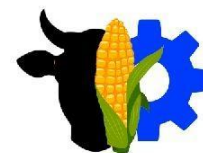




**UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA  
VICERRECTORÍA DE DOCENCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**MANUAL DE LICENCIATURA  
MODALIDAD PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**ELABORADO POR:  
COMISIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN**

**AÑO 2026**

## Tabla de contenido

I.	Generalidades .....	4
	Artículo 81, modalidades de TFG .....	4
	Artículo 82, procesos previos a la matrícula .....	4
	Artículo 83, modalidades de graduación .....	4
	Artículo, 86: Proyecto de graduación .....	5
	Artículo 99, responsabilidades del estudiante .....	5
II.	Redacción del documento final.....	7
	2.1. Capítulo 1. Introducción.....	8
	2.2. Capítulo 2. Objetivos .....	8
	3. Capítulo 3. Marco teórico .....	9
	4. Capítulo 4. Marco metodológico.....	9
	4.1. Área y ubicación del proyecto.....	9
	4.2. Tipo de investigación.....	9
	4.3. Sujetos y fuentes de información .....	10
	4.4. Población y muestra.....	11
	4.5 Delimitaciones y limitaciones.....	12
	4.5.1 Delimitaciones .....	12
	4.5.2 Limitaciones .....	12
	4.7 Materiales y equipos .....	12
	4.8 Pruebas preliminares.....	13
	4.9 Procedimiento de elaboración del producto .....	13
	4.10 Diseño experimental.....	13
	4.10.1. Diseño .....	14
	4.10.2. Variables.....	14
	4.10.3 Hipótesis .....	14
	4.10.4 Análisis estadístico.....	15
	4.11 Métodos de análisis .....	15
	4.11.1 Análisis físicos.....	15
	4.11.2 Análisis químicos.....	15
	4.11.3. Análisis sensorial (prueba de aceptación, prueba de preferencia) .....	15
5.	Resultados y análisis de resultados .....	16
	5.1. Ejemplo Análisis de resultados .....	16
6.	Conclusiones y recomendaciones.....	18
	6.1 Conclusiones.....	18
	6.2 Recomendaciones .....	19
7.	Referencias bibliográficas .....	19
8.	Anexos .....	19
	9. Pruebas estadísticas no paramétricas .....	19

<b>9.1 Análisis sensorial orientado al consumidor prueba de aceptación mediante escala Hedónica .....</b>	<b>21</b>
<b>III. Procedimiento de entrega de documento final y formato .....</b>	<b>22</b>
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>24</b>

## **I. Generalidades**

El Proyecto de Graduación es un trabajo de carácter individual cuyo propósito es evidenciar, a través de su desarrollo y ejecución, las destrezas, habilidades, competencias y conocimientos adquiridos por el estudiante a lo largo de su formación en la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

El presente manual de TFG para la obtención del grado de Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial se fundamenta en los artículos establecidos en el Capítulo XI del Reglamento General Estudiantil, correspondiente a los Trabajos Finales de Graduación, 2024.

### **Artículo 81, modalidades de TFG**

*Las modalidades del TFG representan un proceso académico formativo que concluye un plan de estudios para la obtención de un título de pregrado cuando corresponda, grado o posgrado, de acuerdo con lo que estipula cada plan de estudios, en concordancia con su objeto, las especificidades de la disciplina y el perfil profesional aprobado. Este proceso es la culminación del plan de estudios y permite a cada persona estudiante la integración, el desarrollo y aplicación de conocimientos, habilidades y destrezas, a partir de los conocimientos construidos a lo largo de su formación académica. Propicia la solución de problemas específicos de la realidad desde la disciplina, mediante la metodología, técnicas y herramientas del proceso de investigación o tipo de práctica. Además, permite comprobar en cada persona estudiante las capacidades esperadas del perfil de salida del plan de estudios (científicas, investigativas, creativas, de incidencia e involucramiento territorial o prácticas, entre otras) y ofrecer resultados en conjunto con sus habilidades, para comunicar técnica y asertivamente lo realizado y concluyente del trabajo final de graduación.*

### **Artículo 82, procesos previos a la matrícula**

*Los procesos previos a la matrícula del TFG de cada plan de estudios, las modalidades y especificaciones de los informes finales, se encuentran regulados por la normativa correspondiente. Asimismo, la unidad académica que ofrece la carrera o posgrado debe garantizar toda la información requerida, por los diferentes medios institucionales, de manera que la persona estudiante empadronada pueda acceder a ella.*

### **Artículo 83, modalidades de graduación**

*Para optar por las modalidades de graduación cada persona estudiante deberá haber aprobado el total de créditos que corresponden a las asignaturas que para tal efecto se definan en el plan de estudios que cursa, o bien el grado académico que cursa y matricular aquellas otras asignaturas que son requisito obligatorio para orientar el TFG.*

## **Artículo, 86: Proyecto de graduación**

### **Licenciatura**

*Proyecto de graduación: trabajo de investigación orientado a la identificación de un problema y de los medios y alternativas innovadoras o de emprendimiento para resolverlo con fundamentación teórica y metodológica relacionada con el área. Siempre estará sustentado en el análisis de una situación dada e incluirá propuestas y alternativas de solución en un contexto de rigurosidad académica. Culminará con la presentación de un producto, cuando así lo exija la naturaleza del proyecto y un informe escrito, así como defenderse en forma oral y pública, ante un tribunal evaluador.*

### **Artículo 99, responsabilidades del estudiante**

*Son responsabilidades de cada persona estudiante en el proceso de TFG:*

*a. Permanecer matriculado en las asignaturas correspondientes del proceso de TFG, para mantener la condición de persona estudiante activa de la UNED, según corresponda a pregrado y grado o posgrado, hasta el momento de finalizar o defender su TFG.*

*b. Asumir una actitud de compromiso durante todo el proceso de trabajo.*

*c. A nivel de Licenciatura analizar las observaciones que el comité asesor, el tribunal evaluador y la persona encargada de la carrera o bien la comisión de TFG, realiza a las propuestas, anteproyectos, avances e informe final. Debe incluir y modificar aquellos aspectos que se le indiquen para mejorar la calidad académica del trabajo de graduación.*

*d. Asistir, puntualmente, a todas las sesiones que le convoquen, en conjunto o no, la persona supervisora o directora y las personas asesoras, para llevar a cabo el trabajo de graduación.*

*e. Asumir una actitud ética y de integridad académica durante la ejecución y la evaluación del trabajo de graduación, así como brindar el debido respeto a las personas directora, asesora y persona supervisora y a las recomendaciones académicas que se le brinde.*

*f. Realizar un análisis crítico de las sugerencias hechas por la persona supervisora de práctica o bien por el comité asesor según corresponda e incorporarlas a su trabajo de graduación, en el plazo fijado.*

*g. En caso de no concluir el TFG en el plazo definido debe solicitar antes del vencimiento del período académico respectivo, por escrito, la prórroga a la persona encargada de carrera (aplica solo en la modalidad donde la prórroga esté autorizada). En el caso de los posgrados se aplicarán las regulaciones incluidas en el Reglamento del Sistema de Estudios de Posgrado.*

*h. En caso de que la persona estudiante requiera una suspensión temporal del TFG deberá solicitarla a su respectiva Comisión, esta podrá ser por un máximo de dos periodos académicos, por una única vez en caso debidamente justificado. La comisión tendrá 10 días hábiles para brindar respuesta a la persona estudiante.*

*i. En caso de reprobación del TFG la persona estudiante deberá matricularlo nuevamente, de acuerdo con los lineamientos definidos por cada carrera.*

### **1.1. Modalidad**

Para la Carrera Ingeniería Agroindustrial a nivel de Licenciatura la única modalidad aceptada es Proyecto de Graduación según lo indicado en el artículo 86 inciso iii.

### **1.2. Requisitos de matrícula**

- La persona estudiante debe estar empadronada en la carrera a nivel de Licenciatura.
- Tener el plan de estudios completo, o tener como máximo dos asignaturas pendientes, con autorización del encargado de Carrera.
- Tener aprobada la asignatura semestral Taller de Investigación para Ingeniería Agroindustrial 03201.
- Tener tema aprobado por el Comité de TFG de la Carrera del anteproyecto, el estudiante deberá presentar la propuesta al correo de carrera [agroindustrial@uned.ac.cr](mailto:agroindustrial@uned.ac.cr) en las fechas publicadas para recepción de anteproyectos en la página web.

### **1.3. Elección del tema**

El tema debe ir acorde al grado de licenciatura, que solucione una problemática en la agroindustria y debe ser un tema innovador, este se plantea en la asignatura Taller de Investigación para Ingeniería Agroindustrial 03201.

Se debe desarrollar en: una empresa agroalimentaria, industria alimenticia o emprendimiento, preferiblemente con patrocinador.

Para la investigación del TFG en la mayoría de casos necesita realizar pruebas preliminares, para definir condiciones de proceso, formulaciones previas, seleccionar la formulación que mejor se ajuste en cuanto a tiempo, disponibilidad de materia prima, cantidades, equipo, entre otros.

### **1.4. Líneas de investigación de la carrera**

1. Mejora de procesos productivos que involucra nuevas etapas y/o tecnologías sostenibles.
2. Desarrollo de productos industriales innovadores con valor agregado en el marco de la seguridad alimentaria. Exceptuando regímenes especiales.
3. Aprovechamiento de subproducto de agroindustria para generación de nuevos productos

con valor agregado.

4. Aseguramiento de la calidad en materias primas, procesos de transformación y productos finales agroalimentarios.

### **1.5. Redacción de propuesta y aprobación de anteproyecto**

Para matricular la 03209 Trabajo Final de Graduación (tuvo que haber aprobado la asignatura (03201), se asignará un director quién será el tutor que guiará a la persona estudiante, y dos lectores uno interno y otro externo (podrá ser el patrocinador). En este punto se define la metodología, métodos de análisis, materia prima.

Es indispensable que se realice un cronograma de actividades, se definan la materia prima, cantidades a realizar, equipos a utilizar, limitar los alcances de la investigación, los métodos de análisis y la metodología contextualizada a su proyecto, entre otros aspectos.

### **1.6. Entrega de la propuesta preliminar y apertura de expediente**

La persona estudiante entrega el anteproyecto, según machote que se encuentra en la página Web, en las fechas estipuladas para ser revisada por la comisión.

### **1.7. Matrícula**

Puede matricular hasta que la comisión brinde el aval, en su correo institucional de parte de la carrera. Si la persona estudiante no tiene patrocinar debe llenar la boleta de compromiso donde cumple todas las cláusulas expuestas.

## **II. Redacción del documento final**

El documento final para revisión por parte de la Comisión se entrega completo, en digital y debe ser entregado con la carta de aprobación con la calificación de la directora del trabajo. Incluye las siguientes secciones:

1. Portada
2. Hoja de aprobación
3. Dedicatoria
4. Reconocimiento
5. Índice de contenido
6. Índice de ilustraciones (gráficos, figuras)
7. Índice de cuadros
8. Índice de abreviaciones
9. Resumen
10. Introducción
11. Marco teórico

- 12. Metodología
- 13. Resultados y análisis \*
- 14. Conclusiones \*
- 15. Recomendaciones
- 16. Referencias
- 17. Glosario
- 18. Anexos

Para mantener una secuencia lógica debe considerar que los resultados, su respectivo análisis y las conclusiones se colocan en el orden en que se plantean los objetivos.

## 2.1. Capítulo 1. Introducción

Esta se escribe en prosa y ubicando al lector en el contexto y alcance del estudio, el lugar donde se realiza el proyecto. Debe tener un mensaje claro acerca de lo que encontrará el lector en la información del proyecto de investigación.

Se compone de 3 apartados: antecedentes, justificación, el problema y su importancia.

**Antecedente del tema:** breve exposición de los estudios realizados sobre el tema de investigación a nivel internacional, regional y nacional. El vacío que va a llenar.

**Justificación:** presenta las razones sociales, económica, ambiental, técnica y los beneficios de esta.

**El problema y su importancia (planteamiento del problema):** se describe la importancia del tema de estudio, sus características y delimitaciones, sus consecuencias o efectos.

## 2.2. Capítulo 2. Objetivos

Los objetivos deben expresar los fines y metas concretas propuestas para resolver o corregir los problemas identificados.

Su redacción debe ser con verbos en infinitivo; es recomendable utilizar verbos que impliquen acciones alcanzables en el desarrollo de la investigación. Se debe incluir el objetivo general y los específicos.

Según Calvo, J (s.f) el objetivo general debe corresponder a lo que se desea lograr al finalizar la investigación. Su enunciado o formulación debe cumplir con lo que se pretende lograr, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿dónde? y ¿para qué?

Los objetivos específicos deben ser medibles y cuantificables, permiten obtener el resultado final, y ser coherentes con el objetivo general. Se redactan con el verbo en infinitivo, al inicio del enunciado, e indican lo que se quiere hacer y el para qué se va hacer.



En toda investigación los objetivos generales y específicos, serán los que delimiten y establezcan el marco de referencia de la investigación con sus resultados y conclusiones. Para la redacción de los objetivos es recomendable apoyarse en la taxonomía de Bloom.

### **3. Capítulo 3. Marco teórico**

Esta sección describe todas las investigaciones, antecedentes o resultados de estudios vinculados o relacionados con el tema de investigación propuesto por parte de la persona estudiante.

Consiste en una revisión de literatura actualizada cuyo contenido depende de los objetivos específicos y se ordena de lo general a lo específico. Debe estar fundamentado en fuentes confiables de información como libros y artículos científicos, puede utilizar para su búsqueda Google académico y bases de datos de la biblioteca (CIDREB, entre otros).

### **4. Capítulo 4. Marco metodológico**

El marco metodológico permite dar validez y confiabilidad al proyecto de investigación el mismo debe de incluir: métodos de muestreo para la recolección de datos, técnicas de análisis estandarizadas, procedimientos experimentales, equipo de proceso e instrumental de análisis, incluye factores limitantes propios de la investigación, para con ello lograr la recolección de los datos confiables propios de la investigación.

#### **4.1. Área y ubicación del proyecto**

El área de estudio corresponde al sector agroalimentario, bajo las siguientes líneas de investigación:

- Mejora de procesos productivos que involucra nuevas etapas y/o tecnologías sostenibles.
- Desarrollo de productos agroindustriales innovadores con valor agregado en el marco de la seguridad alimentaria.
- Aprovechamiento de subproductos de la agroindustria para generación de nuevos productos con valor agregado.
- Aseguramiento de la calidad en materia primas, procesos de transformación y productos finales agroalimenticios.

La ubicación geográfica del estudio corresponde al lugar donde se está realizando la investigación, cuando se realice en una empresa o centro de investigación, debe indicarlo.

#### **4.2. Tipo de investigación**

La investigación **cuantitativa experimental** (descriptiva y exploratoria) es un conjunto de estrategias científicas que se usan en investigación para obtener información expresada

en datos numéricos. De esta forma, se puede analizar un tema, un objeto de estudio o fenómeno teniendo en cuenta sus características medibles, es decir, aquellas que se pueden expresar mediante números. Es un enfoque de investigación que busca relaciones causales entre las variables de la investigación (variable dependiente e independiente) que permite obtener datos a través de la experimentación y se comparan con variables constantes (patrones o testigos) para determinar las causas y/o los efectos de los fenómenos en estudio.

Por su parte, el proceso de investigación tiene diferentes alcances o planteamientos del problema que se detallan a continuación:

Tabla 1: Alcances o planteamiento de la investigación

<b>Alcance</b>	<b>Propósito</b>
Exploratorio	Se realiza con el objetivo de abordar un problema o tema poco estudiado, desde una perspectiva innovadora, preparando el terreno para nuevos estudios.
Descriptivo	Consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos o sucesos. Mide conceptos y define variables, pero no busca explicar cómo se relacionan
Correlacional	Tiene como objetivo conocer la asociación o relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto particular.
Explicativos	Se centra en explicar porque ocurre un fenómeno, en qué condiciones se manifiesta o porque se relacionan las variables. Determinan las causas de los fenómenos, generando un sentido de entendimiento.

Basado en Hernández Sapiere, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M.P. (2014). Metodología de la investigación. (6° Ed.) McGrawHill Education. ISBN: 978-1-4562-2396-0

### 4.3. Sujetos y fuentes de información

Los sujetos de información son todas aquellas personas o actores sociales físicos que participan en la investigación directamente, suministrando datos mediante entrevistas, encuestas, siendo observados, entre otras posibilidades, mediante el uso de instrumentos previamente planificados. En la definición de la población se debe caracterizar a los sujetos de información, a la muestra (cuando se utiliza), así como los criterios de inclusión o exclusión.

Las fuentes de información son todas aquellas entidades o documentos consultados para recolectar datos e información pertinente, pueden ser informes, estadísticas, memorias, actas, entre otras.

- **Primarias:** son aquellas cuyo contenido concuerda con lo que se investiga, se obtienen

de los ítems realizados o instrumentos. Ejemplo: entrevista, lista de cotejo, rúbricas, cuadro de datos. Dentro de estas, los formularios que se utilicen para obtener dicha información deben estar en anexos.

- **Secundarias:** brindan información parcial, pero no se centran en lo que se investiga, sino que son un apoyo. Ejemplo: los libros, artículos, páginas web, entre otras.

#### 4.4. Población y muestra

Siempre es importante identificar la población objeto de estudio y la selección del tamaño de la muestra (sujetos o unidades que son parte de la población) que se va a analizar.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la población se define como "el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones" (p. 174).

La muestra es una parte representativa de la población y puede ser intencional, es establecida como las unidades de análisis o experimentales a ser estudiadas para obtener información de la población sobre el objeto de estudio. Balestrini (2006), define la muestra como "una parte o subconjunto de la población" (p. 130). Cuando se elaboran desarrollo, la muestra es intencional, según características a valorar, tratando que sea en un rango de 30.

La muestra debe ser lo suficientemente grande como para que represente a la población. La selección del tamaño se hace por procedimientos estadísticos, por lo que debe conocer la población, se debe establecer el error estándar (se) puede ser 0.015, y la varianza de la muestra la cual es  $p(1-p)$ , que casi siempre es 0.1 por lo que  $p$  es 0.9, determinar una varianza tanto de la población como de la muestra y se calcula según la siguiente ecuación sin ajustar.

$$n' = \frac{s^2}{V^2}; \quad s^2 = p(1-p); \quad V^2 = se^2$$

$$n = \frac{n'}{1 \pm \frac{n'}{N}}$$

Esta última es la ecuación para tamaño de muestra, donde  $N$  es la población,  $n'$  es el tamaño de muestra provisional. Las unidades experimentales, elementos sobre los que se aplica un tratamiento o condición experimental y en los que se mide el efecto de las variables estudiadas.

## 4.5 Delimitaciones y limitaciones

### 4.5.1 Delimitaciones

Las delimitaciones son hasta donde llegó su proyecto

Tabla 2: Delimitación de la investigación o su proyecto

Tipo de delimitación	Pregunta que responde
Espacial	¿Dónde se realizará el estudio?
Temporal	¿Cuándo se realizará o qué periodo abarca?
Temática	¿Qué aspecto específico se investigará?
Poblacional	¿A quiénes se investigará?
Metodológica	¿Cómo se realizará la investigación?

Fuente: elaboración propia a partir de las delimitaciones de la investigación, 2026

### 4.5.2 Limitaciones

Son los obstáculos, restricciones en que incurren el estudio o proyecto para tener resultados.

Pueden ser limitaciones metodológicas, de equipo, temporales, de recurso, de acceso a la información, geográfica, propias de la empresa o industrial.

## 4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Observación:** Observar comportamientos, fenómenos o situaciones sin intervenir.

**Entrevista:** Puede ser estructurada, semiestructurada, no estructurada, abierta.

**Encuesta o cuestionario:** Consiste en aplicar un conjunto de preguntas prediseñadas, por medio de cuestionario o presencial.

## 4.7 Materiales y equipos

En este apartado todo debe estar relacionado y contextualizado con el proyecto.

Los materiales son todos aquellos que se utilizan como parte del experimento, puede enumerarse y hasta poner una imagen para ser mejor identificados. Debe enlistarse tanto los materiales como los equipos, y en los casos necesario aportar fichas técnicas en anexos.

El método será de acuerdo con el estándar para realizar cierto tipo de análisis, como los físico químicos, microbiológicos o sensoriales.

El procedimiento corresponde al paso a paso que se sigue para cumplir con los objetivos de la investigación experimental.

Un aspecto importante es que debe ser replicable, por lo que es adecuado escribirlo en forma sistematizada, paso a paso sin omitir nada y describir con detalle cada actividad.

#### **4.8 Pruebas preliminares**

El objetivo es evaluar muestras y productos preliminares, ajustar los instrumentos de análisis, procedimientos experimentales y técnicas de análisis antes de llevar a cabo la investigación final.

#### **4.9 Procedimiento de elaboración del producto**

- Justificar la propuesta del producto a desarrollar
- Diseño y desarrollo de prototipos del producto
- Adquisición de materias primas para la elaboración del producto
- Proceso de producción o fabricación de los prototipos de producto
- Control de Calidad del producto
- Empaque y almacenamiento
- Distribución y entrega
- Evaluación post-producción
- Análisis de costo

#### **4.10 Diseño experimental**

El diseño experimental permite establecer, cómo se va a desarrollar la fase experimental, las variables a controlar y las condiciones experimentales del proceso o fenómeno bajo estudio y así como los productos obtenidos.

- Es importante que se realicen al menos tres repeticiones en cada tratamiento experimental o prototipos a desarrollar para obtener información confiable y relevante para su correspondiente análisis estadístico.
- Es importante también, tener un tratamiento control o prototipo control o testigo, que es el que no se someterá a la influencia de las variables independientes, y posee las mismas características del grupo experimental. Ejemplo de la tabla que resume el diseño experimental.

Tabla 3: Resume del diseño experimental

Repeticiones	Tratamiento 0	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Repetición 1 Variable 1			
Repetición 2 Variable 1			
Repetición 3 Variable 1			
Repetición 1 Variable 2			
Repetición 2 Variable 2			
Repetición 3 Variable 2			

Fuente: elaboración propia a partir del diseño experimental de la investigación, 2026

Donde el tratamiento 0 es el control y el 1 y 2 son con los cambios que se le hicieron al Control interno del experimento.

#### 4.10.1. Diseño

El diseño de la investigación es el esquema que le permitirá guiar el desarrollo de la investigación, toma en cuenta los procedimientos y las técnicas de recolección de datos experimentales, controles de las variables, y el análisis estadístico de los datos de acuerdo al tipo de experimento y datos obtenidos.

#### 4.10.2. Variables

Siempre se deben de seleccionar variables cuantitativas, que formen parte del problema de investigación e hipótesis. Las variables deben ir estrechamente ligadas a los objetivos específicos. Serán dependientes e independientes y deben enlistarse.

#### 4.10.3 Hipótesis

La hipótesis son explicaciones tentativas de la relación entre las variables. Deben referirse a una situación real, ser concretas y sus términos o variables deben ser observables o medibles.

Consideraciones: en investigaciones de enfoque cuantitativo con alcance exploratorio no se formulan hipótesis, si el alcance es descriptivo solo se formula cuando se pronostica un hecho o dato, y para el alcance correlacional y explicativo debe formular hipótesis.

- En el proceso de investigación experimental se plantean las hipótesis nula y alternativa. La hipótesis nula ( $H_0$ ) niega que existan efectos significativos de la variable independiente sobre la dependiente, es decir que los resultados no muestran diferencias significativas.

- La hipótesis alternativa ( $H_a$ ) afirma que si existen diferencias significativas entre los resultados del fenómeno estudiado. Para más información sobre las hipótesis consultar el libro Métodos de investigación: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

#### **4.10.4 Análisis estadístico**

Corresponde al análisis estadístico que se debe de realizar a los datos obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados. En la metodología debe indicar el tipo de análisis estadístico que va a utilizar y el programa estadístico que utilizó para elaborarlo.

#### **4.11 Métodos de análisis**

Son los métodos estándares utilizados para generar los datos, por ejemplo: un método de análisis químico puede ser instrumental o volumétrico.

##### **4.11.1 Análisis físicos**

Evalúa las propiedades físicas de los alimentos, tales como:

- Humedad
- Temperatura
- Densidad
- Viscosidad
- Dureza

##### **4.11.2 Análisis químicos**

El análisis químico, es fundamental para garantizar un etiquetado adecuado de los alimentos y proteger a los consumidores frente a la adulteración y el etiquetado erróneo de los productos.

Estos análisis deben realizarse con **métodos estandarizados**, como los de laboratorios certificados o usando métodos validados como los de AOAC o investigaciones científicas previas. Se recomienda realizarlo en un laboratorio certificado, sino posee las competencias necesarias.

##### **4.11.3. Análisis sensorial (prueba de aceptación, prueba de preferencia)**

El análisis sensorial se realiza para los prototipos desarrollados en la investigación del Trabajo Final de Graduación, den incluir el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación del grado de aceptación de los prototipos por parte de consumidores o jueces no entrenados.

En el análisis sensorial es importante contar con suficientes jueces/panelistas (Esto lo determina el tipo de prueba estadística que se va aplicar) para mejorar la confiabilidad de los datos y garantizar que son personas que consumen el tipo de producto desarrollado.

El documento del consentimiento informado que firman los participantes del estudio, así como las hojas de evaluación (formulario), deberán aparecer en los anexos.

Las pruebas estadísticas propuestas para este tipo de investigación son pruebas propias de la estadística no paramétrica: Prueba de Friedman y Prueba de Wilcoxon, las cuales se explican con sumo detalle mediante los enlaces aportados en esta guía. Los enlaces aportan conceptos teóricos de las pruebas, ejercicios paso a paso para el procesamiento de la información, cálculo del estadístico de la prueba, propuesta de las hipótesis nula e hipótesis alternativa ( $H_0$ ,  $H_a$ ), procesamiento de la información mediante el software SPSS Statistics y la interpretación de los resultados.

Se recomienda hacer lectura del apartado que esta después de los anexos, que ejemplifica esta sección.

## **5. Resultados y análisis de resultados**

En este apartado, por cada objetivo planteado se presenta la evidencia empírica correspondiente (tablas, gráficos o figuras) con su respectivo análisis. Para la presentación de los resultados se explica el fundamento metodológico: por qué se realizó la medición o procedimiento, para qué sirve dentro del marco del estudio y qué se buscó comprobar o ilustrar. Seguidamente se expone las ventajas y desventajas del enfoque empleado, así como las implicaciones prácticas de dichos resultados. Todo el análisis incluye observaciones puntuales y descriptivas sobre lo observado en los resultados (tendencias, anomalías, correlaciones, etc.) y se contrasta con la literatura académica más reciente: cada bloque termina con una cita actualizada de un autor que haya realizado investigación similar o con una matriz comparable, para respaldar e interpretar los hallazgos.

### **5.1. Ejemplo Análisis de resultados**

Descripción de las materias primas y proceso de elaboración de (xxx). Para este ejemplo se utilizará la formulación de pan.

En el desarrollo de la formulación control y prototipos del pan se utilizaron las materias primas que se observan en la Tabla #xx, a continuación, se justifica la selección la cual se eligieron en lugar de otras alternativas disponibles en el mercado.



Tabla 4: Materias primas

Ingrediente	% Panadero		
	Control	Pan 2%	Pan 2,8%
Harina de ***			
Harina de ***			
Harina de arroz blanco			
Almidón ****			
<i>Scenedesmus sp</i>			
Cacao amargo en polvo			
***			
Levadura instantánea			
Fibra			
HPMC			
***			
***			

Fuente: elaboración propia ejemplo de materias primas de pan, 2026

Debe explicar para cada materia prima lo que observó al agregar el respectivo ingrediente, ventajas o desventajas de su uso, si modificó de forma agradable o desagradable las características del alimento y por ende requirió ajustes. Luego justifica sus explicaciones o análisis previo con referencias de la literatura (preferible 5 años de antigüedad). Ver ejemplo sobre el uso de la cocoa y la fibra:

Para mejorar el defecto de migas pálidas característico de este los panes sin gluten y que fue observado en las primeras pruebas preliminares de la formulación control, considerando además que se busca obtener un pan con apariencia similar integral, se utilizó cacao en polvo, para tener una apariencia más atractiva como se observa en la Figura xx, se usó únicamente un xx% de cacao porque se debe evitar modificar el sabor y subir el costo de la formulación.

El color marrón que generó el cacao se asoció con los componentes como los polifenoles, la teobromina y los pigmentos naturales (Guckenbiehl et al., 2024), además Zhang et al. (2021) ha descrito que los polifenoles participan en reacciones de oxidación que intensifican el color oscuro de la miga del pan.

Inicialmente en la formulación de la prueba preliminar se utilizó hasta x% de fibra, sin embargo, se obtuvo una textura desagradable y disminuyó el volumen del pan y la masa necesitaba un ajuste de agua para hidratar la fibra agregada, lo que contribuyó a un pan con apariencia seca, por esto se dio la necesidad de ajustar el nivel de fibra para mejorar volumen y textura del pan. Se observó al usar la fibra en un 2% mejoró la textura, que fue menos apelmazada, con respecto al pan que se obtuvo previamente (Ver Figura #xx), por otra parte, se debe recordar que al disminuir de fibra se optimiza el costo del producto, dado que la reducción del ingrediente incide en un menor costo de materia prima.

Lo anterior, se basó en estudios de Fratelli et al. (2021) quienes encontraron como óptimo en cuanto al aporte de fibra y aceptación sensorial, la suplementación con 2,86 % de esta fibra y 82,14 % de niveles de agua. Igualmente, esta proporción (2%) de fibra es la recomendada por la Federación de Asociaciones de Celíacos de España (FACE).

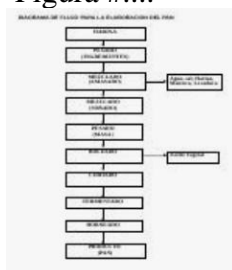
## Determinación de operaciones unitarias...

Se debe explicar para que realiza cada operación y justificar los controles que propuso (Temperatura, pH, tiempo, humedad, tamaño de la porción, entre otros). Luego justifica sus explicaciones o análisis previo con referencias de la literatura (preferible 5 años de antigüedad). Ver ejemplo sobre el proceso del pan:

Para la definición de flujo de operaciones del proceso de elaboración del pan xx se recopiló información bibliográfica asociada con las operaciones unitarias para la elaboración de panes de molde sin gluten y sus respectivos controles, con el fin de tener un producto final inocuo, y con características sensoriales agradables.

En la Figura # se observa el diagrama de flujo del proceso que se implementó para la elaboración del pan, a continuación, se describen las operaciones, controles y los cambios ocurridos durante cada una para la elaboración de los panes.

Figura #....



**Activación de la levadura:** la levadura debió activarse antes de ser incorporada a la masa del pan para asegurar que las células vivas estén activas, para esto la levadura seca para masa dulce se hidrató y activó en agua tibia (35-37°C) con azúcar, como sustrato inicial, lo que generó burbujas. La hidratación junto con el sustrato permite que comience el proceso metabólico de generación de biomasa y posterior liberación de dióxido de carbono (Referencia), este fue responsable de las burbujas observadas. La temperatura utilizada se basa en la recomendación de Apellido (año) que sugiere para activar la levadura un rango de xxx

**Mezclado 1.** Se mezclaron todos los ingredientes secos de forma manual para su adecuada dispersión uniforme de los mismos. Posteriormente, se cernieron todos los ingredientes secos, esto garantiza que no existan grumos, permitió eliminar cualquier materia extraña y partículas gruesas y también contribuyó a incorporar parcialmente aire. El aire incorporado durante la mezcla proporcionó oxígeno necesario para la oxidación y la actividad de la levadura, además tal como lo explican Cauvain y Young (2007) este aire también forma núcleos de burbujas de gas para el dióxido de carbono liberado durante la fermentación.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

Son frases cortas basados en sus resultados y debe agregar una por objetivo, si es cuantificable debe reflejar los números obtenidos en los resultados.

## 6.2 Recomendaciones

Las recomendaciones son basadas en sus resultados y se incluye todo lo que no se pudo realizar y se puede mejorar o generar nuevos proyectos. En este apartado va el análisis de vida útil, análisis de prototipo, análisis microbiológico, estudio de mercado, etiquetas nutricionales con su declaratoria, entre otros.

## 7. Referencias bibliográficas

## 8. Anexos

En este apartado se agrega los resultados intermedios, reglamento, ficha técnica, métodos, artículos, formularios estadísticos, imágenes del producto, instrumento de análisis sensorial, encuestas, entre otros.

# Material complementario del análisis sensorial

## 9. Pruebas estadísticas no paramétricas

### 1. Pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas

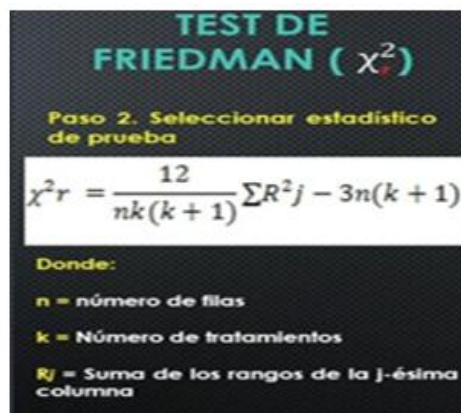
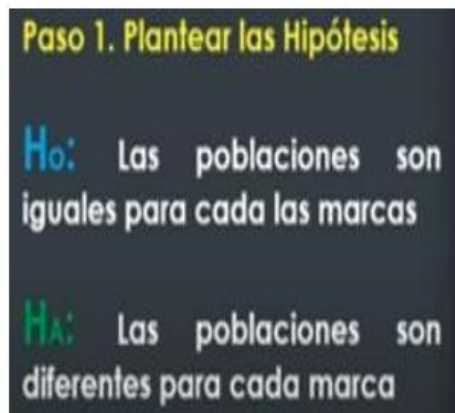


### Características de las pruebas estadísticas no paramétricas

- **Datos:** son nominales u ordinales
- **Distribución:** la distribución de los datos es libre, no sigue una curva normal
- **Tamaño de Muestra:** Menor a 30
- **Muestra:** no es aleatoria, es a conveniencia del investigador

### Prueba no paramétrica de Friedman “paso a paso”

La prueba de Friedman es una prueba no paramétrica de comparación de tres o más muestras relacionadas, se utiliza para comparar más de dos mediciones de rangos (medianas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (**que la diferencia sea estadísticamente significativa**)



<https://www.youtube.com/watch?v=OQjTS63Gn7o>

<https://www.youtube.com/watch?v=CTc08d79Umg&t=343s>

**Prueba no paramétrica de Friedman: resolución de ejercicio práctico, uso de tablas y SOFTWARE SPSS STATISTICS**

**Regla de decisión:** Si  $p \leq 0.05$  se rechaza  $H_0$

<https://www.youtube.com/watch?v=Nk0rb2s4Kb4&t=219s>

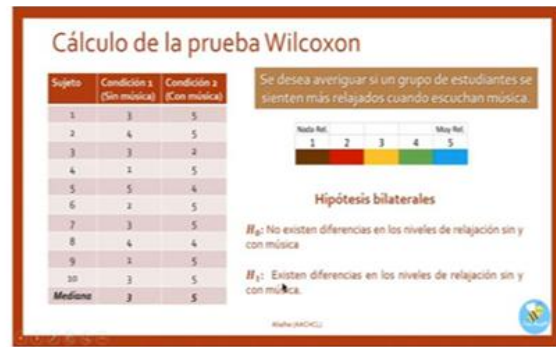
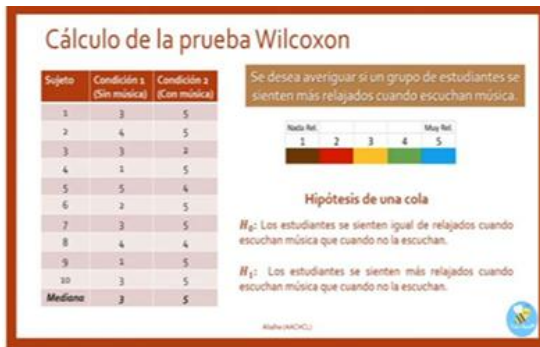
<https://www.youtube.com/watch?v=-nWXCqZDqB8>

### **Prueba T de Wilcoxon**

La prueba de los rangos con signo de Wilcoxon es una prueba no paramétrica para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. Se utiliza como alternativa a la prueba t de Student cuando no se puede suponer la normalidad de dichas muestras. La prueba de Wilcoxon al comparar dos mediciones relacionadas, permite determinar si la diferencia entre ellas se debe al azar o no (que la diferencia sea estadísticamente significativa).

<https://www.youtube.com/watch?v=2oAGcH2MtL8>

**Prueba no paramétrica de Wilcoxon: Ejercicio paso a paso para 2 tratamientos relacionados**



<https://www.youtube.com/watch?v=0gEztV3tAhA>

## Prueba no paramétrica de Wilcoxon: resolución de ejercicios mediante SOFTWARE SPSS STATISTICS

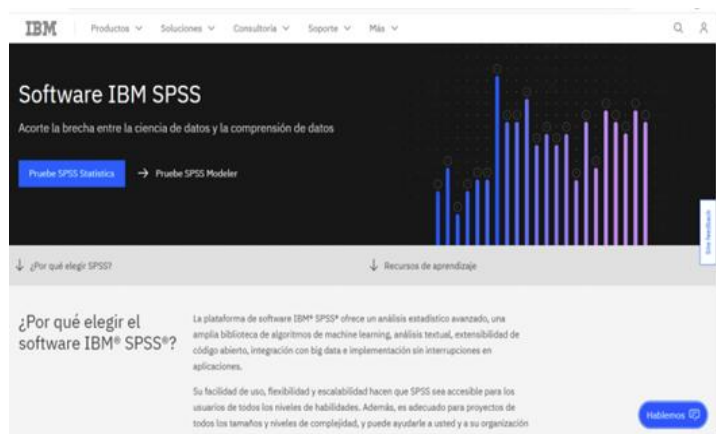
<https://www.youtube.com/watch?v=htjJ1zXXeQo>

[https://www.youtube.com/watch?v=6x-bygycs\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=6x-bygycs_o)

## PRUEBA SOFTWARE SPSS STATISTICS GRATUITA 1 MES

Enlace SPSS para prueba gratis

<https://www.ibm.com/mx-es/spss>



### 9.1 Análisis sensorial orientado al consumidor prueba de aceptación mediante escala Hedónica

Las pruebas hedónicas sirven para determinar la aceptación (grado de gusto o disgusto) o preferencias entre dos o más productos por una población específica de consumidores. Esta prueba permite identificar las características y su comportamiento de un producto traducidas en grados de aceptabilidad de los atributos: sabor, color, olor, textura, aroma, apariencia. Para la aplicación de la prueba se le solicita al consumidor o juez no entrenado, que valore el grado de aceptación o gusto general de las diferentes características del producto, aportando sus respuestas en un formulario diseñado específicamente para este

tipo de prueba.

### Ejemplo de formularios de escala hedónica

<p>NOMBRE: _____ FECHA: _____</p> <p>NOMBRE DEL PRODUCTO: _____</p> <p>Pruebe el producto que se presenta a continuación.</p> <p>Por favor marque con una X, sobre la carita que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.</p> <div><p>Me gusta mucho   Me gusta bastante   Me gusta un poco   No me gusta ni un poco No me gusta nada   Me disgusta un poco   Me disgusta bastante   Me disgusta mucho</p></div> <p>COMENTARIOS: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>MUCHAS GRACIAS!</p>		<p>Muestra: _____</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Fecha: _____</p> <p>Edad: _____</p> <p>Pruebe por favor la muestra e indique su nivel de agrado marcando al punto en la escala que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos.</p> <table border="1"><thead><tr><th>CARACTERÍSTICAS</th><th>COLOR</th><th>OLOR</th><th>TEXTURA</th><th>SABOR</th><th>APARIENCIA GENERAL</th></tr></thead><tbody><tr><td>Me gusta mucho</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Me gusta moderadamente</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Me gusta poco</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>No me gusta ni me disgusta</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Me disgusta poco</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Me disgusta moderadamente</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Me disgusta mucho</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>OBSERVACIONES</td><td colspan="5"></td></tr></tbody></table> <p>(MUCHAS GRACIAS!)</p>		CARACTERÍSTICAS	COLOR	OLOR	TEXTURA	SABOR	APARIENCIA GENERAL	Me gusta mucho						Me gusta moderadamente						Me gusta poco						No me gusta ni me disgusta						Me disgusta poco						Me disgusta moderadamente						Me disgusta mucho						OBSERVACIONES					
CARACTERÍSTICAS	COLOR	OLOR	TEXTURA	SABOR	APARIENCIA GENERAL																																																				
Me gusta mucho																																																									
Me gusta moderadamente																																																									
Me gusta poco																																																									
No me gusta ni me disgusta																																																									
Me disgusta poco																																																									
Me disgusta moderadamente																																																									
Me disgusta mucho																																																									
OBSERVACIONES																																																									

### III. Procedimiento de entrega de documento final y formato

- Procedimiento de defensa o documentos a entregar se encuentra en la Plataforma virtual.
- El documento final debe venir revisado y respaldado con la carta del filólogo.
- El documento final, la carta final con la nota y la carta de la filóloga deben ser entregados por la directora del TFG al correo de la carrera.

#### Formato del documento final a entregar:

- Paginación: la paginación del cuerpo del documento y de la parte final se hace con números arábigos, impresos en el borde superior derecho, a 2.5 cm del borde superior de la hoja.
- Márgenes y espacios: el papel tamaño carta superior e izquierdo: 3,5 cm Inferior y derecho: 3 cm
- Espaciado: 1.5
- Letra: Arial o Times 12, títulos 14 con negrita
- Trabajos con confidencialidad: la persona estudiante debe enviar un correo a la carrera para solicitar la confidencialidad de la información desde el inicio, especialmente cuando sea solicitada por la empresa donde desarrolla la investigación.

**Nota:** para hacer las referencias bibliográficas debe hacerlo según APA 7 y no debe ser superior a 5 página, sólo se debe incluir las que citó en el documento. Además, no se permiten más de tres citas textuales por página.

PORTADA DEL DOCUMENTO FINAL

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA VICERRECTORÍA DE DOCENCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES CARRERA DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL

(TITULO DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN)

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Elaborado por: (Nombre del estudiante) (Número de cédula)

Centro universitario (Mes y año)

## Referencias bibliográficas

- Balestrini, M. (2006). *Cómo se elabora el proyecto de investigación* (pp. 47-54). BL Consultores Asociados.
- Barrantes, R. (2014). *Investigación: Un camino al conocimiento. Un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. EUNED.
- Bernal, C. (2014). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (4ª ed.). Pearson Educación.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2019). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- UNED. (2024). *Reglamento general estudiantil*. Recuperado de [https://www.uned.ac.cr/docencia/images/Normativa/Reglamento\\_estudiantil\\_30\\_09\\_24\\_V2.pdf](https://www.uned.ac.cr/docencia/images/Normativa/Reglamento_estudiantil_30_09_24_V2.pdf)
- Villalobos, G., y Villegas. (2014). *Tratamientos y análisis de las muestras para ensayos químicos* [PowerPoint®]
- Basado en Hernández Sapiere, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M.P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6º Ed.) McGrawHill Education. ISBN: 978-1-4562-2396- 0