

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLOGICO DE BOCA DEL RIO	
	Proyecto de Residencias Profesionales	

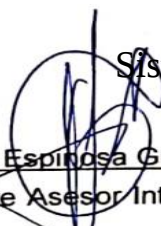
Nombre del proyecto:
Aprovechamiento de residuos de alimentos para la obtención de insumos de
interés industrial

Nombre del Alumno:
Marcos Jasiel Valencia Benítez

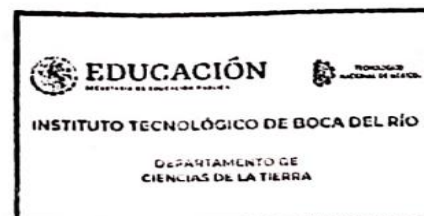
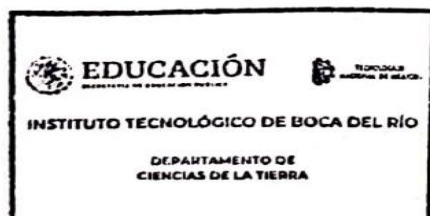
Numero de Control:
17990380

Nombre de la Carrera:
Ingeniería En Industrias Alimentarias
Especialidad:

Sistemas de calidad y mejora continua


Uscanga Espinosa Guadalupe
Nombre Asesor Interno


Zuñiga Ruiz Paula
Nombre del Asesor Externo



Boca del Rio, Veracruz a 13 de Enero del 2023

AGRADECIMIENTOS

Mis amigos y compañeros de viaje, hoy culmina esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordar cuantas tardes y horas de trabajo nos juntamos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio. Gracias por acompañarme jamás los olvidare.

A mis padres y hermanos ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles. Les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada.

A mis asesores, la Mtra. Guadalupe Uscanga Espinoza, la Dr. Isabel Araceli Amaro Espejo, y a la Dra. Paula Zuñiga Ruiz, por sus valiosas y constructivas sugerencias durante el desarrollo de este trabajo de investigación y por su paciencia y constante apoyo.

A los docentes, sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis profesores queridos, les debo mis conocimientos.

Gracias totales.

DEDICATORIA

Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. A mis hermanos que me acompañaron en esta etapa de mi vida. A mi gato Arroz que me acompañó de manera consciente e inconsciente en este y muchos trabajos.

Esto no habría sido posible sin su apoyo incondicional.

«Es mejor cojear por el camino que avanzar a grandes pasos fuera de él, pues quien cojea, aunque avance poco, se acerca a la meta, mientras que quien va fuera de él, cuanto más corre más se aleja».

San Agustín de Hipona—

RESUMEN

En el presente proyecto se propone la utilización de residuos agroindustriales como: La cáscara de papa (*Solanum tuberosum* L.) y aquellas que no cumplen con los requisitos de calidad para su comercialización. Se pretende aprovechar y dar un valor agregado a estos desechos, proponiendo para esto su aprovechamiento en la formulación y/o modificación en los productos alimentarios. La composición de la papa depende mucho de su variedad y representa un 80% agua y el 20% entre un 60 y 80% es almidón, el almidón es una mezcla de amilosa que supone una cuarta parte del peso y el resto está formado de amilopectina ambas moléculas son polímeros. Debido a que estos polímeros tienen cadenas muy largas de 200 unidades hasta millones la masa molecular es muy alta y con ella la solubilidad es bastante baja. El método de extracción a utilizar fue el método húmedo en el que se aprovecha su baja solubilidad obteniendo así un precipitado. Se realizó un producto alimenticio aprovechando las características del almidón. Empleamos este almidón en la elaboración de una malteada con el fin de obtener una consistencia espesa, que resulto agradable para nuestros catadores. Este almidón puede ser empleado de distintas maneras tanto a nivel laboratorio o emplearlo en algún producto alimenticio aprovechando sus características.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	<i>i</i>
DEDICATORIA	<i>ii</i>
RESUMEN	<i>iii</i>
1.INTRODUCCIÓN	1
2.DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE.....	3
2.1 Historia	4
2.2 Instalaciones y Servicios	5
2.3 Filosofía Institucional.....	6
2.3.1. Misión	6
2.3.2. Visión.....	6
2.3.3. Valores	6
2.4. Política de Calidad	7
2.5. Política del Tecnológico Nacional de México.....	7
2.6. Código de Ética y Conducta del TecNM	8
2.7. Datos generales (ITBOCA)	9
3.PROBLEMAS A RESOLVER	10
4.OBJETIVOS.....	11
General	11
Específicos.....	11
5.JUSTIFICACIÓN.....	11
6. MARCO TEORICO	12

6.1 Composición química de la papa.....	12
6.1.1. Solidos totales.	13
6.1.2.	13
Proteínas.	13
6.1.4. Carbohidratos totales.	13
6.1.5. Almidón.	14
6.1.5.1 Amilosa	14
6.1.5.2 Amilopectina	15
6.1.6 Fibra.....	15
6.1.7. Ceniza.....	16
6.2 Variedades de papa.	17
6.3 Clasificación y Variedades de papa en México.	19
6.3.1 Variedades para consumo fresco.	20
6.3.2 Variedades para uso industrial.....	20
6.4 Propiedades funcionales del almidón nativo.	20
6.5 Extracción de almidón.	22
7. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS.	26
7.1. Extracción de almidón nativo en merma de papa empleando el Método Húmedo. 26	
7.1.1 Equipos	28
7.1.2 Cálculos de rendimiento.	29
7.2 Análisis determinación de humedad método de secado por estufa (NOM-116-SSA1-1994).	29
7.2.1 Equipos.....	31
7.2.2 Cálculos.....	31
7.3 Análisis determinación de ceniza (NMX-F-607-NORMEX-2013).....	32
7.3.1 Equipos.	34

7.3.2 Cálculos	35
7.4 Análisis determinación de proteína por el método de Kjeldahl Gunning-Arnold (NOM-F-68-S-1980).....	35
7.4.1 Equipos.	37
7.4.2 Cálculos	38
7.5 Análisis determinación de grasa (extracto etéreo) (NMX-F.615-NORMEX 2018).	38
7.5.1 Equipos.....	40
7.5.2 Cálculos	41
7.6 Análisis determinación de fibra cruda (NMX-F-613-NORMEX-2017).	41
7.6.1 Equipos.....	43
7.6.2 Cálculos	44
8. RESULTADOS	45
9. CONCLUSIONES.....	50
10. RECOMENDACIONES.....	50
11. EXPERIENCIA PERSONAL PROFESIONAL ADQUIRIDA.	51
12. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS.	51
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	53
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Laboratorio de Alimentos Q2 áreas de trabajo.</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Fotografía Aérea del Instituto Tecnológico de Boca del Rio.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3. Estructura molecular del almidón. (a) Enrollamiento de la amilosa (b)</i>	
<i>Estructura química de la amilopectina.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4. Variedades de papa a través del mundo</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5. Proceso esquemático de fabricación de almidón.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 6. Línea de flujo de extracción de almidón de papa por decantación.</i>	<i>25</i>
<i>Figura 7. Diagrama de flujo para el proceso de extracción de almidón por el método</i>	
<i>húmedo.</i>	<i>27</i>
<i>Figura 8. Diagrama de flujo para la determinación de humedad.</i>	<i>30</i>
<i>Figura 9. Diagrama de flujo para la determinación de ceniza.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 10. Diagrama de flujo para la determinación de proteína.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 11. Diagrama de flujo para la determinación de grasa (extracto etéreo).</i>	<i>39</i>
<i>Figura 12. Diagrama de flujo para la determinación de fibra cruda.....</i>	<i>42</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Contenido promedio de los principales constituyentes del tubérculo de papa. .</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2. Materia seca de los tubérculos de papa</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 3. Muestra de algunos elementos que constituyen el contenido de cenizas en el tubérculo de papa.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 4. Equipos utilizados en la extracción de almidón.</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 5. Rendimiento de la extracción de almidón por el método húmedo</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 6. Equipos utilizados en la determinación ceniza.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 7. Equipos utilizados en la determinación de proteína.</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 8. Equipos utilizados en la determinación de grasa.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 9. Equipos utilizados en la determinación de fibra cruda.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 10. Resultados de análisis de Humedad</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 11. Resultados de análisis de Ceniza</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 12. Resultados de análisis de Grasa</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 13. Resultados de análisis de análisis de Fibra</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 14. Resultados de análisis de Proteína</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 15. Resumen de resultados: caracterización físico química del almidón de papa. </i>	<i>47</i>

1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es originaria de la región andina de América del sur, y actualmente se le cultiva en las regiones templadas, tropicales, y subtropicales del mundo; su producción ha superado a otras especies cultivadas entre cereales y leguminosas. Esto se debe a que la papa puede cultivarse en altitudes que van desde los 0 a 4000 msnm (Álvarez, 2002).

La papa por su elevado contenido de almidón es considerada como un alimento energético y de alto valor biológico. Además, la papa presenta un alto contenido de vitamina C, tiamina, riboflavina, niacina y un interesante contenido de proteína de alto valor biológico (Melian, 2010). Uno de los mayores componentes de las raíces y tubérculos es el almidón, el cual constituye la mayor fuente energética de las plantas.

El almidón es una materia prima con un amplio campo de aplicaciones que van desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables. Debido a que el almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional como espesante, estabilizante y gelificante en la industria alimentaria, es necesario buscar nuevas fuentes de extracción (Vera & Echeverría, 2020). El almidón presenta a nivel molecular partículas grandes y con fisuras, tiene brillo evidente, es un polvo blanco suave, inodoro y de sabor desagradable, el cual, puede ser usado para influir las propiedades físicas de muchos alimentos por los beneficios que ofrece (Vera & Echeverría, 2020).

En la papa, el almidón constituye su principal fuente de almacenamiento de energía y su contenido varía según los cultivares y estado del crecimiento de la planta entre 15% y 20% de su peso y con un alto contenido de fósforo (0.08%) en comparación con almidones de otras fuentes. La composición fisicoquímica tanto de la papa como la del almidón cambia según la variedad cultivada, la zona de crecimiento, la fertilización y el estado del ciclo de crecimiento de la planta. En el almidón de papa, la amilopectina se encuentra entre el 70% y 80% en peso,

independiente del tamaño de los gránulos. Estas características hacen que el almidón de papa sea una fuente valiosa para la obtención de biopolímeros funcionales para la ciencia de los alimentos y de los materiales (Vera & Echeverría, 2020).

Por otra parte, los almidones tienen un papel importante en la tecnología de los alimentos debido a sus propiedades físico-químicas y funcionales. Se utilizan como agentes espesantes también para aumentar la viscosidad de salsas, agentes estabilizantes de geles o emulsiones, así como elementos ligantes y agentes de relleno, como por ejemplo en las salchichas, donde favorecen la retención de agua (Melian, 2010).

El presente estudio tiene como finalidad aplicar y mejorar una metodología a nivel de laboratorio que permita una obtención de almidón de papa de manera eficiente utilizando los desechos de papa como las cascaras o aquellas que no se comercializaron por motivos estéticos u otros. Y a partir de este almidón de papa se elaboren productos aprovechando al máximo sus características funcionales. (Melian, 2010).

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE

El presente proyecto se desarrolló en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Boca del Río (ITBOCA) en el Laboratorio de Alimentos Q2, donde se realizó la extracción de almidón en cáscara de papa y se establecieron las condiciones para su extracción. De igual manera la elaboración de un producto alimenticio enriquecido con el almidón nativo.

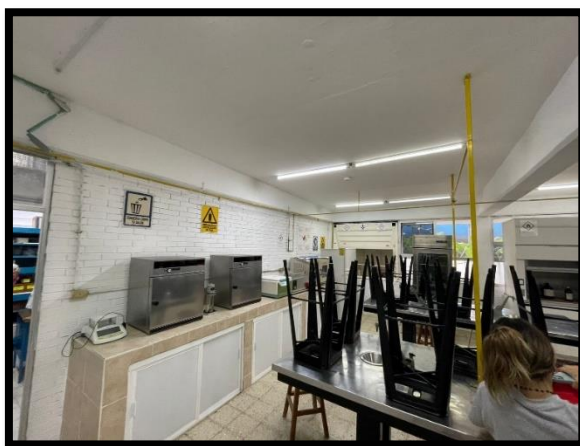


Figura 1. Laboratorio de Alimentos Q2 áreas de trabajo.

2.1 Historia

La educación en Ciencia y Tecnología del Mar tuvo su origen a nivel nacional en el año de 1957, en la ciudad de Veracruz en el seno de una prestigiada institución educativa, que hoy es el Instituto Tecnológico de Veracruz.

La creación del Instituto Tecnológico del Mar es el resultado de la evaluación de dos etapas previas para consolidarse:

Primero, la creación de la Estación Marina, que funcionó como el origen (de 1957 a 1965), con su adscripción al Instituto Tecnológico Regional de Veracruz. Segundo, su transformación para convertirse en el Centro Nacional de Ciencias y Tecnologías Marinas (de 1966 hasta 1974).

A partir de septiembre de 1975, la institución por Acuerdo Presidencial, se transformó en el Instituto Tecnológico de Pesca, cuyo nombre cambio a Instituto de Estudios Superiores en Ciencia y tecnología del Mar, y en 1981 finalmente se designó como Instituto Tecnológico del Mar; con la reestructuración de la SEP, como parte del proceso integrador en octubre del 2005 nuestro plantel posee una nueva imagen institucional, tomando su nuevo nombre de INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO, siendo parte del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, el cual posteriormente cambia a Tecnológico Nacional de México.

Su creación se justificó con base en que nuestro país esta bordeado por dos grandes océanos mundiales: el Pacífico y el Atlántico, además cuenta con un extenso litoral de 11,593 Km. de longitud y posee una zona económica exclusiva (INEGI, 1995), cuya superficie es de 2,717,252 Km² Propin (1998), que ocupa el 9º lugar en extensión a nivel mundial.

2.2 Instalaciones y Servicios

El Instituto Tecnológico de Boca del Río es una distinguida comunidad, de enseñanza y aprendizaje, con una trayectoria de más de 40 años, preparando jóvenes profesionistas que se incorporan al sector privado y público.

Actualmente cuenta con planes de estudio basados en competencias profesionales, y con reconocimiento con la Norma ISO 9001:2008.

El principal propósito es ofrecer oportunidades y herramientas para que todos los jóvenes desarrollen al máximo su potencial de acuerdo con su conocimiento, sus intereses y capacidades.

Los catedráticos, equipo directivo y personal de apoyo cuentan con la preparación y experiencia, para lograr que cada alumno, crezca en un entorno grato, seguro e idóneo para su desarrollo integral.

Las instalaciones y el equipamiento educativo fueron diseñados para ser un espacio educativo amplio, con diversidad de ambientes y recursos para el aprendizaje, la recreación, el fomento a la lectura y la investigación, la práctica deportiva y el aprendizaje por competencias, así como el goce de las diferentes expresiones artísticas.

2.3 Filosofía Institucional

2.3.1. Misión

Contribuir a la conformación de una sociedad más justa, humana y con amplia cultura científico-tecnológica, mediante una educación equitativa en su cobertura y de alta calidad.

2.3.2. Visión

Ser un Instituto Tecnológico de alto desempeño que sea soporte del desarrollo acuícola e industrial sostenido, sustentable y equitativo de la región, de la nación y del fortalecimiento de su diversidad cultural.

2.3.3. Valores

A fin de guiar y orientar las acciones cotidianas de todo su personal, el Instituto Tecnológico de Boca del Río define los siguientes valores Institucionales:

- **Respeto:** Miramiento, consideración, deferencia.
- **Puntualidad:** Disciplina de estar a tiempo para cumplir nuestras obligaciones.
- **Honestidad:** Cualidad humana por la que la persona se determina a elegir actuar siempre con base en la verdad y en la auténtica justicia, dando a cada quien lo que le corresponde, incluida ella misma.
- **Tolerancia:** Respeto a las ideas, creencias o prácticas de los demás cuando son diferentes o contrarias a las propias.

- **Responsabilidad:** Es una obligación, ya sea moral o incluso legal de cumplir con lo que se ha comprometido.

2.4. Política de Calidad

En el Instituto Tecnológico de Boca del Río nos comprometemos a proporcionar permanentemente enseñanza que satisfaga los requisitos legales y reglamentarios pertinentes de las partes interesadas definidos mediante el contexto interno, y externo: logrando el aumento de su satisfacción, a través de la aplicación eficaz del sistema de gestión, mejorando continuamente, apoyando al logro de la planeación estratégica de la institución.

2.5. Política del Tecnológico Nacional de México

El TecNM establece el compromiso de implementar y orientar todos sus procesos estratégicos y actividades del proceso educativo, hacia la Calidad del Servicio Educativo y respeto del medio ambiente, dando cumplimiento a los requisitos del estudiante y partes interesadas, legislación ambiental aplicable y otros requisitos ambientales que se suscriban así como promover en su personal, estudiantes y partes interesadas la prevención de la contaminación y el uso racional de los recursos; mediante la implementación, operación y mejora continua de un Sistema de Gestión de Calidad conforme a la Norma ISO 9001:2015/NMX-CC- 9001-IMNC-2015 y un Sistema de Gestión Ambiental conforme a la Norma ISO

14001:2015/NMX-SAA-IMNC-14001-2015, coadyuvando a la conformación de una sociedad justa y humana con una perspectiva de sustentabilidad y ser uno de los pilares fundamentales del desarrollo sostenido y sustentable.

2.6. Código de Ética y Conducta del TecNM

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) es una dependencia educativa con reconocimiento a nivel nacional e internacional, donde se educan a los profesionistas y posgraduados que la sociedad requiere para el desarrollo del país. Todo el personal que colabora dentro del TecNM tiene el firme compromiso con la sociedad de ofrecer una educación de excelencia en forma gratuita.

El TecNM establece el compromiso de que el personal desempeña su trabajo con base en los valores y principios éticos contenidos en el Código de ética y de Conducta que garantizan el orden, la seguridad, la igualdad y no discriminación establecida en la NMXR-025-SCFI-2015 y en el Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013 – 2018 (PIID), en su estrategia transversal III.1, estrategia 3 de igualdad de oportunidades y no discriminación contra las mujeres.

2.7. Datos generales (ITBOCA)

Ciudad: Veracruz

Estado: Boca del Río

Dirección: Carretera Veracruz-Córdoba Km.12 C.P. 94290. Boca del Río, Ver.

Correo: contacto@bdelrio.tecnm.mx

Teléfono: (229) 6905010

Página web: Instituto Tecnológico de Boca del Río – TecNM- <https://bdelrio.tecnm.mx>



Figura 2. Fotografía Aérea del Instituto Tecnológico de Boca del Río.

3. PROBLEMAS A RESOLVER

Los residuos agroindustriales representan una fuente de contaminación, lo que hace necesario investigar para su transformación y aprovechamiento a nivel mundial. Por su naturaleza puede ser considerada como materia prima para generar diversos productos de interés, esta situación existe en la actualidad y se prevé que continuará en el futuro. La tendencia mundial es el notable crecimiento en la generación de residuos, derivado del incremento en la generación de productos comercializables. En el presente proyecto se propone la utilización de residuos agroindustriales tales como: cáscara de papa y aquellas papas que no cumplen con los requisitos de calidad para su comercialización. Reduciendo el impacto de contaminaciones provenientes de estos desechos, proponiendo para esto su aprovechamiento en la formulación y/o modificación en los productos alimentarios.

4. OBJETIVOS

Objetivo General

- Obtener, caracterizar y aplicar almidón a partir de residuos de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Objetivos Específicos

- Obtener almidón a partir de residuos de papa por el método húmedo.
- Caracterizar el almidón de papa extraído de residuos
- Evaluar la aplicación funcional del almidón en la preparación de un producto.

5. JUSTIFICACIÓN

Las verdulerías o en lugares de procesamiento de alimentos producen residuos agroindustriales que pueden ser una fuente de contaminación al descomponerse y al atraer plagas. Es necesario investigar sus posibles transformaciones y aprovechamientos para así generar subproductos aprovechando al máximo los residuos de papa.

En México la cantidad de papa desperdiciada representa 788 057 toneladas lo que significa una pérdida del 37.89% de la producción. Morton (2019) reportó que en el país se pierden o se desperdician alrededor de 35% de todo lo que se produce. La papa por su elevado contenido de almidón es considerada como un alimento energético y de alto valor biológico. Además, la papa presenta un alto contenido de vitamina C, tiamina, riboflavina, niacina y un interesante contenido de proteína de alto valor biológico (Melian, 2010).

Por otra parte, los almidones tienen un papel importante en la tecnología de los alimentos debido a sus propiedades fisicoquímicas y funcionales. Se utilizan como agentes espesantes también para aumentar la viscosidad de salsas, agentes estabilizantes de geles o emulsiones, así como elementos ligantes y agentes de relleno, como por ejemplo en las salchichas, donde

favorecen la retención de agua (Melian, 2010).

Debido a su propiedad de sinéresis puede ser empleado para la retención de líquidos en frío. En este proyecto se pretende extraer el almidón de papa usando la técnica húmeda, y aprovechar su propiedad de espesante y baja sinéresis, para la elaboración de malteadas.

6. MARCO TEORICO

6.1 Composición química de la papa

La papa posee un alto contenido de agua que varía entre un 63,20 % y 86,80% (Tabla 1), está constituida principalmente por almidón y en menor proporción por proteínas, azúcares, celulosa, minerales, ácidos orgánicos, vitaminas y otros compuestos. Cada componente depende del genotipo y de su interacción con el medio ambiente, dándole al tubérculo características que determinan su calidad, valor tecnológico y nutritivo (Melian, 2010).

Tabla 1. Contenido promedio de los principales constituyentes del tubérculo de papa
(Melian, 2010)

Componente	Promedio (%)	Rango (%)
Agua	77,5	63,2 – 86,9
Sólidos totales	22,5	13,1 – 36,1
Proteínas (N total *6.25)	2,0	0,7 – 4,6
Materia grasa	0,1	0,02 – 0,96
Carbohidratos totales	19,4	13,3 – 30,53
Almidón	17,5	8,0 – 29,4
Azúcares reductores	0,3	0,05 – 8,0
Fibra cruda	0,6	0,17 – 3,48
Ceniza	1,0	0,44 – 1,9

6.1.1. Sólidos totales

Los sólidos totales o contenido de materia seca en el tubérculo de papa, están presentes en rangos de 13,10% – 36,80 % y está constituida principalmente por almidón, proteínas, cenizas, fibra y lípidos (Tabla 2), siendo el almidón su principal componente y comprende 3/4 partes de la materia seca.

Tabla 2. Materia seca de los tubérculos de papa (Melian, 2010).

Componente	Porcentaje (%)
Almidón	75,30
Azúcares totales	2,10
Fibra cruda	2,32
Proteína cruda	7,94
Lípidos	0,50
Cenizas	4,41

6.1.2. Proteínas

El contenido de proteína en el tubérculo fresco se encuentra comprendido entre un 2,1% y 10,3 % calculado sobre la materia seca. El nitrógeno en la papa está presente, en la proteína y en una variada gama de combinaciones entre las cuales encontramos, ácidos nucleicos, aminoácidos libres y amidas. La papa tiene un alto contenido de lisina, valina y fenilalanina; bajo contenido de isoleucina y es muy deficiente en metionina (Melian, 2010).

6.1.3. Materia grasa

Está compuesta principalmente por ácidos grasos libres, lípidos y fosfolípidos. Su contenido en el tubérculo es muy bajo y llega a 0,1% del peso fresco (Melian, 2010).

6.1.4. Carbohidratos totales

Excluyendo el agua, los carbohidratos son los constituyentes de más alta concentración en la papa; incluyen almidón, celulosa, glucosa, sacarosa y pectinas. Su principal componente es

el almidón que representa entre el 60% – 80 % de la composición total y por ello hace que la papa sea considerada como un alimento de alto valor energético (Melian, 2010).

6.1.5. Almidón

Este carbohidrato ha sido parte fundamental de la dieta del hombre, es el polisacárido digerible más importante y abundante. Se forma como polisacárido de reserva en las hojas, tallo, raíces (tubérculos), semillas, fruta y polen de muchas plantas superiores (Melian, 2010).

El almidón se encuentra en todas las partes de una planta de papas, en tubérculos, estolones, hojas y frutos. Sin embargo, el almidón proveniente del tubérculo es el de principal interés por su naturaleza y propiedades para el uso en la industria. Además, es el principal componente del tubérculo, con las 3/4 partes de la materia seca. Durante la estación de crecimiento, el almidón se acumula en las células del tubérculo formando gránulos simples y/o complejos (Melian, 2010).

Químicamente el almidón es una mezcla de dos polisacáridos, uno lineal (amilosa) y otro ramificado (amilopectina) y se encuentran agrupados en la forma de gránulos parcialmente cristalinos. El contenido de amilosa y amilopectina dependerá de la fuente de origen de la cual procedan, representan siempre el 97%- 99% del peso seco de un buen almidón (Melian, 2010).

6.1.5.1 Amilosa

Es básicamente un polímero lineal, constituido por moléculas de D- glucopiranosas unidas casi en su totalidad por enlaces α -1,4 aunque existen también moléculas que poseen unas pocas ramificaciones en posición α -1,6, alrededor de una cada 180-320 unidades. Tiene la facilidad de adquirir una conformación tridimensional helicoidal (Figura 3), en la que cada vuelta de la hélice consta de seis moléculas de glucosa, su peso molecular es de hasta un millón de Dalton (Melian, 2010).

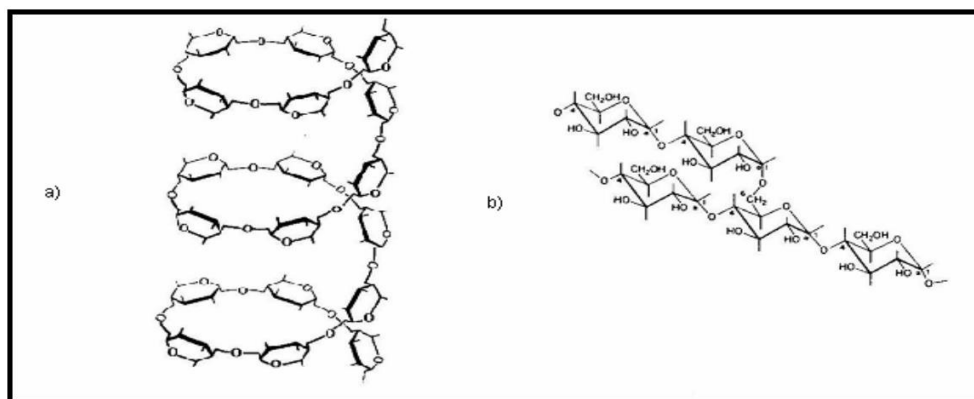


Figura 3. Estructura molecular del almidón (a) Enrollamiento de la amilosa (b) Estructura química de la amilopectina (Badui, 2006)

6.1.5.2 Amilopectina

Se diferencia de la amilosa por su constitución en cadenas ramificadas compuestas por enlaces α -1,6 sobre cadenas α -1,4. Estos enlaces están localizados cada 15 – 25 unidades lineales de D-glucosa, su peso molecular es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de Dalton (Badui, 2006).

La amilopectina está presente en todos los almidones, constituyendo alrededor del 75,0% de los almidones más comunes. Algunos almidones están formados exclusivamente por amilopectina, y se les conoce como almidones céreos. (Melian, 2010).

6.1.6 Fibra

Bajo la denominación de fibra se incluye la fibra cruda, celulosa, hemicelulosa y sustancias pécticas. El contenido de fibra de las variedades de papa tiene valores entre 1% - 10% que fluctúa entre un 2% a 4% de materia seca (Melian, 2010).

6.1.7. Ceniza

En minerales, la papa aporta cantidades variables de potasio, magnesio, fierro, fósforo y calcio. Es deficiente en fósforo y calcio, pero muy abundante en potasio, otros minerales que contiene el tubérculo son el sodio, hierro, azufre, silicio, aluminio, manganeso, cloro, que se encuentra presentes en muy pequeñas cantidades. En cuanto al contenido de estos elementos fluctúan entre 0 – 2500 mg/ 100 mg de materia seca, lo cual se puede observar en el Tabla 3 (Melian, 2010).

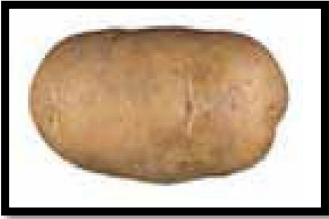
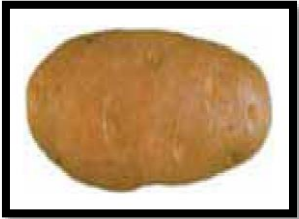
Tabla 3. Muestra de algunos elementos que constituyen el contenido de cenizas en el tubérculo de papa.

Elemento	Contenido mg/100g de materia seca
Potasio	1400 – 2500
Fósforo	120 – 600
Cloro	45 – 800
Azufre	40 – 400
Magnesio	45 – 220
Sodio	0 – 330
Calcio	10 – 130
Silicio	5 – 89
Fierro	2,5 – 72
Aluminio	0.2 – 35
Manganeso	0,5 - 8

6.2 Variedades de papa

Si bien la papa cultivada internacionalmente pertenece a una única especie *Solanum tuberosum*, existen miles de variedades con grandes diferencias de tamaño, forma, color, textura, cualidades y sabor (F.A.O. 2009).

A continuación, en la Figura 4, se muestran diversas variedades de papas que existen hoy a nivel mundial.

 Atahualpa Producida en el Perú, de gran rendimiento, óptima para el horno y sartén.	 Nicola Variedad holandesa muy popular, de las mejores para hervir y en ensaladas.	 Russet Burbank La clásica papa de los Estados Unidos, excelente al horno y frita a la francesa.
 Lapin puikula Centenaria en Finlandia, crece en campos bañados de luz de medianoche.	 Yukon Gold Tubérculo canadiense de pulpa amarilla, inmejorable frita, al horno, en puré.	 Tubira Variedad producida por el CIP, se da en África occidental; es de pulpa blanca, piel rosada, muy productiva.

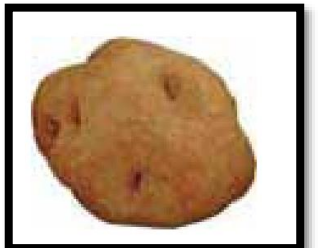
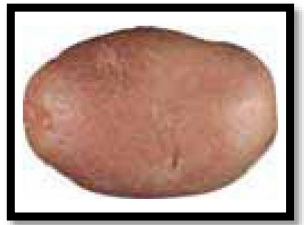
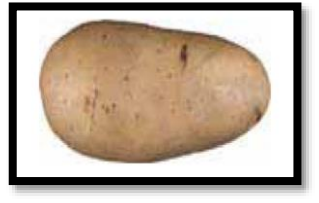
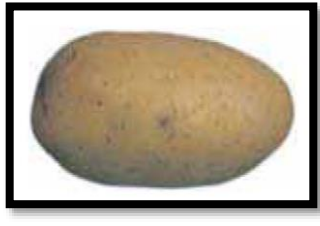
 Vitelotte Especialidad francesa muy apreciada por su piel azul oscura y su pulpa violeta.	 Royal Jersey De la isla de Jersey, única hortaliza del reino unido con denominación de origen emitida por la UE.	 Kipfler Variedad alemana alargada de pulpa color crema, frecuentemente en la ensalada.
 Papa colorada Llega a las Canarias en los barcos españoles, en 1567.	 Maris Bard Variedad británica blanca de textura suave como la cera. Apta para hervirse.	 Desirée De piel roja, pulpa amarilla y sabor característico.
 Spunta Otra variedad de gran éxito comercial, buena para hervir o asar.	 Mondial Papa holandesa de atractivo y aspecto suave. Buena para hervir y para puré.	 Desconocida Una entre más de 5000 variedades que se siguen produciendo en los Andes.

Figura 4. Variedades de papa a través del mundo (F.A.O. 2009)

6.3 Clasificación y Variedades de papa en México

En general, las variedades de papa que son cultivadas para consumo humano se pueden clasificar en tres grupos, de acuerdo al color y tipo de cáscara:

- 1) Color rosado
- 2) Cáscara lisa y de color blanco o amarillo
- 3) Color rojo, éste no se establece aún en México

Entre los dos primeros grupos se abastecen los mercados de consumo fresco y de uso industrial. A continuación, se describe a más detalle cada grupo:

Color rosado. Este grupo se produce en México, comúnmente en las zonas de temporal, que comprenden regiones de Puebla, Estado de México, Hidalgo, Veracruz y Tlaxcala (Luque, 1976).

Cáscara lisa, de color blanco o amarillo. Este grupo se siembra con más frecuencia en las distintas regiones del país y se destina a los diferentes mercados, tanto a consumo fresco como a uso industrial. Los estados productores de este tipo de papa son Sinaloa, Nuevo León, Sonora, Guanajuato, Coahuila, Chihuahua, Estado de México, Puebla, entre otros (Luque, 1976).

Color rojo. Este grupo no se siembra aún en nuestro país, pero en Estados Unidos se establecen diferentes variedades, entre las que destacan Nordona, Red Norland y Red Pontiac, que registran muy buenos rendimientos y comúnmente son destinadas al mercado industrial (Luque, 1976).

6.3.1 Variedades para consumo fresco

En México, las variedades más utilizadas para consumo fresco son las siguientes: Alpha, Adora, Bintje, Cardinal, Diamante, Escord, Felsina, FL1867, Furore, Greta, Giant, Mundial, Prevalent, Procura, entre otras. En Sinaloa, las principales variedades que se siembran para el mercado de consumo fresco son: Alpha, Atlantic, FL1867, Fianna, César, Giant y Mundial, que pertenecen al grupo de cáscara lisa y de color blanco o amarillo (Luque, 1976).

6.3.2 Variedades para uso industrial

En la República Mexicana, las variedades más comunes que se establecen para uso industrial son: Atlantic, FL 1867, Fianna, Snowden y Lady Rosetta, entre otras. Hay dos características muy importantes de la papa que son consideradas para su proceso industrial, se trata del porcentaje total de sólidos y del contenido de azúcares reducidos de los tubérculos (Luque, 1976).

6.4 Propiedades funcionales del almidón nativo

El almidón de papa es fundamental por sus propiedades como: baja temperatura de gelatinización, baja tendencia a la retrogradación, alta viscosidad, alta capacidad de retención de agua, sabor suave y buena estabilidad (Garnica, *et al*, 2010).

Se llaman almidones nativos los que no han sufrido proceso alguno de modificación química durante su obtención. Son utilizados para regular y estabilizar la textura de los alimentos y, por sus propiedades espesantes y gelificantes. En la actualidad existe la tendencia de procesar alimentos con almidón nativo que posea ciertas propiedades específicas de tolerancia a diferentes tratamientos industriales estresantes que deterioran la estructura del gel de almidón,

por ejemplo: resistencia a un pH de 2.4 durante un periodo de uno a dos meses, resistencia a una esterilización de dos horas a 121°C, congelación, etc. Así mismo, se está buscando desarrollar nuevos productos en los cuales el almidón nativo no sea considerado aditivo sino ingrediente, en donde la cantidad introducida no esté sometida a reglamentación (Garnica, *et al*, 2010).

El almidón tiene una amplia variedad de aplicaciones en los alimentos este polímero actúa como: adhesivo, ligantes, enturbante, formador de películas, estabilizante de espumas, agente anti-envejecimiento de pan, gelificantes, glaseante, humectante, estabilizante, texturizante y espesante. También puede usarse para aglutinar, desintegrar, expandir o apelmasar, clarificar u opacar, atrapar humedad o repelerla, modificar textura y estabilizar emulsiones. Por la cantidad de usos se considera un ingrediente multifuncional en la industria de alimentos (Garnica, *et al*, 2010).

La mayor parte de las propiedades funcionales, que explican el comportamiento específico para cada tipo de almidón, inciden en las características sensoriales de los alimentos en particular la textura, pueden jugar un papel importante en el comportamiento de los alimentos o de los ingredientes alimenticios durante su transformación o su almacenamiento. Las propiedades más importantes a considerar para determinar la utilización del almidón en la elaboración de alimentos y otras aplicaciones industriales incluyen la gelatinización, solubilidad, hinchamiento, absorción de agua, sinéresis y comportamiento reológico de sus pastas y geles (Garnica, *et al*, 2010).

6.5 Extracción de almidón

El almidón se puede obtener utilizando diferentes metodologías de acuerdo a las materias primas de las que se extraiga y según del tipo de compuestos que lo estén acompañando (Melian, 2010).

La obtención de almidón se lleva a cabo sobre todo a partir de maíz, papa, trigo y mandioca. Por ejemplo, en la papa, los gránulos de almidón se encuentran libres en el interior de las células, de tal modo que su aislamiento es un proceso sencillo; en otros casos como ocurre en los cereales, el almidón se encuentra en el endospermo contenido en una matriz proteica y por ello su extracción es algo más difícil (Melian, 2010).

Debe considerarse que al extraer almidón se obtienen además otros componentes menores en variadas concentraciones como proteínas, lípidos, minerales y fibra. Estas impurezas pueden alterar el comportamiento del almidón. Por ello se hace necesario cuantificar el contenido de impurezas (Melian, 2010).

La obtención de almidón de papa es considerada simple, las papas se lavan y desintegran en una maquina raspadora donde se obtienen varias fracciones que pasan por cedazos rotatorios. Las fibras son retenidas y se obtiene una pulpa de papa. El almidón remanente contiene compuestos solubles (azúcares, proteínas, ácidos, sales) y fibras finas, que son aislados a través de separadores centrífugos continuos o hidrocuciones y cedazos finos. La lechada purificada de almidón es usada para la producción de derivadas del almidón de papa o simplemente es deshidratado y seco. Con respecto a la velocidad de centrifugación, esta se encuentra entre 2000 r.p.m. y 400 r.p.m. (Melian, 2010).

Montaldo (1984), indicaron que en proceso de secado el contenido de agua disminuye desde un 80% a 30%, proceso que se lleva a cabo por des-humidificación centrífuga (Figura 5). Posteriormente viene una deshidratación que baja nuevamente la humedad desde 30% a 10% - 12% y la desagregación de los grumos se realiza por medio de martillos en circuito cerrado con cribas (Melian, 2010).

El producto final contiene entre un 10% - 12% de humedad se guarda en bolsas de polietileno por ser un producto higroscópico. Existe además otra forma de obtener almidón utilizando el método de decantación natural.

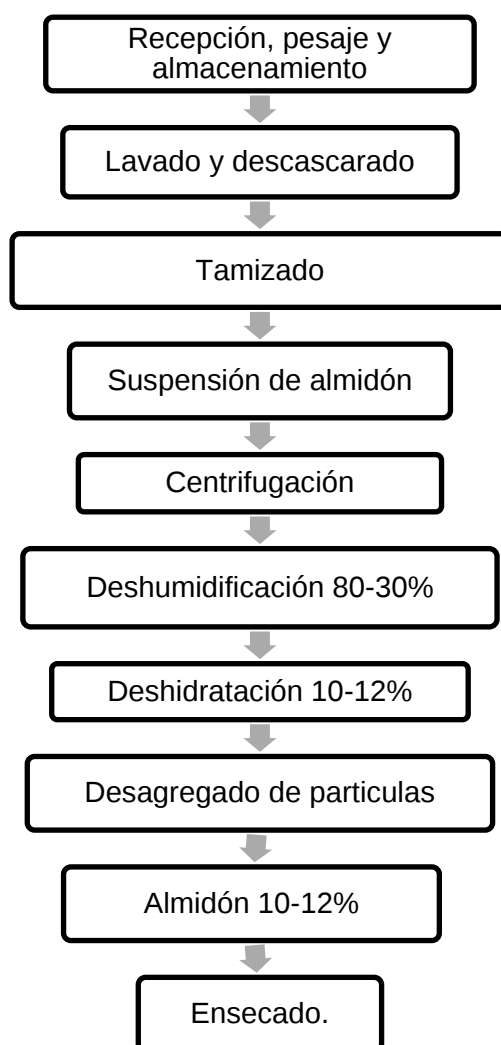


Figura 5. Proceso esquemático de fabricación de almidón (Montaldo, 1984)

El proceso descrito por Ojeda, 2008 (Figura 6), presenta dos etapas de decantación. Cada una de ellas con un tiempo de decantación de 6 horas: además se adiciona una solución de NaOH 0,02%, con el objetivo de solubilizar las proteínas. Posteriormente se ajusta el pH de la solución hasta llegar a 7,0. Después de filtrar la muestra, el almidón obtenido es secado en estufa a una temperatura de 45 ± 2 °C durante 24 horas. Luego de transcurrido este tiempo, la muestra de almidón pasa por un molino y se envasa.

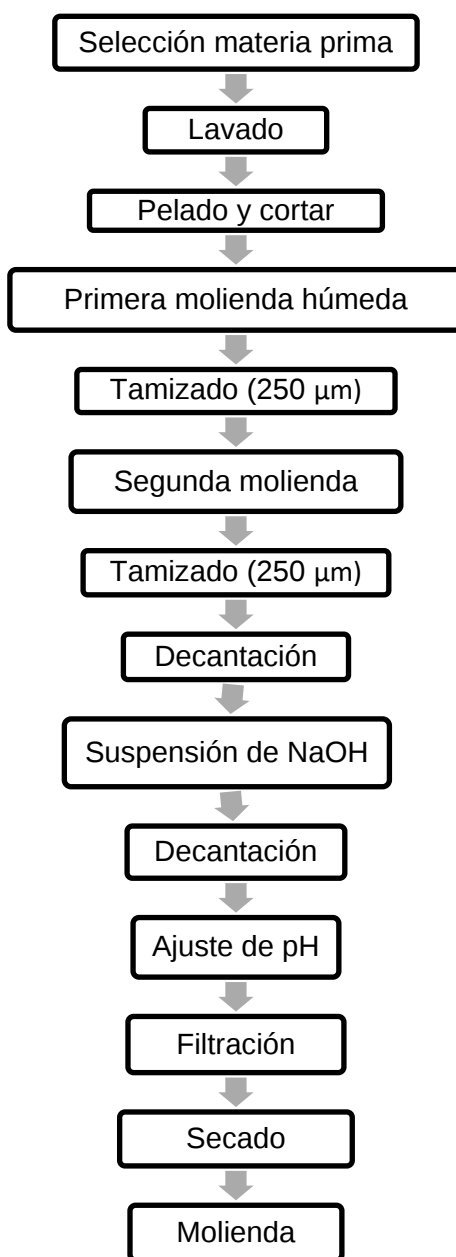


Figura 6. Línea de flujo de extracción de almidón de papa por decantación. (Ojeda, 2008)

7. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

Se extrae el almidón de las cáscaras de papa, aplicando el método de extracción de almidón por vía húmeda, el cual consiste en el lavado, corte, triturado, sedimentado, decantado, secado, pulverizado, tamizado y almacenado. Se utilizaron papas cuya estética no era aceptable para el consumidor común (pequeñas, amorfas, colores no característicos) y también cascaras de papa “la merma de la papa”, siendo adquirida de cualquier local, mercado, verdulerías o de casa en donde se trabajen papas. Las variedades de papa y cascaras utilizadas para la obtención de almidón fue tomada en general sin importar su tipo o variedad.

En los ANEXOS 2 al 6 se evidencia la caracterización del almidón obtenido., En el ANEXO 7 se presenta la encuesta Aprovechamiento de Residuos Orgánicos de papa. Se muestran los posibles lugares en donde se obtendrá la materia prima y su cantidad cada cierto periodo de tiempo.

Al obtener el almidón deshidratado se decidió aplicarlo en la formulación de un producto ya elaborado aprovechando así sus propiedades como: baja temperatura de gelatinización, baja tendencia a la retrogradación, alta viscosidad, alta capacidad de retención de agua, sabor suave y buena estabilidad. Se realizó una encuesta a una malteada de fresa con tres formulaciones para conocer si los catadores encuentran una diferencia significativa en las muestra. En el ANEXO 8 se presenta el tipo de prueba sensorial, los datos de la encuesta sus resultados y evidencia.

7.1. Extracción de almidón nativo en merma de papa empleando el Método Húmedo

Se empleó la metodología de extracción mediante el método de decantación descrita por Melian, 2010; con algunas modificaciones de Villalobos, *et al*, 2014. La materia prima de papa se substituyó, únicamente se emplearon residuos o sobrantes de papa. El proceso de extracción se realizó sin adición de químicos para su decantación y enjuague, con el fin de obtener almidón

sin modificar. A continuación, en la Figura 7 se describe en detalle el proceso realizado. En el ANEXO 1. Se adjuntan evidencias del proceso de extracción de almidón.

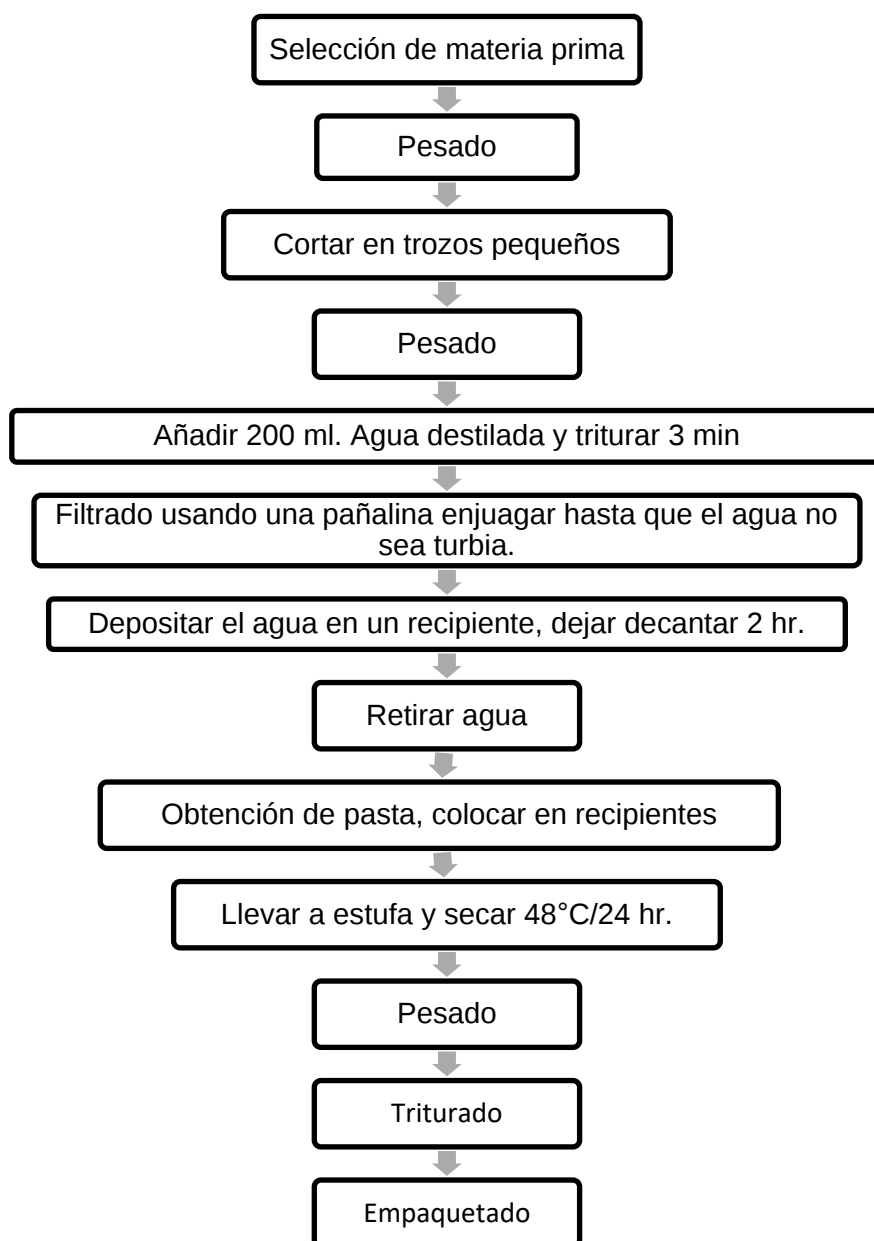


Figura 7. Diagrama de flujo para el proceso de extracción de almidón por el método húmedo.

7.1.1 Equipos

En la Tabla 4 se muestran los equipos mencionados en el proceso.

Tabla 4. Equipos utilizados en la extracción de almidón.

NOMBRE	IMAGEN
Procesador de alimentos marca Townson & Mercer Scientific equipment.	
Estufa universal tipo UFE 400 – 800 de la marca Memmert.	
Balanza analítica de la marca ADAM modelo PGW.	

7.1.2 Cálculo para la obtención de rendimiento

Se realizaron 5 extracciones en su totalidad. Se realizaron los cálculos pertinentes para conocer el rendimiento de la extracción por el método húmedo. Utilizando la siguiente formula:

$$A = 100\%$$

$$B = ?$$

Tabla 5. Rendimiento de la extracción de almidón por el método húmedo

Rendimiento de la extracción por el método húmedo			
No. de Muestra	Peso total de las cascaras g	Peso del almidón deshidratado g	Rendimiento %
1	167.606	6.474	3.86
2	345.664	13.70	3.96
3	686.862	17.887	2.60
4	1,061.6	45.5	4.2
5	3,665.0	100.66	2.74
Promedio			3.47

7.2 Análisis determinación de humedad

Se determinó el contenido de humedad por secado por estufa de acuerdo de la NOM-116-SSA1-1994, la cual se describe en la Figura 8. (ANEXO 2). Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales, existen para esto varias razones; entre otras:

- Es importante en el control y desarrollo de microorganismos.
- Representa una vía sencilla para el control de la concentración en el proceso de alimentos.

c) El agua presente puede afectar la textura de carnes curadas.

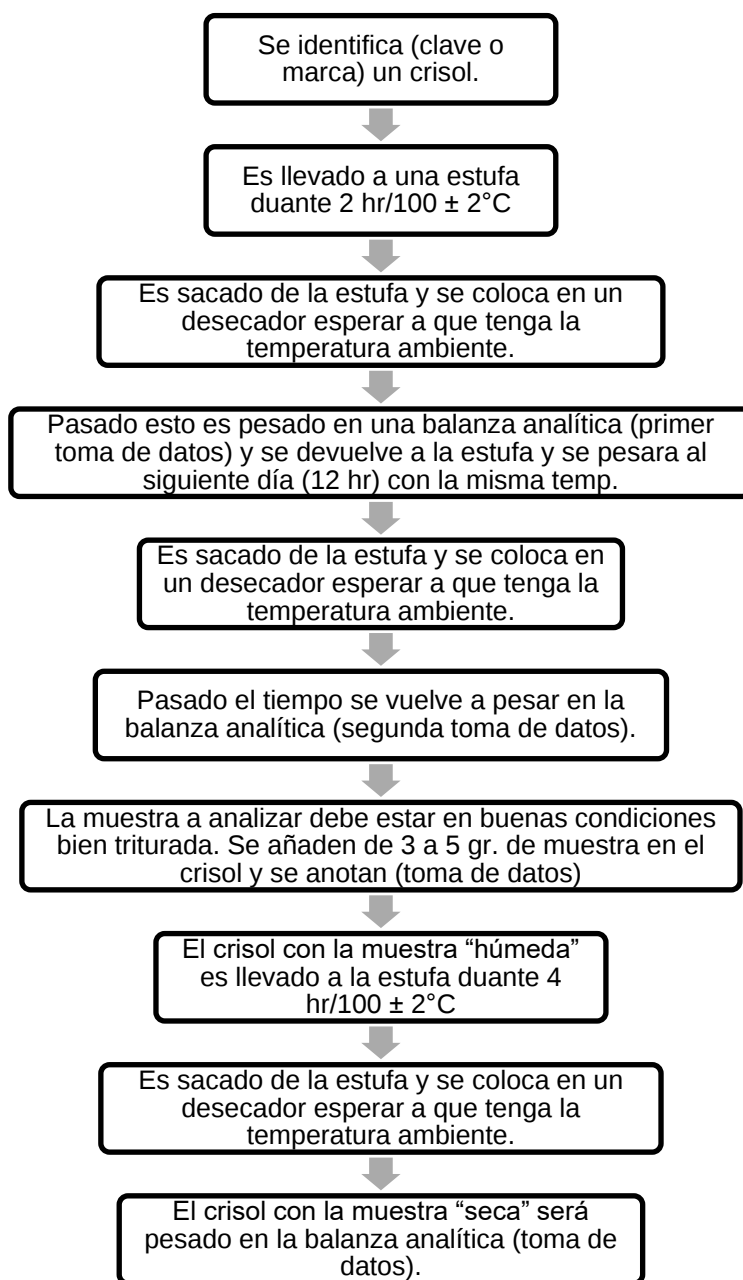


Figura 8. Diagrama de flujo para la determinación de humedad.

7.2.1 Equipos

Tabla 5. Equipos utilizados en la determinación de humedad.

Nombre	Imagen
Balanza analítica de la marca ADAM modelo PGW.	
Estufa universal tipo UFE 400 – 800 de la marca Memmert.	
Desecador de laboratorio.	

7.2.2 Cálculos para determinación de humedad

Los análisis se realizaron por triplicado para mayor confianza en los resultados.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Pérdida de masa en gramos} \times 100}{\text{peso de muestra humeda}}$$

7.3 Análisis determinación de ceniza (NMX-F-607-NORMEX-2013)

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica, como se observa en la Figura 9. Las cenizas normalmente no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en un alimento original debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes.

En el ANEXO 3. Determinación de ceniza. Se adjuntan evidencias del proceso.

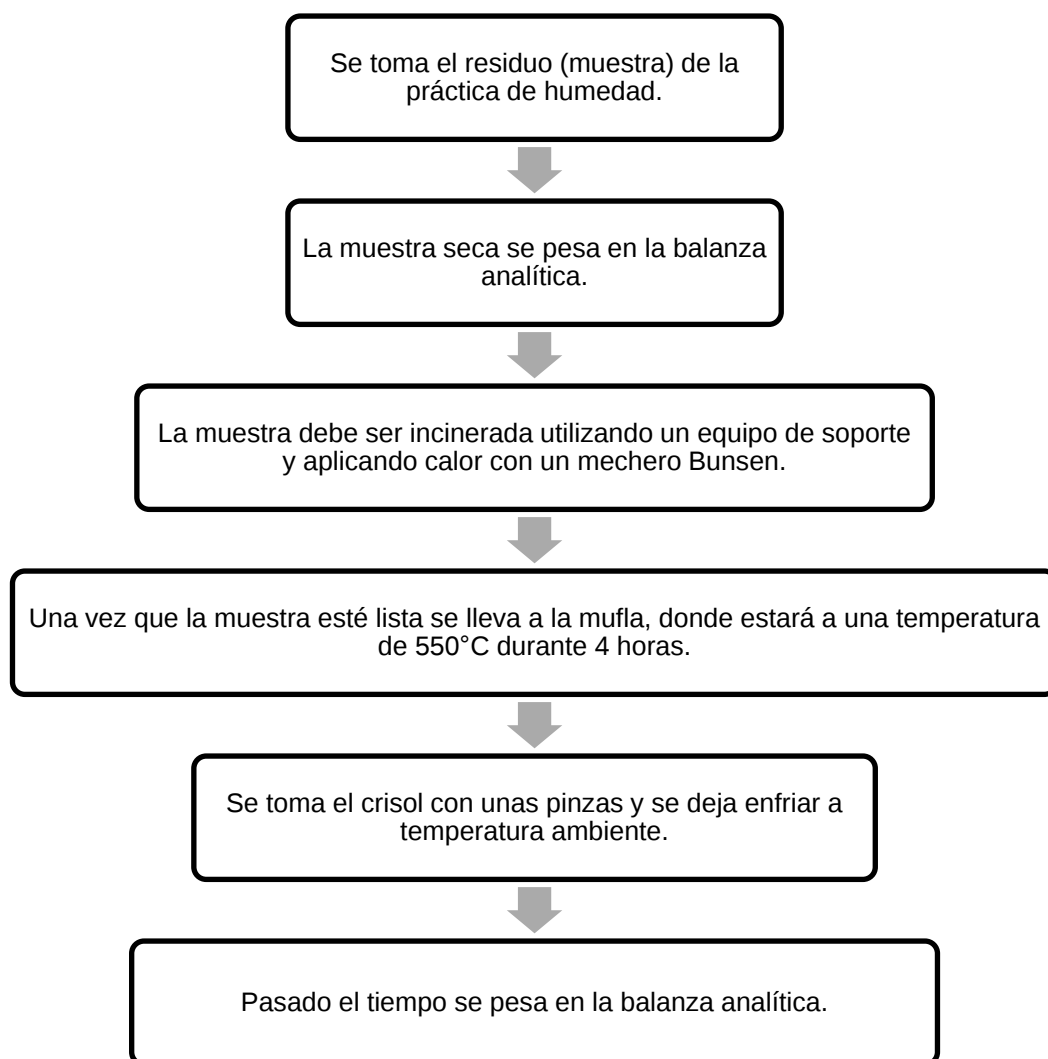


Figura 9. Diagrama de flujo para la determinación de ceniza.

7.3.1 Equipos

Tabla 6. Equipos utilizados en la determinación ceniza.

Nombre	Imagen
Balanza analítica de la marca ADAM modelo PGW.	
Desecador de laboratorio.	
Soporte universal y mechero bunsen.	
Mufla eléctrica de la marca Raypa, modelo HM – 2 MP. Con número de serie 53443.	

7.3.2 Cálculos

Los análisis se realizaron por triplicado para mayor confianza en los resultados.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{Peso de las cenizas} \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

7.4 Análisis determinación de proteína por el método de Kjeldahl Gunning-Arnold (NOM-F-68-S-1980)

Las proteínas en los alimentos se calculan a base de nitrógeno, esto es debido a que es sencillo valorarlas como tal que como proteínas ya que su peso molecular es muy elevado y sobre todo que en la mayor parte de los casos no sabemos la proteína que predomina en un alimento.

Otras determinaciones de proteínas de alimentos son las solubles, las cuales se encuentran en forma globular permitiendo una alta capacidad de retención de agua dando como resultado la solución o solubilización con otros compuestos.

Los métodos de Kjeldahl (descrito en la Figura 10), macro y micro se basan en que la materia orgánica se digiere con ácido sulfúrico y el nitrógeno obtenido en forma de sal estable (sulfato de amonio) se valora previa destilación en medio alcalino para descomponer la sal y convertirla en amoníaco. El amoníaco se titula para su determinación.

En el ANEXO 4 determinación de Proteína por el método de Kjeldahl.

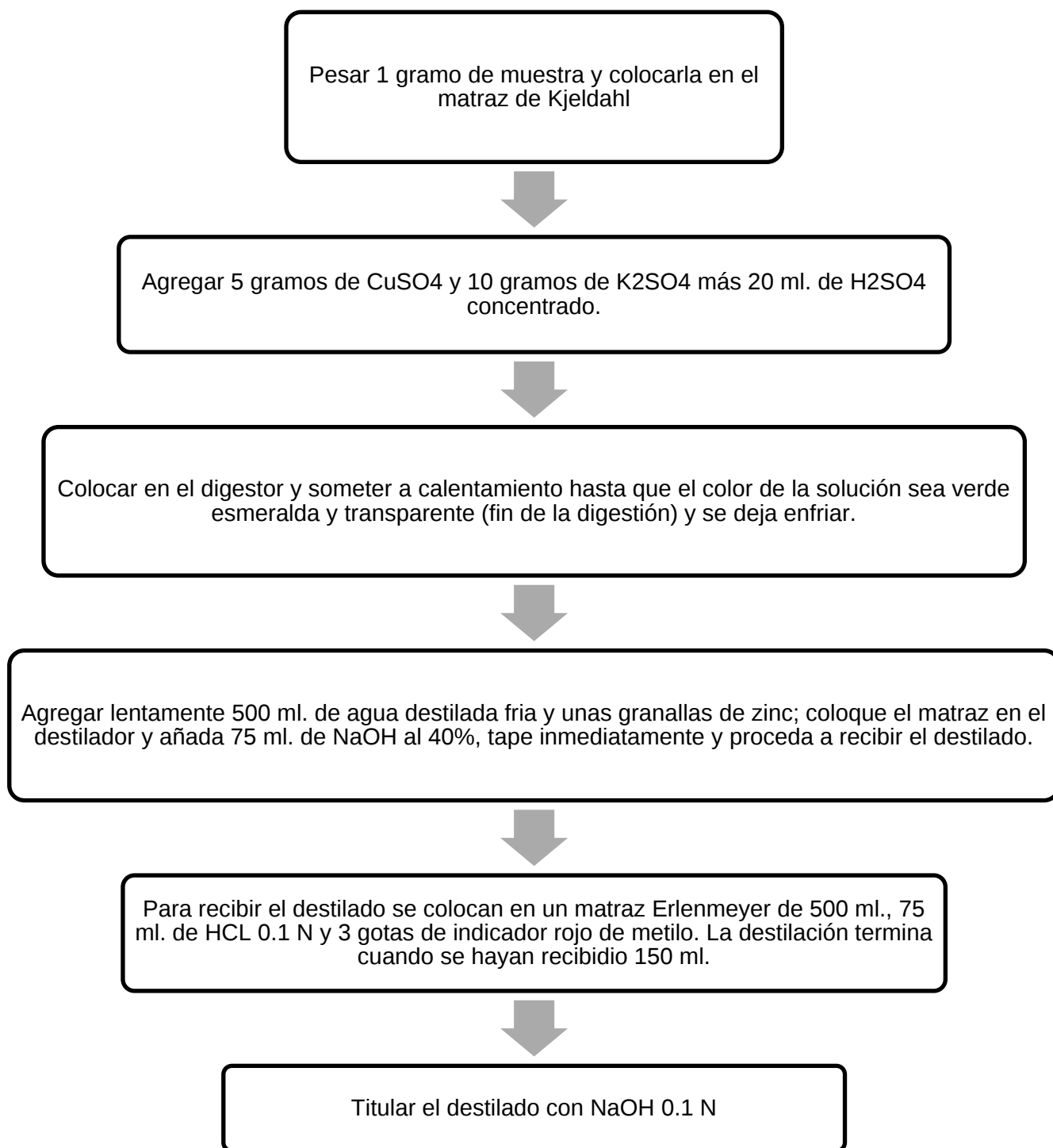


Figura 10. Diagrama de flujo para la determinación de proteína.

7.4.1 Equipos

Tabla 7. Equipos utilizados en la determinación de proteína.

Nombre	Imagen
Balanza analítica de la marca ADAM modelo PGW.	
Matraz Kjeldahl	
Equipo utilizado para determinación de proteína por método de Kjeldahl. Equipo de calentado en la parte inferior y de destilado en la parte superior.	
Soporte universal con bureta volumétrica.	

7.4.2 Cálculos

Los análisis se realizaron por triplicado para mayor confianza en los resultados.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\% N_2 = \frac{(V_1 - V_2) N. \times \text{Miliequivalente de } N_2. \times 100}{P.M.}$$

$$\% p = \% N_2 \times 6.25 =$$

V2 = ml. de NaOH gastados en el blanco.

V1 = ml. de NaOH gastados en muestra.

N = Normalidad de NaOH.

Meq. Miliequivalente de N2.

P. M. = Peso de muestra.

P = Proteína total

7.5 Análisis determinación de grasa (extracto etéreo) (NMX-F.615-NORMEX 2018)

El material graso de los alimentos está formado por diversas sustancias lipídicas, las cuales pueden obtenerse bien por extracción directa (Figura 11) de un disolvente o por extracción indirecta empleando el método de la hidrólisis ácida para producir lípidos libres y así poder obtener el total de estos materiales. En el ANEXO 5, se presenta la Determinación de grasa (extracto etéreo).

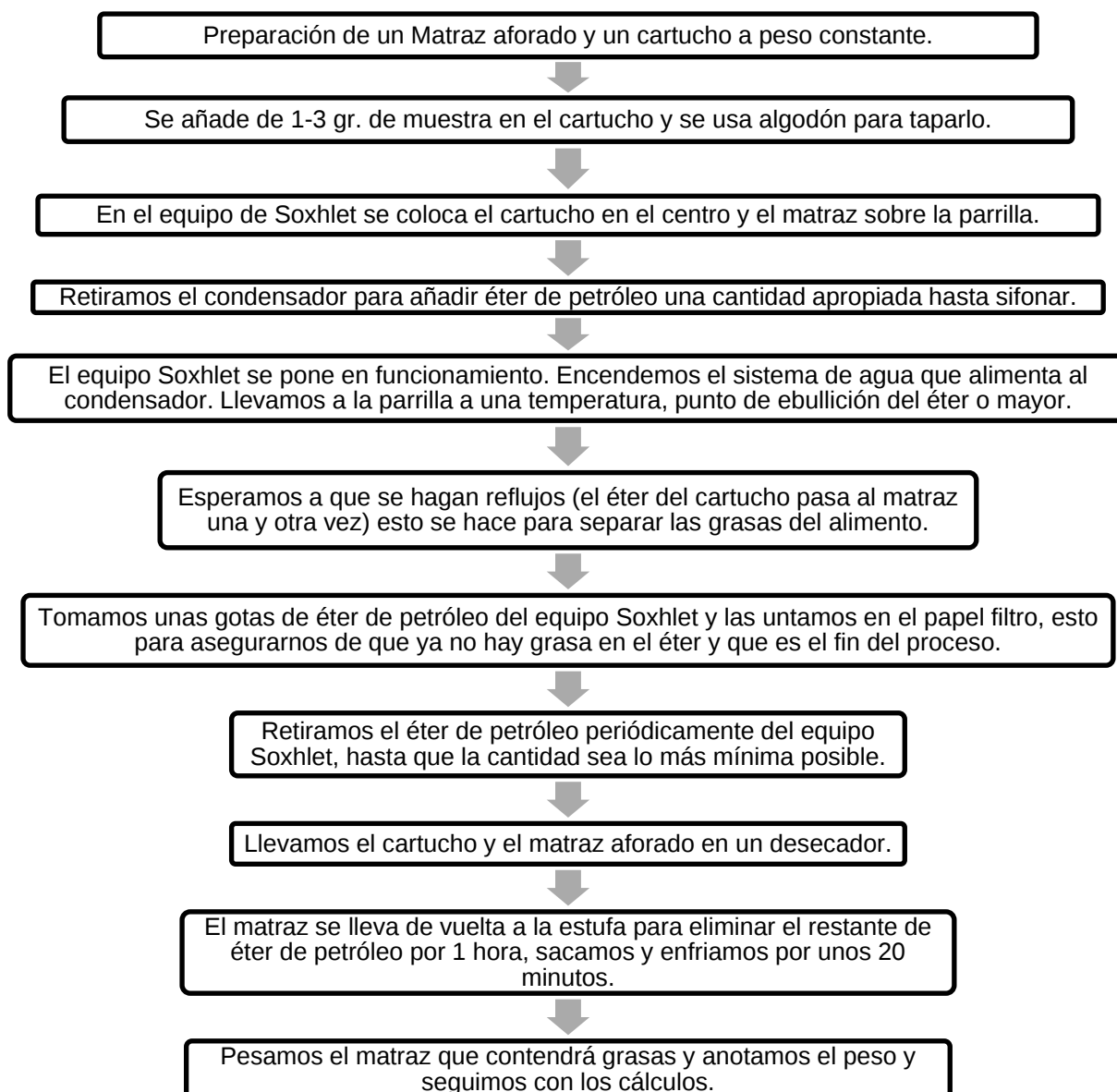


Figura 11. Diagrama de flujo para la determinación de grasa (extracto etéreo).

7.5.1 Equipos

Tabla 8. Equipos utilizados en la determinación de grasa.

Nombre	Imagen
Balanza analítica de la marca ADAM modelo PGW.	
Estufa universal tipo UFE 400 – 800 de la marca Memmert.	
Desecador de laboratorio	
Extractor Soxhlet	

7.5.2 Cálculos

Los análisis se realizaron por triplicado para mayor confianza en los resultados.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} & \% \text{ de grasa} \\ = & \frac{\text{Peso del matraz aforado con grasa} - \text{peso del matraz aforado} \times 100}{\text{Peso de la muestra}} \end{aligned}$$

7.6 Análisis determinación de fibra cruda (NMX-F-613-NORMEX-2017)

La fracción obtenida como fibra cruda por un método seleccionado arbitrariamente, no es una medida de una sustancia o un grupo de ellas, ni se relaciona con los constituyentes estructurales de los tejidos vegetales. El tratamiento dado produce degradaciones oxidativas hidrolíticas de la celulosa presente originalmente y una degradación considerable y variable de la lignina. Un mayor contenido de fibra cruda, indica un bajo valor nutritivo en los alimentos; su digestibilidad solo la efectúan los rumiantes. Su determinación es muy importante y sirve para verificar adulteraciones. Entre los métodos para su determinación el más exacto pero que requiere mucho tiempo es el de AOAC (Figura 12). El de Kennedy es el más común en el trabajo de rutina. En el ANEXO 6 se presenta la determinación de fibra cruda. Se adjuntan evidencias del proceso.

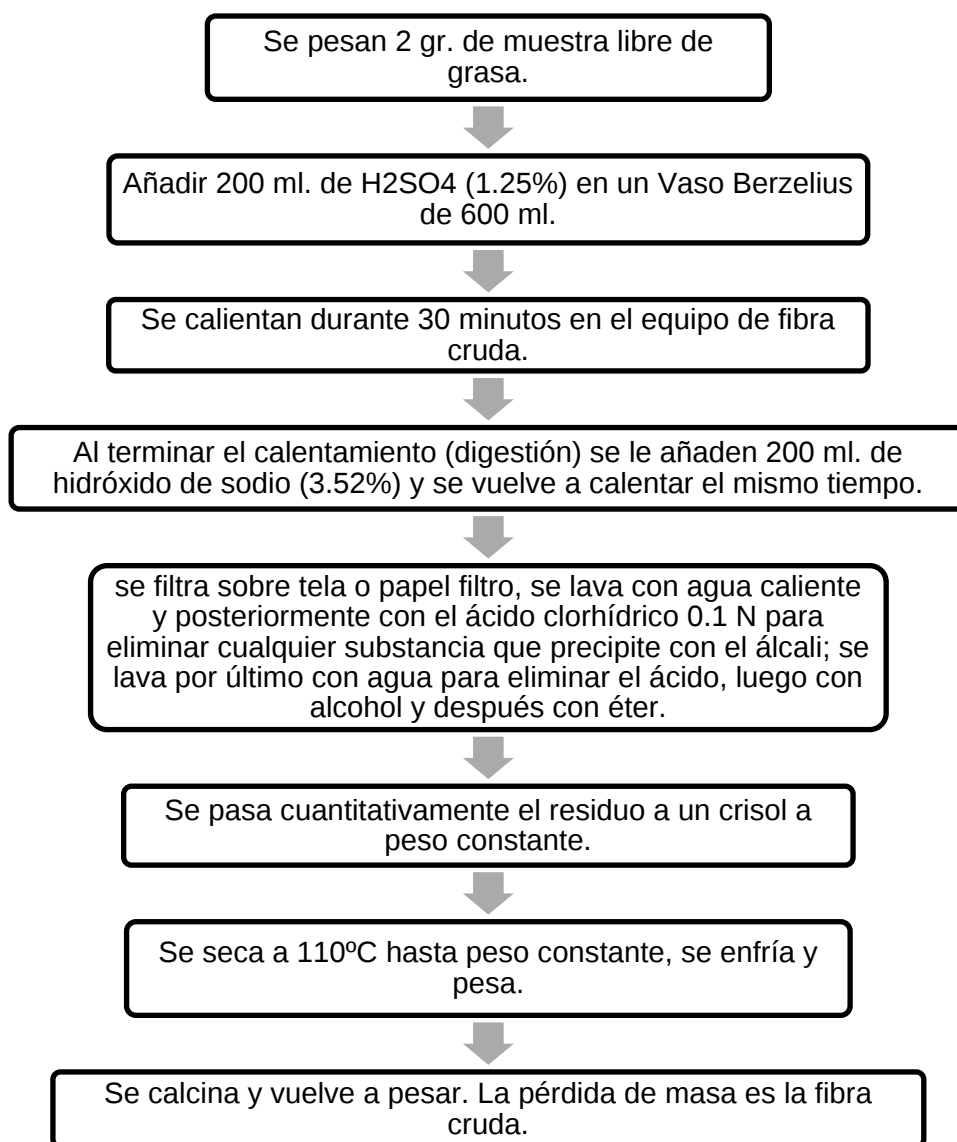


Figura 12. Diagrama de flujo para la determinación de fibra cruda.

7.6.1 Equipos

Tabla 9. Equipos utilizados en la determinación de fibra cruda.

Nombre	Imagen
Balanza analítica de la marca ADAM modelo PGW.	
Equipo para realización de análisis de fibra.	
Desecador de laboratorio	
Soporte universal y sistema de filtrado.	

Soporte universal con
mechero bunsen.



7.6.2 Cálculos

Los análisis se realizaron por triplicado para mayor confianza en los resultados.

Se aplica la siguiente fórmula:

% de fibra cruda

$$= \frac{\text{Masa en gramos del crisol mas residuo} - \text{Masa en gramos del crisol mas residuo calcinado} \times 100}{\text{Masa en gramos de la muestra original}}$$

8. RESULTADOS

Se caracterizó el almidón de los desechos de papa sin distinción en su variedad y los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 10. Resultados de análisis de Humedad

Determinación de Humedad	
Muestra	%
1	6.58
2	6.35
3	6.55
Promedio	6.49
Desviación STD	± 0.12

Tabla 11. Resultados de análisis de Ceniza

Determinación de Ceniza	
Muestra	%
1	1.05
2	1.08
3	0.97
Promedio	1.03
Desviación STD	± 0.056

Tabla 12. Resultados de análisis de Grasa

Determinación de Extracto etéreo	
Muestra	%
1	0.14
2	0.43
3	0.42
Promedio	0.33
Desviación STD	± 0.16

Tabla 13. Resultados de análisis de análisis de Fibra

Determinación de Fibra	
Muestra	%
1	0.056
2	0.123
3	0.089
Promedio	0.089
Desviación STD	± 0.033

Tabla 14. Resultados de análisis de Proteína

Determinación de Proteína	
Muestra	%
1	0.5121
2	0.2571
3	0.7682
Promedio	0.5124
Desviación STD	± 0.25

Tabla 15. Resumen de resultados: caracterización físico química del almidón de papa.

Parámetro	% Presente
Humedad	6.5
Cenizas	1.034
Grasa	0.330
Fibra	0.089
Proteína	0.5124

En los análisis realizados se emplearon los residuos de variedades de papa Leona blanca y papa cambray, el contenido de humedad obtenido fue de 6.5%, este valor está dentro de los rangos reportados por Moorthy (2002) quien menciona que el contenido de humedad del almidón seco varía desde 6% hasta 16%. Sin embargo, Rebaza (2019) reportó un 12.20% de humedad para el almidón de papa en la variedad Breña; tanto Loza (2019) como Alvis *et al*, (2008) reportan valores mayores en el almidón de papa china y almidón de papa variedad ICA-Nariño respectivamente 9.30% y 8.50% de humedad, dando así que el valor obtenido se encuentre debajo de los rangos mencionados. Dependiendo del proceso utilizado para el secado del almidón y mayores niveles de humedad, estos; podrían producir daño en el almacenamiento y su posterior deterioro de calidad ya que una humedad superior podría ocasionar daño microbiano y deterioro en la calidad del polímero.

El contenido de cenizas para el almidón obtenido de papa Leona blanca y Cambray combinado fue de 1.034%, el cual es mayor a los reportados tanto por Alvis *et al*, (2008) 0.44% en almidón de papa variedad ICA-Nariño como por Rebaza (2019) 0.39% para el almidón de

papa en la variedad Breña; este incremento en la cantidad de ceniza está relacionado con un aumento en el contenido de minerales en el almidón de residuos de papa. Vargas *et al*, (2016) manifiestan que el contenido de cenizas presente en los almidones representa la cantidad de minerales y sales remanentes que quedaron producto de la extracción y del contenido de minerales de la materia prima.

El contenido de proteína para el almidón combinado obtenido a partir de papa Leona blanca y Cambray fue de 0.5124% está dentro de los rangos de valores reportados para almidones nativos en doce variedades de papa por Melian (2010) 0.12 – 0.59% así como los reportados por Vargas *et al*, (2016) 0.40% y 0.54% en almidón de una variedad comercial de papa; así también a los valores reportados por Acosta, *et al*. (2018); de 0.341 y 0.753% para almidones en cinco variedades de papa. Melian (2010) manifiesta que un alto contenido de proteína en el almidón, cambia sus propiedades fisicoquímicas influyendo en su viscosidad, además le confiere una capacidad a espumar.

El contenido de grasa para el almidón combinado obtenido a partir de papa Leona blanca y Cambray fue de 0.330% el cual está dentro de lo reportado por Vargas, *et al*, (2016); 0.30% en almidón de una variedad comercial de papa y apenas por debajo de lo reportado por Alvis, *et al*, (2008) 0.35% en almidón de papa variedad ICA-Nariño. Melian (2010) mantiene que el contenido de grasa puede influir sobre el comportamiento reológico de los almidones y en consecuencia disminuye la viscosidad de la pasta y la fuerza del gel. Se considera que el contenido de grasa (0.330%) reportado en el almidón obtenido permite su empleo como aditivo; debido a que una mayor concentración de grasas en el almidón afecta a las propiedades funcionales, al evitar su unión con las moléculas de agua y causar rancidez durante el almacenamiento.

El contenido de fibra para el almidón combinado obtenido a partir de papa Leona blanca y Cambray fue de 0.089% se encuentra un poco por encima del valor reportado por Alvis, *et al*, (2008) 0.05% en almidón de papa variedad ICA Nariño y mayor al reportado por Herrera (2015) 0.0093% en un almidón de papa nativa; Sin embargo, se encuentra debajo del rango reportado por Izarra y Yantas (2012) 0.13% a 0.19% en almidón de tres variedades de papa. El contenido de fibra en el almidón es deficiente; existen diferentes factores que afectan el contenido de fibra como es la fuente de obtención y el estado de madurez (a mayor madurez, mayor contenido de fibra) (Gutiérrez, 1980).

Existe una gran variedad de alimentos que son adicionados con diferentes tipos de almidones, bien para enriquecerlos o para aprovechar alguna de sus capacidades funcionales. El almidón otorga una consistencia característica a las malteadas, por lo que se decidió probar el almidón obtenido en su elaboración a concentración de 1 y 3%. En el producto (malteada) se evaluó su capacidad de mantener la temperatura, así como su propiedad aglutinante, mediante pruebas de evaluación sensorial. No hubo evidencia de diferencia significativa entre las muestras probadas mediante pruebas de evaluación sensorial en el atributo textura.

Se la implemento el almidón en la formulación de una malteada aprovechando sus propiedades (ANEXO 11), se realizó una prueba sensorial con panelistas no entrenados (ANEXO 8) los resultados muestran que los panelistas no encuentran una diferencia importante en la textura de las tres muestras de malteada, sin embargo la muestra numero dos con un contenido del 1% de almidón fue la más aceptada por los panelistas.

9. CONCLUSIONES

El aprovechamiento de los residuos agroalimentarios deben ser uno de los principales objetivos de la industria alimentaria, reducir los residuos producidos y darles un valor agregado además de otorgar una solvencia económica, se aprovechan los recursos lo mejor posible. Lo realizado en este proyecto con la cascara de papa es un ejemplo del valor agregado obtenido y puede ser aplicable en otros desechos de alimentos ricos en almidón.

El almidón nativo que se obtuvo con el método húmedo tuvo un rendimiento del 3.47% lo que refleja una baja obtención de almidón nativo, se propone la mejora de este método o el empleo de otro donde de igual manera se logre obtener almidón nativo sin la aplicación de altas temperaturas o productos químicos durante la decantación ya que puede afectar sus propiedades.

La aplicación del almidón nativo en la formulación de una malteada de fresa fue un ejemplo de sus distintos usos en los alimentos, debido a sus cualidades podría ser empleado en otras formulaciones de alimentos para dar una mayor viscosidad sin alterar el sabor, color u olor. También puede ser aprovechado para la elaboración de otros componentes en alimentos como la Goma Xantana que requiere de la fermentación de almidones.

10. RECOMENDACIONES

- Durante el proceso de extracción de almidón se debe tener cuidado en el momento de separación de fases para evitar revolver el precipitado.
- Se deben considerar una mejora en el exprimido del licuado de papa.
- En este proyecto se empleó cualquier tipo de papa, según su variedad puede cambiar su composición química lo que le da características que puedan ser aprovechadas en mejor medida en la elaboración de otros alimentos.

11. EXPERIENCIA PERSONAL PROFESIONAL ADQUIRIDA

En esta práctica profesional reafirme mis conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Este proyecto me ayudo a tener experiencia en el ramo de la investigación, así como el desarrollo de proyectos de investigación. Aprendí que el campo de la ciencia de los alimentos es de gran importancia para el desarrollo de alimentos, aprovechando al máximo las materias primas. En la actualidad la industria alimentaria tiene el problema en la generación de desechos orgánicos a partir de procesos industriales. Plantear el aprovechamiento de residuos en papa, además de impulsar la popularidad de alimentos naturales; beneficia a la salud. Se espera que en el futuro este aporte sirva de ejemplo para el aprovechamiento de residuos en la industria alimentaria.

12. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

Instrumentales

- Conocimientos básicos de la carrera.

- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes.
- Capacidad de análisis.
- Capacidad de organizar y planificar.

Interpersonales

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Habilidades de investigación.
- Capacidad de aprender.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Liderazgo.
- Trabajo en equipo.
- Compromiso ético.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez., M. (2002). *El cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) en México y el estudio de la costra negra (Rhizoctonia solani Kuhn)*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- Acosta., J. & Gomajoa., H. & Benavides., Y. & Charfuelan., A. & Valenzuela., F. (2018). *Evaluación del almidón de papa (Solanum tuberosum) en la obtención de bioplástico*. IV Congreso Internacional de Biotecnología y Biodiversidad IV y XV Foro Internacional del Banano. Ecuador.
- Ávila., R. & González., C. (2011). *La evaluación sensorial de bebidas a base de fruta: Una aproximación difusa*. Universidad Centroccidental Lisando Alvarado. Venezuela.
- Alvis., A. & Vélez., C. & Villada., H. & Rada-Mendoza., M. (2008). *Análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas*. Universidad de Córdoba & Universidad del Valle & Universidad del Cauca. Colombia.
- Badui., D. (2006). *Química de los alimentos (4ta edición)*. Pearson educación. México.
- F.A.O. (2009). *Año Internacional De La Papa 2008 “Nueva luz sobre un tesoro enterrado”*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia.
- Gutiérrez., F. (1980). *Inventario y valor nutritivo de las principales especies forrajeras de la provincia de Carchi (tesis de grado)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.

- Herrera., M. (2015). *Evaluación del almidón de papa como floculante para el tratamiento de aguas residuales domésticas*. Universidad de Pamplona. Colombia.
- Izarra., S. & Davis., R. & Yantas., H. (2012). *Evaluación de la calidad del almidón obtenido de tres variedades de papa (Solanum tuberosum) cultivadas en la provincia de Jajua*. Tesis para optar el Título Profesional de ingeniero Agroindustrial. Perú.
- Luque., Elías. (1976). *Nuevas variedades de papa en el norte de Sinaloa*. México. Fundación Sinaloa A. C.
- Loza., M. (2019). *Extracción y uso de almidón de papa china (Colocasia Esculenta) en la elaboración de productos cárnicos emulsionados (Doctoral dissertation)*. Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Magdalena., A. & Romero., A. & Cerón., M. & Prieto., L. (2010). *CARACTERISTICAS FUNCIONALES DE ALMIDONES NATIVOS EXTRAIDO DE CLONES PROMISORIOS DE PAPA (Solanum tuberosum L. subespecie andigena) PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS*. Universidad de La Salle. Colombia.
- Montaldo., A. (1984). *Cultivo y mejoramiento de la papa*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Costa Rica.
- Melian., D. (2010). *Ensayo Comparativo de Dos Metodologías de Extracción de Almidón de Papa usando Muestras de Diez Variedades Nativas de Chiloé y dos Variedades Comerciales*. Universidad Austral de Chile. Chile.

Moorthy., S. (2002). *Propiedades fisicoquímicas y funcionales de los almidones de tubérculos tropicales: una revisión*. India.

Morton., J. (2019). *ALMACENAMIENTO RURAL Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN MÉXICO*. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. México. D. R. Honorable Cámara de Diputados.

NORMA Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. *Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa*.

NMX-F-607-NORMEX-2013, *ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN ALIMENTOS-MÉTODO DE PRUEBA*.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-F-S-1980, *ALIMENTOS DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS*.

NORMA MEXICANA NMX-F-615-NORMEX-2018, *ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO (MÉTODO SOXHLET) EN ALIMENTOS-MÉTODO DE PRUEBA*.

NORMA MEXICANA NMX-F-613-NORMEX-2017, *ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA EN ALIMENTOS-MÉTODO DE PRUEBA*.

- Ojeda., M. (2008). *Comparación de Algunas Propiedades Físicas y Composición Química del Almidón de Piñon (Araucaria araucana (Mol) K. Koch), Papa (Solanum tuberosum L. ssp. Tuberosum Hawkes) y Maíz (Zea mays L.)*. Memoria de título Ingeniero en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Chile.
- Peña., E. (2017). *Extracción y caracterización fisicoquímica y funcional de almidones de cinco variedades de papas nativas procedentes de llave (Puno)*. Tesis para optar el título de ingeniero en industrias alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Rebaza., C. (2019). *Propiedades reológicas y texturales de geles de almidón de papa (Solanum tuberosum L.) entrecruzado, variedad Breña. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial*. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Tomás., J. (2010). *Fundamentos de bioestadística y análisis de datos para enfermería*. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- Vargas., G. & Martínez., P. & Velezmoro., C. (2016). *Propiedades funcionales de almidón de papa (Solanum tuberosum) y su modificación química por acetilación*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. Scientia Agropecuaria.
- Vera., A. & Chavarría., A. (2020). *EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACION DEL ALMIDON DE PAPA (Solanum tuberosum) VARIEDAD LEONA BLANCA*. Universidad Nacional de Ingeniería Sede Regional Norte. PERU. EL HIGO Revista de Ciencia y Tecnología.

Villalobos., M. & López., M. & Rodríguez., P. & Prado., M. (2014). *Obtención de almidón a partir de los residuos de papa del mercado Abastos*. Universidad Tecnológica de Jalisco. México.

ANEXOS

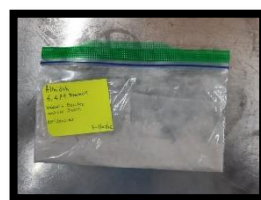
ANEXO 1 PROCESO DE EXTRACCIÓN POR MÉTODO HÚMEDO.

PROCESO A DETALLE	IMAGEN
La cascara de papa y/o papitas fueron cortadas en trozos pequeños. Después se pesa en una balanza analítica o en una granataria.	
Las cascaras se colocan en un procesador, fueron molidos con la única velocidad disponible durante 3 minutos, se añadieron 200 ml de agua destilada. Se usaba un agitador para acomodar las cascaras.	
Usando una pañalina se filtró eliminando por fases las partes más grandes de la pulpa hasta que quedo solo el agua destilada turbia con almidón, se enjuagó repetidas veces usando agua destilada y también exprimiendo el filtrado para obtener la mayor cantidad posible de agua. En este caso se utilizaron en total 2,900 litros de agua destilada.	

	
Los sólidos del licuado fueron pesados, estos solidos representan la fibra presente en la cascara mayormente. En este caso el peso del sobrante fue de 331.175 gramos. Los enjuagues se realizaron manualmente.	 
Después de decantar, el almidón se puede observar solidificado al fondo del recipiente; tiene un color blanco, se debe retirar el agua cuidadosamente evitando el movimiento brusco.	 
La configuración de la estufa universal fue programada para llegar a 48°C/24 hr.	
Las muestras de almidón decantado eran muy pequeñas así que se tomó la mayor cantidad posible incluyendo el agua sobrante del recipiente.	

	 A photograph showing a petri dish and a small vial on a metallic surface. The vial contains a thick, orange-colored liquid. The petri dish contains a white, solidified substance with some dark, irregular patches.
Al terminar el tiempo de secado programado las muestras se encontraban completamente secas.	  A photograph of a drying oven with several petri dishes containing white, solidified samples. Below it, a photograph of a petri dish and a small vial on a metallic surface. The vial contains a thick, brown-colored liquid. The petri dish contains a white, solidified substance with some dark, irregular patches.
Las muestras de almidón se llevaron a un mortero y se procedió a molerlo hasta obtener un polvo fino color blanco.	  A photograph of a mortar and pestle containing a white, powdery substance. Below it, a photograph of a mortar and pestle containing a white, powdery substance.

El almidón fue pesado, empaquetado y etiquetado. Todo el almidón extraído fue homogenizado para crear una muestra universal para la realización de análisis.



**ANEXO 2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD: SE ADJUNTAN EVIDENCIAS
DEL PROCESO.**

PROCESO A DETALLE	IMAGEN
Los materiales fueron puestos a peso constante para la realización de este y otros análisis. 130°C durante 2 horas. La determinación de humedad se realizó por triplicado, Los crisoles fueron identificados por enumeración.	
Para obtener una muestra representativa de almidón fueron mezcladas todas las obtenciones previas del mismo, así se obtuvo una muestra universal.	

Se pesan de 3 a 5 gramos de muestra. Las muestras fueron llevadas a una estufa donde deshidratarían. 105°C/2hr	 
Crisol con la muestra de almidón deshidratado. El pesado se lleva a cabo cuando esté alcanza la temperatura ambiente.	

ANEXO 3 DETERMINACIÓN DE CENIZA. SE ADJUNTAN EVIDENCIAS DEL PROCESO.

PROCESO A DETALLE	IMAGEN
Los materiales fueron puestos a peso constante para la realización de este y otros análisis. 130°C durante 2 horas.	
Se incineró usando un mechero Bunsen hasta que esta tiene un color café y está “compactada”, la muestra todo este tiempo debe ser manipulada usando las pinzas. Se usó una tapa de crisol en caso de que este prendiera en llamas poder ahogarlo.	
Una vez incineradas las muestras son llevadas a la Mufla donde estarán durante 4 horas a una temperatura de 550 °C. La Mufla contaba con un programa de inicio y final.	

	
Al terminar este tiempo se debe esperar a que llegue a temperatura ambiente para poder abrir, las muestras deben ser color gris, deben ser “cenizas”.	

ANEXO 4 DETERMINACION DE PROTEINAS (MÉTODO DE KJELDAHL GUNNING-ARNOLD). SE ADJUNTAN EVIDENCIAS DEL PROCESO.

PROCESO A DETALLE	IMAGEN
La preparación previa a la digestión debe ser realizada en una campana. Los reactivos y la muestra deben ser agitados para que se revuelvan y evitar la formación de grumos.	   

Debe ser una digestión (calentamiento) uniforme, se giran los matraces Kjeldahl constantemente para evitar que la muestra se adhiera al matraz.	
La digestión termina cuando la muestra torna a una coloración verde esmeralda y un poco transparente.	
En la preparación de la muestra para su destilado, se debe esperar a que este se enfríe, pero para agilizar el procedimiento se empleó agua destilada fría y trapos húmedos.	
Para recibir el destilado, se aseguró que estuvieran bien sellados las tapas del matraz.	
Antes de iniciar el destilado deben asegurarse que las mangueras estén sumergidas en donde se recibirá el destilado. Se titula una vez que se recolectan 150 mililitros del destilado, en las imágenes se muestran los	

matraces marcados con una línea.



La titulación del destilado debe tornar a un color amarillo claro.

Se muestra el viré de todas las muestras a un color amarillo claro.



ANEXO 5 DETERMINACION DE GRASA (EXTRACTO ETereo). SE

ADJUNTAN EVIDENCIAS DEL PROCESO.

PROCESO A DETALLE	IMAGEN
Los materiales fueron puestos a peso constante para la realización de este y otros análisis. 130°C durante 2 horas.	
Las capsulas con la muestra fueron llevados al extractor Soxhlet. Se utilizó éter de petróleo, se añade hasta que ocurre el “sifón” que es cuando el éter recorre parte del sistema del extractor del área de la muestra hasta el matraz de balón. La temperatura se ajustó para evitar la rápida evaporación del éter para así no malgastarlo.	
Ya que la cantidad de grasa es baja en el almidón fue difícil saber cuándo finalizar la extracción. Así que se decidió esperar aproximadamente 5 horas. Pasado este tiempo los matraces de balón fueron retirados y tenían una leve coloración, se recuperó la mayor cantidad de éter posible para su reciclado. Los crisoles se llevan a la estufa para eliminar el éter que allí se encontrar. Una vez eliminado se llevó a un desecador y se pesó hasta que tenía la temperatura ambiente.	

ANEXO 6 DETERMINACION DE FIBRA. SE ADJUNTAN EVIDENCIAS DEL PROCESO.

PROCESO A DETALLE	IMAGEN
Los materiales fueron puestos a peso constante para la realización de este y otros análisis. 130°C durante 2 horas.	
Se pesaron aproximadamente 2 gramos de muestra sin grasa del análisis anterior y se llevaron a un vaso Berzelius.	
Inicio de la primera digestión. La muestra 2 sufrió un pequeño percance y disminuyó su cantidad.	
Término de la primera digestión, hubo un cambio en la coloración.	

Inicio de la segunda digestión, la muestra 2, tuvo el percance tiene una coloración distinta a la de las otras muestras.



Finalización de la segunda digestión, el cambio de coloración se mantuvo en las muestras.



Las muestras fueron filtradas en papel filtro y aplicando los enjuagues. Se debe tener atención en que se recolecte la cantidad total de solidos ya que eran muy finos.



El papel filtro retuvo los residuos pero estos eran finos y algunos no pudieron ser retirados, se recuperó la mayor cantidad posible de estos.



La cantidad recolectada de solidos fue incinerada. Y después se pesó.



ANEXO 7. ENCUESTA APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE PAPA.

Preguntas Respuestas 38 Configuración

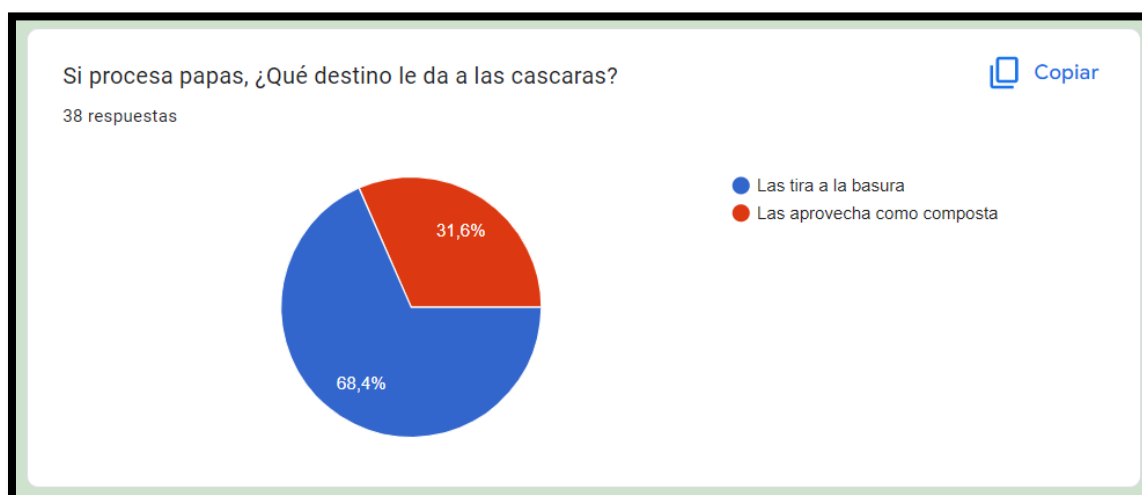


Aprovechamiento de Residuos Orgánicos

Para fines académicos se esta realizando una encuesta.
Esta encuesta esa dirigida a la población que comercialice o trabaje con papas.
Se planea conocer la cantidad de residuos orgánicos producidos a partir de la papa como son: cascara, papas en mal estado(apariencia, color y textura no características).

Esta encuesta se lleva acabo para determinar si existe una cantidad de desecho de papa en el mercado y que puedan ser aprovechados estos residuos orgánicos en subproductos.

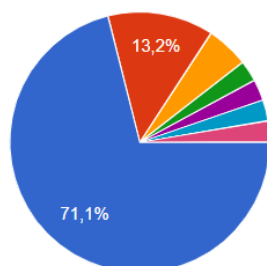
A continuación responda cada una de las siguientes preguntas, Gracias.



¿Qué destino le da a las papas que no puede vender?

 Copiar

38 respuestas

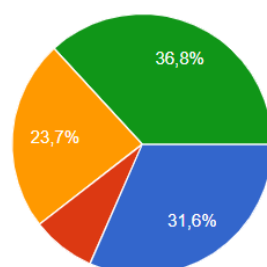


- Las tira a la basura
- Las uso como alimento para animales
- Las uso como alimento para gallinas o porcino
- si aun estan en buen estado las uso como alimento para animales
- Las puedo usar como alimento para los animales
- cuando ya se que no me las comprara...

¿Qué características lo llevan a tirar a la basura sus papas?

 Copiar

38 respuestas

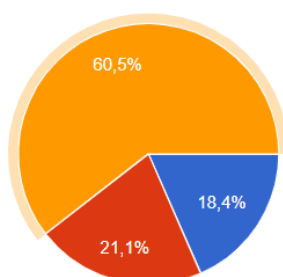


- Que tengan un mal olor, color, textura
- Su tamaño
- Su tiempo de maduración (siguen verdes)
- El consumidor simplemente decide no comprarlo

¿Qué tipo de almacenamiento le da a las papas?

 Copiar

38 respuestas

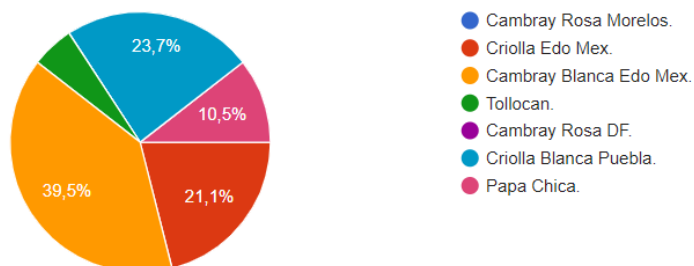


- Refrigeración
- Costales
- No las almacena

¿Qué variedad de papa vende?

38 respuestas

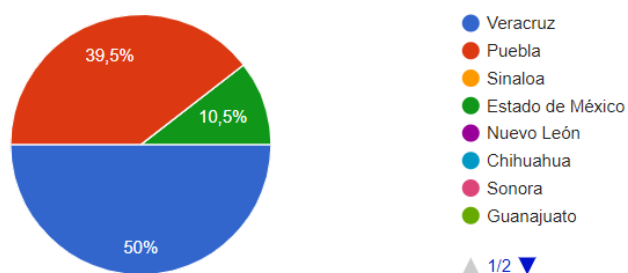
 Copiar



¿De que lugar provienen sus papas?

38 respuestas

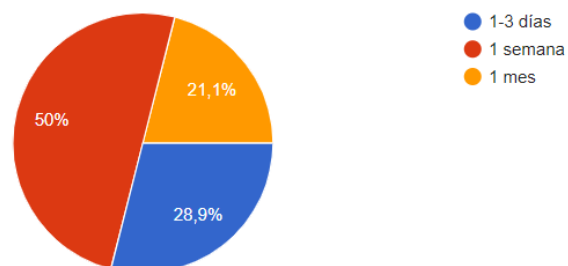
 Copiar



¿Cuál es el tiempo aproximado de almacenamiento de las papas?

38 respuestas

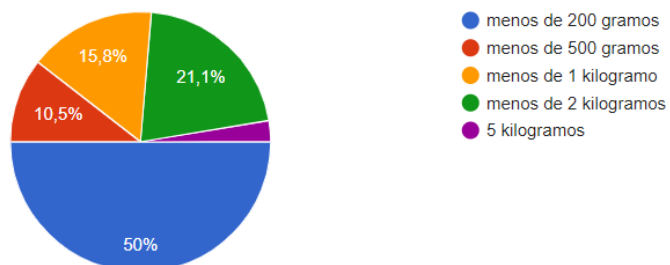
 Copiar



¿Qué cantidad (gramos) de las papas cree usted que se desperdician al no lograr su venta?

 Copiar

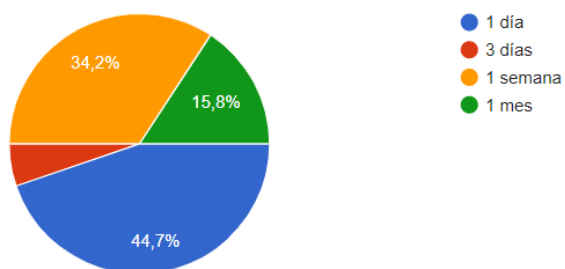
38 respuestas



¿Cada cuanto se producen estos desechos?

 Copiar

38 respuestas



ANEXO 8. ANALISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO. SE ADJUNTAN LOS DATOS DE LA ENCUESTA, RESULTADOS Y EVIDENCIAS.

Evaluación sensorial.

La evaluación sensorial es una herramienta que permite valorar la percepción -por parte del consumidor- de un producto como un todo, o de un aspecto específico del mismo. En este tipo de pruebas, la información proporcionada por un panel se percibe por los órganos sensoriales - de la vista, el olfato, el oído, el gusto y el tacto y los resultados permiten determinar cómo el procesamiento y la formulación de un producto afecta la aceptabilidad de un alimento. Las evaluaciones sensoriales requieren una organización minuciosa. Se inicia con la selección de los atributos a categorizar en la muestra, el diseño de los panelistas que participarán en la evaluación. La selección de los atributos obedece a la naturaleza del alimento y al destinatario del producto. Por otra parte, el diseño del instrumento estará en correspondencia con el tipo de prueba a realizar, y por último, el número de panelistas necesarios para que una prueba sensorial sea válida dependerá del tipo de juez que vaya a ser empleado. (Ávila, *et al*, 2011)

Prueba de Friedman.

Esta prueba puede considerarse como una extensión de la prueba de Wilcoxon para caso de más de dos muestras relacionadas. Es la prueba no paramétrica paralela al ANOVA de medidas repetidas y, al igual que éste, contrasta la hipótesis nula de igualdad de tres o más muestras relacionadas (Tomás, 2010).

Hoja de análisis sensorial empleada.

Nombre: _____ Género: M F Edad _____ Fecha: _____

Instrucciones:

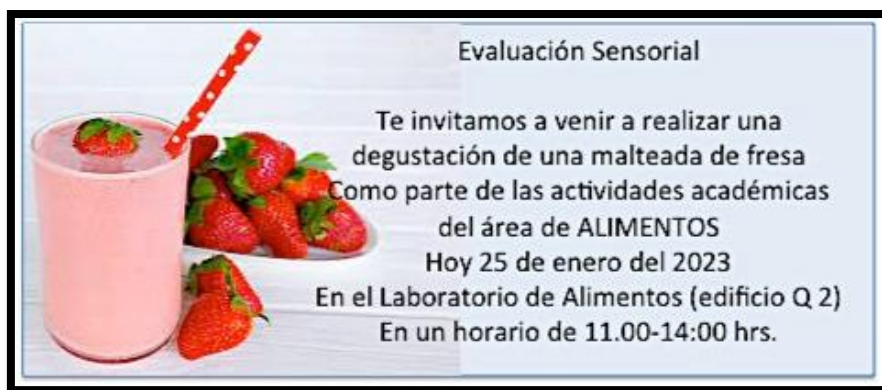
Frente a usted se presentan tres muestras de Malteadas de fresa, por favor pruebe cada una de ellas en el orden indicado (de izquierda a derecha). Asigne el **valor 1** a la muestra que tenga la **textura** más aceptable; el **valor 2** al que le siga; y el **valor 3** a la que tenga la textura menos aceptable. No asigne el mismo valor a dos muestras.

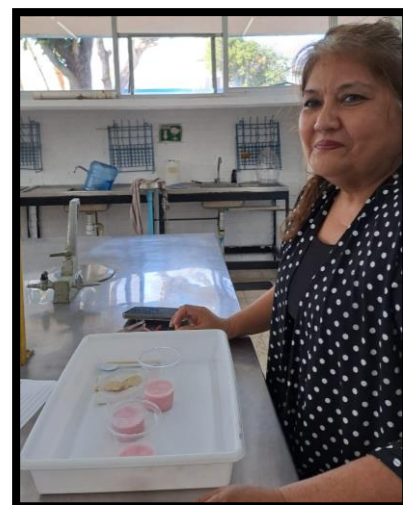
Código

Valor asignado

_____	_____
_____	_____
_____	_____

Comentarios: _____

Evidencias de la cata de la malteada de fresa.



Datos obtenidos del análisis sensorial.

Participante	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Edad	Genero	Comentario
1	3	1	2	60	F	La 024 me pareció muy dulce, le puse 2+ porque me gustó mucho su textura pero si fuese más frio estaría excelente.
2	2	1	3	53	F	Éxito
3	1	2	3	27	F	En 390 la textura es más ligera y tiene menos sabor a fresa.
4	2	3	1	33	M	Las 3 están muy ricas de consistencia muy similar.
5	3	1	2	25	F	En la personal me gustan las malteada espesa por esa razón la
6	2	3	1	31	F	La 115 la percibí más cremosa, y el sabor más intenso de la fresa.
7	2	3	1	40	F	018 se me hizo muy dulce.
8	2	1	3	29	M	La textura de la primera y segunda muestra fueron muy parecidas, solo la tercera se diferencia en gran medida.
9	3	2	1	40	M	Las texturas se me hicieron similares con excepción de la 71 que estaba un poco más espesa
10	1	2.5	2.5			
11	2	1	3			El 99 la textura y sabor muy aceptable.
12	1	3	2		F	Los 3 muy ricos con sus diferencias en que el 03 su sabor muy rico el 703 sabor a plátano y fresa el 11 su textura espumosa
13	3.	1	2	52	F	La muestre 507 tiene aspecto más denso, 080 un sabor más dulce, 116 más ligera y menos dulce que las otras y tiene menos sabor a fresa.
14	3	1	2	51	F	Solo 2 muestras con sabor y olor agradables, las texturas variaron, color excelente.
15	3	1	2	42	M	La primera muestra está muy espesa para mi gusto.
16	1	2	3	39	M	La 60 la encontré más espesa y con un dulzor que no me agrado mucho, también parecía tener rastro de fruta. La 003 tenía un sabor como de un ingrediente que se siente "terroso" como si tuviera algún "asiento" no muy agradable.
17	2	1	3		M	091 tenía hielo y afecto a la textura, si no hubiera tenido le habría puesto 2 de calificación.
18	2	1	3	28	F	La textura del 375 es más aceptable por tener mayor consistencia y espesor, los otros son muy simples.
19	1	2	3	25	F	El 303 es el de mejor textura, alcancé a percibir semillas de fresa y eso a mi parecer es muy rico.
20	1	2	3	29	F	Buena textura en las tres muestras, solo que en el primero la sensación fue de un yogurt bebible, el cual es más práctico.
21	1	3	2	32	F	Las muestras 004 y 003 son muy parecidas y se sienten muy grumosas
22	2	1	3		M	Me agrado más la muestra 847 la siento con más fibra.
23	3	1	2	68	F	Mucho mejor el 307 textura y sabor las demás se sienten bien pero más ligeras.
24	1	3	2	38	F	
25	3	1	2	42	F	Las 3 ricas; solo que una es más dulce que las otras 014 no me gusto la consistencia y sabor.

26	1	2	3	50	M	Las 3 están muy sabrosas pero yo me fui por lo dulce, me gusto más la 080.
27	2	1	3	36	F	La textura de la muestra 124 es la más aceptable ya que se siente más cremosa. El sabor de la 07 es más agradable ya que es más ácida y recuerda a la fresa natural.
28	3	1	2	56	F	La muestra 13 tiene más sabor a fresa y la muestra 34 está muy dulce y aunque tiene una textura más densa, mi preferencia fue la 22.
29	1	2	3	52	M	La muestra 308 fue la más pastosa y con mejor sabor.
30	2	1	3	28	F	La 010 tiene buen sabor consistencia más líquida, no muy fría. La 035 más espesa, más fría, más dulce, sabor a fresa perfecto. 26 no muy fría es la menos dulce, sabor a fresa más concentrado.
31	3	1	2	51	F	Para mí la textura de una malteada debe ser espesa y tener una consistencia y sabor como la muestra 250.
32	3	2	1	51	M	96 excelente color, olor y consistencia.
33	3	2	1	46	M	La 407 tiene la mayor consistencia y el mejor sabor, la 002 está muy espeso y un poco dulce, la 286 está muy aguada y
34	2	1	3	41	M	La 08 tiene sabor agradable y textura y fácil de ingerir, temperatura adecuada para ser bebible.
35	2	1	3	46	F	La 086 muy rica de buena consistencia la 194 está igual de rica pero se siente más la fresa, la 018 no me agrado lo suficiente por el sabor desconocido que percibí.
36	3	2	1	52	F	La 72 la sentí un poco aguada y poco simple, la 46 tiene buena textura y sabor, pero la sentí un poco simple, la 511 fue la que más me gusto, tanto en lo espeso como en lo dulce.
37	1	2	3	47	M	
38	2	3	1	46	F	El 070 estaba un poco espeso pero sabor entre leche y fresa, el 52 fue el que más me gusto ni muy espeso, ni agua, no tan dulce y de buen sabor, El 573 no me agrado me pareció muy simple.
39	2	1	3	27	F	La muestra 043 tiene buena consistencia acuosa pero agradable, con respecto a la textura y sabor de la muestra 27 todo estuvo bien. La muestra 078 muy dulce.
Sumatoria:	80	65.5	88.5			

TEST DE FRIEDMAN

Calcular:
$$X^2_r = \frac{12}{nk(k+1)} \sum R^2j - 3n(k+1)$$

Catadores	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
$\sum K_j$	80	65.5	88.5
R^2j	6,400	4,290.25	7,832.25
$\sum R^2j =$	18,522.5		

Sustituimos:

HA: Existen diferencias significativas en las muestras catadas.

Ho: No existen diferencias significativas en las muestras catadas.

$$X^2_r = \frac{12}{(39)(3)(3+1)} (18,522.5) - 3(39)(3+1) = 6.935$$

Aplicar la regla de decisión:

X^2_r calculado < X^2_r Experimental  Se Rechaza Ho

Calculada manualmente: $\chi^2_r = 6.935 < \chi^2_r = 5.991$  Se Rechaza H_0

Aplicando el programa INFOSTAT: $\chi^2_r = 0.0284 < p = 0.030$  Se Rechaza H_0

Aplicando el programa SPSS: $p = 0.030 < \chi^2_r = 0.05$  Se Rechaza H_0

Conclusión:

Con un 95% de confianza se rechaza la hipótesis nula, es decir, las muestras se perciben diferentes por los catadores. Por lo tanto, existen diferencias importantes en la textura de las muestras 2 y la muestra 3 percibida por los catadores. Debe señalarse que la muestra número 2 con un contenido del 1% de almidón fue la más aceptada por los panelistas. La muestra 2 no mostro diferencias con la muestra 1.

Observaciones:

La prueba sensorial se realizó con panelistas no entrenados, en algunos comentarios solo algunos señalaron la diferencia entre las muestra 2 y muestra 3, fueron 39 panelistas entre los participantes se encontraron 24 mujeres, 13 hombres y 2 sin especificar.

El nivel de significancia en todos los casos fue del 0,05%.

ANEXO 9. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS PROGRAMAS

INFOSTAT

InfoStat/L

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

prueba

Resultados

Prueba de Friedman

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	T ²	p
2.05	1.68	2.27	3.74	0.0284

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 16.949

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
Muestra 2	65.50	1.68	39 A
Muestra 1	80.00	2.05	39 A B
Muestra 3	88.50	2.27	39 B

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

Friedman

SPSS

Resultado SPSS.spv [Documento1] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar

Output

- Log
- Nonparametric Tests
 - Title
 - Notes
 - Active Dataset
 - Model Viewer
- Log
- NPar Tests
 - Title
 - Notes
 - Active Dataset
 - Friedman Test
 - Title
 - Ranks
 - Test Statistics
- Log
- NPar Tests
 - Title
 - Notes
 - Friedman Test
 - Title
 - Ranks
 - Test Statistics
- Log

NPar Tests

[ConjuntoDatos4]

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
muestra1	2.05
Muestra2	1.68
Muestra3	2.27

Test Statistics^a

N	39
Chi-Square	6.981
df	2
Asymp. Sig.	.030

a. Friedman Test

Resultado SPSS.spv [Documento1] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana

Output

- Log
- Nonparametric Tests
 - Title
 - Notes
 - Active Dataset
 - Model Viewer
- Log
- NPar Tests
 - Title
 - Notes
 - Active Dataset
 - Friedman Test
 - Title
 - Ranks
 - Test Statistics
- Log
- NPar Tests
 - Title
 - Notes
 - Friedman Test
 - Title

Nonparametric Tests

[ConjuntoDatos3]

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of differences between VAR00002 and VAR00003 equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	.015	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

ANEXO 10. TABLA DE VALORES Chi Cuadrada

Las tablas de Chi Cuadrada pueden ser usadas como sustituto de Friedman. Se empleó el grado de libertad número 2 con el nivel de significancia 0.05.

Anexo 2:
Tabla de valores críticos de Chi Cuadrada. Bajo la probabilidad de que $H_0 \geq X^2$

Grados de libertad	Nivel de significancia					
	0.20	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.64	2.71	3.84	5.02	6.63	7.83
2	3.22	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6
3	4.64	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8
4	5.99	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9
5	7.29	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7
6	8.56	10.6	12.6	14.4	16.8	18.5
7	9.8	12.0	14.1	16.0	18.5	20.3
8	11.03	13.4	15.5	17.5	20.1	22.0
9	12.24	14.7	16.9	19.0	21.7	23.6
10	13.44	16.0	18.3	20.5	23.2	25.2
11	14.63	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8
12	15.81	18.5	21.0	23.3	26.2	28.3
13	16.98	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8
14	18.15	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3
15	19.31	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8
16	20.46	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3
17	21.62	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7
18	22.76	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2
19	23.9	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6
20	25.04	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0
21	26.17	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4
22	27.3	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8
23	28.43	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2
24	29.55	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6
25	30.68	34.4	37.7	40.6	44.3	46.5
26	31.8	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3
27	32.91	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6
28	34.03	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0
29	35.14	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3
30	36.25	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7

Ref: Witting de Penna E. Evaluación Sensorial. Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile, 2001.
Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

ANEXO 11. FORMULACION PARA LA MALTEADA DE FRESA.

Formulación utilizada y preparación del análisis sensorial.

Se prepararon 3 formulaciones (130 mililitros de malteada por formulación), en una se omitió el uso del almidón nativo. En las otras 2 muestras existió una variación en el contenido del almidón nativo, en una muestra fue del 1%, en la segunda muestra fue del 3%.

A continuación sus formulaciones:

Muestra 1 SIN PRESENCIA DE ALMIDÓN

Fresa	Jarabe	Leche	Helado	Hielo
13 gr.	13 ml.	78 ml.	52 gr.	32.5 gr.

Muestra 2 PRESENCIA DE ALMIDÓN (1%)

Fresa	Jarabe	Leche	Helado	Almidón	Hielo
13 gr.	13 ml.	78 ml.	52 gr.	1.3 gr.	32.5 gr.

Muestra 3 PRESENCIA DE ALMIDÓN (3%)

Fresa	Jarabe	Leche	Helado	Almidón	Hielo
13 gr.	13 ml.	78 ml.	52 gr.	3.9 gr.	32.5 gr.