (p > 0.05)

## Anexo 2. Estadístico de Ceniza

**Analysis of variance**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	CV
Ceniza	9	1.00	0.99	5.45

**Analysis of variance table (Partial SS)**

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	181.02	2	90.51	708.96	<0.0001
Tratamiento	181.02	2	90.51	708.96	<0.0001
Error	0.77	6	0.13		
Total	181.79	8			

**Test:Fisher LSD Alpha:=0.05 LSD:=0.71386**  
 Error: 0.1277 df: 6

Tratamiento	Means	n	S.E.	
1	1.26	3	0.21	A
3	6.18	3	0.21	B
2	12.22	3	0.21	C

Means with a common letter are not significantly different (p > 0.05)

### Anexo 3. Estadístico de Grasa

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grasa	9	0.99	0.99	2.41

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27.71	2	13.85	414.67	<0.0001
Tratamiento	27.71	2	13.85	414.67	<0.0001
Error	0.20	6	0.03		
Total	27.91	8			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.36519**  
 Error: 0.0334 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	5.18	3	0.11	A
3	8.22	3	0.11	B
2	9.33	3	0.11	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

### Anexo 4. Estadístico de Fibra Cruda

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fibra cruda	9	0.92	0.89	31.35

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.19	2	1.10	33.18	0.0006
Tratamiento	2.19	2	1.10	33.18	0.0006
Error	0.20	6	0.03		
Total	2.39	8			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.36324**  
 Error: 0.0331 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	0.00	3	0.10	A
3	0.53	3	0.10	B
2	1.21	3	0.10	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

Anexo 5. Estadístico de Nitrógeno

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% Nitrogeno	9	1.00	0.99	2.38

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.68	2	5.34	788.17	<0.0001
Tratamiento	10.68	2	5.34	788.17	<0.0001
Error	0.04	6	0.01		
Total	10.72	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.16448**  
 Error: 0.0068 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	2.18	3	0.05	A
3	3.36	3	0.05	B
2	4.84	3	0.05	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 6. Estadístico de Apariencia Global

**Prueba de Friedman**

842	593	670	T <sup>2</sup>	p
2.60	1.65	1.75	18.13	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 10.411

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
593	49.50	1.65	30	A
670	52.50	1.75	30	A B
842	78.00	2.60	30	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Anexo 7. Estadístico de Color

**Prueba de Friedman**

842	593	670	T <sup>2</sup>	p
2.48	1.63	1.88	13.26	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 10.190

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
593	49.00	1.63	30	A
670	56.50	1.88	30	A B
842	74.50	2.48	30	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Anexo 8.. Estadístico de Olor

**Prueba de Friedman**

842	593	670	T <sup>2</sup>	p
2.53	1.65	1.82	16.82	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 9.718

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
593	49.50	1.65	30	A
670	54.50	1.82	30	A B
842	76.00	2.53	30	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Anexo 9. Estadístico de Textura

**Prueba de Friedman**

842	593	670	T <sup>2</sup>	p
2.63	1.58	1.78	24.20	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 9.625

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
593	47.50	1.58	30	A
670	53.50	1.78	30	A B
842	79.00	2.63	30	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Anexo 10. Estadístico de Sabor

**Prueba de Friedman**

842	593	670	T <sup>2</sup>	p
2.63	1.75	1.62	25.68	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 9.259

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
670	48.50	1.62	30	A
593	52.50	1.75	30	A B
842	79.00	2.63	30	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Anexo 11. Estadístico de Aceptación Total

Prueba de Friedman

842	593	670	T <sup>2</sup>	p
2.67	1.67	1.67	34.12	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 8.394

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
670	50.00	1.67	30	A
593	50.00	1.67	30	A B
842	80.00	2.67	30	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )