UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE HARINA DE MAIZ MORADO (API) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS CIAA, PERTENECIENTE A LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA

TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA

MARISOL PINTO CABRERA

SUCRE - BOLIVIA
2024

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diploma en Bromatología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Marisol Pinto Cabrera

Sucre, agosto de 2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de doble titulación en Diplomado en Bromatología, en primer lugar, a Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, a mi segunda madre mi abuela y hermana, por haberme dado su cariño y apoyo. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca por brindarme la oportunidad de ser parte del Diplomado en Bromatología. Su dedicación y compromiso con el desarrollo profesional han sido fundamental para la realización de este trabajo.

De igual manera, quiero agradecer a los docentes del curso de diplomado, por su apoyo y orientación a lo largo de esta experiencia. Su conocimiento, paciencia y entusiasmo han sido una fuente constante de inspiración y aprendizaje.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se presenta como es que la humedad y ceniza en un alimento que es el API sirve para garantizar la calidad del producto. Esto porque el nivel de humedad puede afectar al periodo de conservación y calidad del producto. Su determinación se realizó por el método de secado en una estufa de secado. Mientras, en la determinación de contenido de cenizas se realiza dentro de una mufla, colocando la muestra en unos recipientes refractarios conocidos como crisoles, para su determinación se lleva a cabo por el método de secado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES.....1
1.2 OBJETIVOS 2
1.2.1 Objetivo General 2
1.2.2 Objetivos Específicos.....2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....2
1.4 METODOLOGÍA.....3
1.4.1 Tipo de investigación.....3
1.4.2 Modalidad de investigación 3
1.4.3 Método del Nivel Empírico del Conocimiento 4
1.4.4 Descripción del muestreo.....4
1.4.5 Muestra.....4
1.4.6 Análisis de Laboratorio.....4
1.4.7 Análisis Fisicoquímico de la harina de maíz morado (Api).....4
1.4.8 Método de Secado en Estufa.....6
1.4.9 Determinación de Humedad – Método de Secado en Estufa.....6
1.4.10 Determinación de Cenizas – Método de Secado en Mufla.....6

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL.....7
2.1.1 Humedad 7
2.1.2 Métodos para la Determinación de Humedad 7

2.1.3 Cenizas **9**
2.1.4 Determinación de Cenizas en Seco **9**
2.1.5 Método de Secado **9**
2.1.6 Sacos de polipropileno Laminados **10**
2.1.7 Bolsas de Polipropileno para Harinas **11**
2.1.8 Importancia del Envasado de Alimentos **12**
2.1.9 Maíz Morado **13**
2.1.10 Harina de Maíz Morado (Api) **13**
2.1.11 Propiedades del Maíz Morado **14**
2.1.12 Composición Nutricional del Api **14**
2.2 MARCO CONTEXTUAL **15**
2.2.1 Maíz Morado en Bolivia **15**
2.2.2 Variedades de Maíz Morado en Bolivia **15**
2.2.3 Harina de Maíz Morado para Api en Bolivia **16**
2.2.4 Maíz Morado en Chuquisaca **16**
2.2.5 Campo de Acción **17**

CAPÍTULO III
DESARROLLO

3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO **19**
3.1.1 Harina de Maíz Morado (API) **19**
3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS **21**
3.2.1 Maíz Morado **21**
3.2.2 Composición Nutricional del Maíz Morado **22**
3.3 PROCESO DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y CENIZAS DEL PRODUCTO ESPECÍFICO **23**
3.3.1 Proceso de la determinación de Humedad **23**
3.3.2 Proceso de la determinación de Cenizas **23**

3.4 DIAGRAMA DE PROCESO DE LA DETERMINACION DE HUMEDAD Y CENIZAS 23
3.4.1 Diagrama de la Determinación de Humedad en Harina de Maíz Morado (API)..... 24
3.4.2 Diagrama de la Determinación de Cenizas en Harina de Maíz Morado (API) 25
3.4.3 Descripción del Proceso de la Determinación de Humedad y Cenizas 26
3.5 CONTROL DE CALIDAD 27
3.5.1 Muestras 27
3.5.2 Materiales y Equipos 28
3.5.3 Procedimiento en la determinación de Humedad y Cenizas 30
3.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES 35
3.6.1 Registro de Datos Experimentales 35
3.6.2 Cálculos 35
3.7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN 37
3.7.1 Presentación de Resultados de Humedad 37
3.7.2 Presentación de Resultados de Cenizas 37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 39
ANEXOS .....

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información Nutricional del Api 14
Tabla 2: Información Nutricional del Maíz Morado 22
Tabla 3: Materiales y Equipos 28
Tabla 4: Registro de Datos Experimentales 35
Tabla 5: Presentación de Resultados de Humedad 37
Tabla 6: Presentación de Resultados de Cenizas 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estufa de Secado 5
Figura 2: Mufla 5
Figura 3: Maíz Morado 13

Figura 4: Harina de Maíz 16
Figura 5: Ubicación del Mercado Campesino 17
Figura 6: Api 20
Figura 7: Maíz Morado 21
Figura 8: Diagrama de la Determinación de Humedad 24
Figura 9: Diagrama de la Determinación de Cenizas 25
Figura 10: Api a Granel y Api Asovita 27
Figura 11: Pesaje del Vaso de Precipitado 30
Figura 12: Pesaje de la muestra en vaso de precipitado 31
Figura 13: Transporte de vasos de precipitado al horno de secado 31
Figura 14: Enfriamiento de los vasos 32
Figura 15: Pesaje de crisol vacío 32
Figura 16: Pesaje de muestra en crisol 33
Figura 17: Secado en mufla 33
Figura 18: Enfriamiento de crisoles 34
Figura 19: Pesaje de crisoles con cenizas 34
Figura 20: Límites Máximos del Maíz 41
Figura 21: Métodos de Análisis y Muestreo 45
Figura 22: Procedimiento de la Determinación de Humedad 46
Figura 23: Procedimiento de la Determinación de Cenizas 47

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El consumo del api proviene desde épocas prehispánicas. Una de las menciones más antiguas de esta bebida es del cronista Inca Garcilazo de la Vega, mencionando que los indios del Perú (refiriéndose al Virreynato del Perú) consumían este tipo de alimento.

En Bolivia, se consume en la zona andina de los departamentos de Oruro, La Paz, Potosí, y Cochabamba, a fines del siglo XX se fue extendiendo hacia el oriente y sur del país (Santa Cruz, Tarija, Chuquisaca, Beni, Pando y el Chaco boliviano), aunque no es tan consumido en estas regiones, se suele preparar y servir de distintas maneras. En la Feria de la Alasita en la ciudad de La Paz, abunda la venta de esta bebida como también en los mercados populares de Oruro. Su olor está presente en las terminales de bus, en el alba del Carnaval orureño (junto con el del té con té), y en las frías tardes en el altiplano boliviano.

El api (del quechua *api*, 'mazamorra', 'colada') es una bebida de origen prehispánico que se continua consumiendo en los actuales países de Argentina, Bolivia y Perú. Se elabora a partir de granos de maíz morado, lo que le otorga su característico color. Además, se le agrega maíz amarillo molido, azúcar, canela en rama y clavo de olor. (Wikipedia, 2024)

El maíz es considerado el cultivo rico en propiedades nutritivas para el consumo humano, por lo tanto, el control de humedad es esencial para evitar pérdidas, garantizar la calidad del producto y minimizar la multiplicación microbiana y el deterioro, mientras que la determinación de cenizas mide el residuo inorgánico del alimento. Por esta razón la investigación tiene el objetivo de determinar las características de humedad y ceniza de la harina de maíz morado (api), distribuida en el mercado campesino de la ciudad de Sucre.

El análisis fisicoquímico no solo busca caracterizar el contenido de humedad y ceniza del api morado, sino también promover su valoración como alimento nutritivo, si se encuentra dentro de los parámetros de porcentaje d humedad y ceniza, y sea seguro para su consumo local o nacional.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Realizar parámetros fisicoquímicos de harina de maíz morado (API) en el centro de Investigación y Análisis de Alimentos CIAA, perteneciente a la Facultad de Tecnología.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar el producto (API)
- Cuantificar el porcentaje de humedad y cenizas de muestras de harina de maíz morado (API) de envases de saquillo (polipropileno) de 55 Kg y harina de maíz morado de bolsa de plástico sellado de 200 g.
- Interpretar los resultados del análisis de humedad y ceniza de ambas muestras

1.3 JUSTIFICACIÓN

Aplicar los conocimientos estudiados a lo largo de la carrera de Química Industrial y a su vez todo lo aprendido en los diferentes módulos del diplomado con el fin de desarrollar una buena monografía con buenos resultados tanto personal como para el tema de estudio.

El api es un alimento boliviano producido a base de maíz en microempresas que lo elaboran y envasan añadiendo canela, clavo de olor y algo de sal. También es un alimento de consumo masivo elaborado a base de harina de maíz de variedades blanca, amarilla o morada. La producción de los alimentos con altos parámetros de calidad, es uno de los objetivos de las empresas y microempresas del país. Es por esto que es importante mantener los alimentos bajo parámetros de calidad aceptable, para evitar la contaminación de los alimentos consumidos por la población y así disminuir cualquier daño a su salud.

En los últimos años, ha aumentado el interés tanto a nivel científico como comercial por los productos derivados del maíz morado debido a su potencial para la salud humana y sus aplicaciones en la industria alimentaria y farmacéutica. Sin embargo, a pesar de su creciente

popularidad, existe una falta de estudios que analicen las propiedades fisicoquímicas de la harina de maíz morado, lo que limita su aprovechamiento óptimo en diferentes procesos industriales.

Este proyecto de monografía tiene como objetivo realizar un análisis fisicoquímico en parámetros de humedad y cenizas en la harina de maíz morado. Dentro del parámetro del contenido alto de humedad en la harina es propenso a crecimiento fúngico o bacteriano y al deterioro. (Lopez , 2024) Y el contenido de ceniza indica la cantidad de minerales que contiene la harina, dando información sobre el grado de contaminación que se encuentre presente que asegura el grado de pureza del alimento, estos dos indicadores es clave tanto para su conservación como para su valor nutricional.

También es importante realizar buenas prácticas de almacenamiento para evitar contaminación de los alimentos y así asegurar productos de calidad a la población y de esta manera mejorar la calidad de los alimentos que se consumen en el país.

Desde el punto de vista social y económico es importante realizar este tipo de estudios, para comprobar la calidad de los alimentos, y de esta manera garantizar a la población una alimentación de altos estándares de calidad a bajo costo. (Cuba, 2013)

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es de tipo descriptivo el cual indica en describir de manera detallada las características fisicoquímicas en humedad y cenizas de la harina de maíz morado, también describirá la práctica realizada en laboratorio. (Recimundo, 2020)

1.4.2 Modalidad de investigación

En el estudio del presente trabajo se utilizó un enfoque cuantitativo donde se centrará en la determinación de los parámetros fisicoquímicos (humedad y cenizas) utilizando técnicas de laboratorio que generan datos numéricos. Y también tendrá un enfoque cualitativo permitirá

entender los factores contextuales ya que se intenta comprender la calidad de la harina de maíz morado (API), que se distribuye en el mercado campesino de la ciudad de Sucre.

1.4.3 Método del Nivel Empírico del Conocimiento

El análisis documental que se toma en cuenta en el trabajo es la exploración en artículos científicos, tesis, monografías, páginas web para el marco referencial del estudio, con el objetivo de reunir información que respalda la investigación.

1.4.4 Descripción del muestreo

En la investigación se realizó en el mercado campesino de la ciudad de Sucre, la cual fue seleccionada para la realización del estudio. Donde se realizó una visita al mercado en el mes de agosto del 2024, en el cual se obtuvo dos muestras de la harina de maíz morado (API), un api a granel de saquillo y un api en envase de plástico (Asovita) para realizar las pruebas de análisis fisicoquímico en humedad y cenizas en ambas muestras en el laboratorio “CIAA” de la facultad de tecnología.

1.4.5 Muestra

Puntos de muestreo del mercado campesino de 2 casetas de abarrotes elegidos al azar.

1.4.6 Análisis de Laboratorio

El análisis fisicoquímico de humedad y cenizas en harina de maíz morado (API) en dos muestras, fueron realizados en el Centro de Investigación de Análisis de Alimentos “CIAA” de la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

1.4.7 Análisis Fisicoquímico de la harina de maíz morado (Api)

Los análisis de humedad se ejecutaron por medio de una estufa de secado, mientras para el análisis de cenizas se utilizó el equipo Mufla del laboratorio “CIAA”.

Figura 1: Estufa de Secado

Fuente: Elaboración propia

Un horno de aire forzado (estufa), un ventilador hace fluir aire caliente rápidamente a través del interior del horno. Esta circulación forzada rápida garantiza que las temperaturas en toda la cámara sean uniformes y que el calor se mueva de manera más uniforme. Soplar aire caliente más allá del producto de prueba evita que se acumule aire más frío cerca de las áreas de la superficie de la muestra que se desea secar. (AmadeTech, 2024)

Figura 2: Mufla

Fuente: Elaboración propia

La principal función de la mufla es alcanzar altas temperaturas y a partir de eso es que se derivan todos los usos que puedan otorgarse. Este equipo es un instrumento de laboratorio que alcanza

las más altas temperaturas, entre 1.100 °C y 1700 °C. La mufla hace la función de un horno, pero a diferencia de este, la mufla permite monitorear y regular la temperatura en todo momento de manera conveniente y segura. Existen diversos procedimientos de laboratorio que necesitan de la aplicación de las altas temperaturas que ofrece la mufla. (Kalstein, 2022)

1.4.8 Método de Secado en Estufa

En este método la muestra se calienta bajo condiciones específicas y la pérdida de peso de la muestra se utiliza para calcular el contenido de humedad de la misma. El valor del contenido de humedad obtenido es altamente dependiente del tipo de horno que se va utilizar, las condiciones del horno y el tiempo, así como la temperatura de secado. Estos tipos de métodos son simples y muchos hornos permiten el análisis simultáneo de grandes números de muestras. El tiempo requerido para el análisis puede ser de unos cuantos minutos hasta horas.

1.4.9 Determinación de Humedad – Método de Secado en Estufa

La determinación de humedad por el método de pérdida de peso se basa en la reducción de peso que experimenta un alimento cuando se elimina el agua que contiene por calentamiento, bajo condiciones normalizadas de presión, temperatura y tiempo, después de haberlo pesado previamente. La diferencia entre el peso del alimento y el peso resultante después de eliminar el agua es la humedad. En este método emplea, por tanto, una técnica gravimétrica de volatilización. (Arriaga Zacarias, Mejia Sandoval, Noriega Yoc, Ramírez Isep, & Velázquez León, 2022)

1.4.10 Determinación de Cenizas – Método de Secado en Mufla

La técnica que se utilizará en esta sesión de laboratorio será la de cenizas en seco, la cual consiste en quemar la muestra en una mufla para eliminar todo el material orgánico. La ceniza remanente es el residuo inorgánico. (Arriaga Zacarias, Mejia Sandoval, Noriega Yoc, Ramírez Isep, & Velázquez León, 2022) Con el uso de la mufla mantiene una temperatura de 500 a 600 °C para el análisis de cenizas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Humedad

Todos los alimentos contienen agua en mayor o menor proporción. El agua se encuentra en los alimentos en dos formas: agua libre y agua ligada. El agua libre es la forma predominante, se libera con facilidad por evaporación o por secado. El agua ligada está combinada o unida en alguna forma química a las proteínas y a las moléculas de sacáridos y adsorbida en la superficie de las partículas coloidales. El hecho de conocer este contenido es de gran importancia y poder modificarlo tiene aplicaciones inmediatas: saber cuál es la composición centesimal del producto, controlar las materias primas en la industria y facilitar su elaboración, prolongar su conservación impidiendo el desarrollo de microorganismos y otras reacciones de deterioro químicas o enzimáticas indeseables, mantener su textura y consistencia, frenar los intentos de fraude y adulteración si el producto no cumple los límites fijados por la normativa vigente, etc. Sin embargo, en algunas ocasiones, es difícil determinar con exactitud y precisión la cantidad de agua de un alimento. (García Martínez & Fernández Segovia)

2.1.2 Métodos para la Determinación de Humedad

Hay muchos métodos para la determinación del contenido de humedad de los alimentos, variando en su complicación de acuerdo a los tres tipos de agua y a menudo hay correlación pobre entre los resultados obtenidos. Sin embargo, la generalidad de los métodos de resultados reproducibles, si las instrucciones empíricas se siguen con fidelidad y pueden ser satisfactorios para uso práctico. Los métodos pueden ser clasificados como por secado, destilación, por métodos químicos e instrumentales. Entre los principales métodos de secado para realizar la determinación de humedad en alimentos por secado se pueden mencionar los siguientes:

a) **Método de secado en una Termobalanza**

Este es uno de los métodos de secado más eficaces que existe, ya que permite evaporar la humedad de la muestra de una forma continua y, además, llevar un seguimiento en el registro de la pérdida de peso que se ha producido hasta que se mantenga en un peso constante.

Tiene la ventaja de que ayuda a reducir los errores en el cálculo del peso cuando la muestra no se expone al ambiente directamente.

b) Método de Karl Fischer

El método de Karl Fischer en alimentos es el único que se utiliza para realizar la determinación de humedad en alimentos basándose en un reactivo, siendo recomendable especialmente para aquellos alimentos que tengan bajo contenido en humedad.

Se trata de un reactivo que se descubrió en el año 1936. Contiene dióxido de azufre, yodo y una amina, aunque por cuestiones de seguridad y toxicidad, esta ha tendido a sustituirse por imidazol en un alcohol como el metanol.

c) Método de secado por estufa

Este tipo de método de secado está basado en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para aplicarlo se requiere que la muestra se encuentre estable térmicamente y no tenga una cantidad de compuestos volátiles significativa.

El principio operacional de este método de determinación de humedad en alimentos consiste en usar una balanza analítica y una estufa para la preparación de una muestra y posteriormente realizar el secado, pesado, enfriado. Finalmente se vuelve a pesar la muestra.

Hay que tomar en consideración que en algunas circunstancias suele ser muy difícil eliminar por secado toda la humedad de los alimentos, así como el hecho de que los alimentos pueden ser más susceptibles a la descomposición en ciertas temperaturas. También hay que procurar secar los alimentos ricos en azúcares reductores y proteínas con la estufa de vacío a 60 °C.

d) Método de destilización Azeotrópica.

Para aplicar este método de determinación de humedad en alimentos hay que realizar una destilación del agua con un líquido insoluble que se debe de encontrar en unas proporciones muy exactas.

El agua se destila en líquido insoluble de un alto punto de ebullición como el xileno y el tolueno y, se emplea la trampa Bidwell para medir el volumen y recolectar el agua destilada y condensada. (Net Interlab, s.f.)

2.1.3 Cenizas

Se entiende por cenizas como el residuo inorgánico que queda tras eliminar totalmente los compuestos orgánicos existentes en la muestra, si bien hay que tener en cuenta que en él no se encuentran los mismos elementos que en la muestra intacta, ya que hay pérdidas por volatilización y por conversión e interacción entre los constituyentes químicos. A pesar de estas limitaciones, el sistema es útil para concretar la calidad de algunos alimentos cuyo contenido en cenizas totales, o sus determinaciones derivadas.

2.1.4 Determinación de Cenizas en Seco

La determinación en seco es el método más común para cuantificar la totalidad de minerales en alimentos y se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra, es eficiente ya que determinan ceniza soluble en agua, insolubles y solubles en medio ácido. En este método toda materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 a 600 °C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza. (Mejia Rocha, Muñoz Rojas, & Vega Viera, 2014)

2.1.5 Método de Secado

Estos incluyen las mediciones de la pérdida de peso debida a la evaporización de agua a la temperatura de ebullición o cerca de ella. Aunque tales métodos son usados frecuentemente debido a que dan resultados exactos cuando se consideran sobre una base relativa, hay que tener en mente que el resultado obtenido puede no ser una medición verdadera del contenido de agua de muestra.

En la fabricación de alimentos se pueden utilizar procedimientos rápidos para determinar humedad usando estufas desecadoras especiales que trabajan a temperaturas altas. Otras estufas

lámparas secadoras de radiación infrarroja y tienen además una balanza de lectura directa. Los hornos de microondas pueden utilizarse para la determinación de humedad en el laboratorio en forma rápida. (Mejia Rocha, Muñoz Rojas, & Vega Viera, 2014)

2.1.6 Sacos de polipropileno Laminados

Estos sacos son una opción popular para una variedad de aplicaciones de almacenamiento y transporte de materiales, gracias a su resistencia y durabilidad.

Además, están fabricados a partir de una capa de polipropileno tejido, que se recubre con una capa de film de polipropileno. Esto proporciona una barrera adicional contra la humedad, la suciedad y otros contaminantes, lo que los hace ideales para almacenar y transportar productos como alimentos, semillas, productos químicos, etc

Por tanto, los sacos de polipropileno laminado son bolsas de plástico resistentes y duraderas hechas de una combinación de polipropileno y lámina. Estos sacos se usan para almacenar, transportar y proteger productos sensibles a la humedad, como alimentos, medicamentos, productos químicos y otros.

Las bolsas laminadas de polipropileno tienen características tales como dos capas, alta resistencia a la tracción y a la compresión, antihumedad, antiluz, y antiolor.

Los sacos de polipropileno laminados se utilizan en una variedad de aplicaciones de almacenamiento y transporte de materiales. Algunos de los usos más comunes son los siguientes:

- Ideales para el almacenamiento y transporte de alimentos como harina, arroz, azúcar y otros productos secos. La barrera adicional contra la humedad y los contaminantes ayuda a mantener la calidad de los alimentos durante el transporte y almacenamiento.

- Opción popular para el almacenamiento y transporte de semillas, ya que proporcionan una barrera adicional contra la humedad y los contaminantes que pueden afectar la calidad de las semillas.

- Adecuados para el almacenamiento y transporte de productos químicos, puesto que proporcionan una barrera adicional contra la humedad que pueden afectar la calidad y la eficacia de los productos químicos.

- Ideal para el almacenamiento y transporte de materiales de construcción como arena, cemento y yeso. Su resistencia y durabilidad los hacen adecuados para usarlos en condiciones exigentes. (Iberoplast, 2023)

2.1.7 Bolsas de Polipropileno para Harinas

Las bolsas de polipropileno para harina sirven como un excelente empaque para el empaque, transporte y almacenamiento a largo plazo de productos. Son muy convenientes para almacenar, sin preocuparse de que los productos se deterioren prematuramente.

Este tipo de envase es ideal para su uso en la industria alimentaria, ya que cuenta con toda la gama de prestaciones requeridas:

- Alto índice de resistencia
- Resistencia al daño mecánico, así como a la abrasión en la flexión
- El material es absolutamente seguro para el medio ambiente, los seres humanos y los productos alimenticios
- El embalaje blando de PP no pierde sus propiedades durante los cambios bruscos de temperatura y conserva todas sus características en un amplio rango de temperatura
- No se pudre

Las bolsas de polipropileno para harina garantizan un alto nivel de protección del producto contra la humedad, el polvo y la suciedad. El material denso, resistente al desgaste, pero al

mismo tiempo transpirable elimina la posibilidad de desarrollo de hongos y moho en los productos envasados. (Polybags, 2024)

2.1.8 Importancia del Envasado de Alimentos

Las bolsas para empacar alimentos deben preservar la calidad de estos, aunque la función principal del envase alimentario es contener una porción de alimento.

Por lo general, las empresas de empaquetado diseñan un envase único para cada tipo de alimento. Asimismo, realizan muchas investigaciones para obtener las mejores ideas de envases útiles que puedan proteger el producto de las reacciones químicas, la luz y el polvo.

Por otra parte, un envase alimentario inadecuado afectará la calidad y el sabor de un producto. Por ello, actualmente los alimentos envasados están libres de contaminación y favorecen la vida útil de un producto alimentario.

Aunque existen múltiples alternativas y materiales que pueden utilizarse para envasar alimentos, los envases de plástico para alimentos siempre han sido la opción preferida. En este caso, el plástico sigue manteniendo esta popularidad a lo largo de los años debido a su adaptabilidad y durabilidad. A continuación, descubre otras ventajas:

- Los empaques de plástico son extremadamente ligeros y tampoco requieren mucho espacio de almacenamiento.

- La durabilidad que ofrece el plástico garantiza la protección del producto durante el transporte, lo que te permite estar tranquilo sin preocuparte por los daños o la pérdida de existencias durante el proceso de distribución.

- Permiten a los fabricantes imprimir fácilmente diseños personalizados llamativos y de alta calidad, aumentando así la visibilidad del producto en un entorno minorista.

- El envase de plástico es muy económico en comparación con otras opciones de envasado y su bajo coste lo convierte en la opción preferida entre diversas industrias.

2.1.9 Maíz Morado

El maíz morado es un tipo de maíz (*Zea mays*), de la familia de las gramíneas. Se caracteriza por tener un fruto múltiple denomina mazorca con un color bien exótico y llamativo. Es más común verlo en regiones del Centro y Sur América principalmente en países como Perú, Ecuador, Bolivia, Colombia, Argentina y en México. En otras regiones es conocido como maíz negro. (Del maíz.info, 2024)

Figura 3: Maíz Morado

Fuente: https://delmaiz.info/morado/#google_vignette

2.1.10 Harina de Maíz Morado (Api)

El api (del quechua *api*, "mazamorra", "colada") es una bebida de origen prehispánico que se continua consumiendo en los actuales países de Argentina, Bolivia y Perú.

Se elabora a partir de granos de maíz morado, lo que le otorga su característico color. Además, se le agrega maíz amarillo molido, azúcar, canela en rama y clavo de olor. Generalmente se sirve caliente para mantener su sabor, aunque también existe una versión fría. (Wikipedia, 2024)

2.1.11 Propiedades del Maíz Morado

El maíz morado, o *kulli*, tiene muchas propiedades por su alto contenido en antocianinas, un flavonoide con propiedades antioxidantes, que previene enfermedades crónicas como el cáncer, problemas cardiovasculares y el envejecimiento de las células.

Su consumo regular puede ayudar a reducir significativamente los niveles de colesterol, la presión arterial y la glucosa en sangre, ayudando a las personas con hipertensión y diabetes. "Este alimento tiene mayor cantidad de propiedades antioxidantes que las moras, el mayor contenido de nutrientes se encuentran en la chala. Además, tiene gran cantidad de polifenoles que retardan el envejecimiento". (Manzaneda, 2024)

2.1.12 Composición Nutricional del Api

Tabla 1: Información Nutricional del Api

INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL API	
Parámetros	**Contenido por 100 g**
Hidratos de Carbono	78,32 g
Proteína Total	7,98 g
Humedad	8,98 g
Grasas	3,74 g
Cenizas	1,48 g
Valor Energético	378,86 Kcal
Hierro	2,99 mg
Calcio	24,74 mg
Fosforo	274,94 mg

Fuente: https://bo.openfoodfacts.org/producto/7774440450031/api-morado-multicereales-vida

2.2 MARCO CONTEXTUAL

2.2.1 Maíz Morado en Bolivia

En Cochabamba se producen anualmente alrededor de 84 mil hectáreas de maíz, de esa cantidad, sólo 1.500 corresponden al maíz morado, lo que representa sólo un 1 %.

El alimento forma parte del 60 % de especies de maíz que están en alto riesgo de extinción en el país. Esto se debe a varios factores, como poca demanda del mercado, dificultades de producción porque requiere de ciclos más largos de cultivo, necesitan mayor cantidad de agua, debe cultivarse a una altura no mayor a 1.600 metros sobre el nivel del mar y no soporta climas cálidos ni húmedos, por lo que debe cultivarse a temperaturas menores a 28 °C. Bolivia posee unas ocho variedades de maíz morado y la cantidad de antioxidantes que posee cada una de ellas varía de acuerdo a la especie. En Cochabamba se producen cada año 2 mil toneladas del grano morado. Sin embargo, el 30 % de la producción se va a Perú, de forma ilegal.

2.2.2 Variedades de Maíz Morado en Bolivia

Bolivia es considerada como uno de los tres centros de diversidad genética de maíz en el mundo porque tiene más de 2.400 variedades, de las cuales 70 se producen de manera comercial.

En Cochabamba se encuentran el 80 % de la diversidad genética de maíces nativos de Bolivia, principalmente por los microclimas que tiene. Entre los más producidos están los blancos de granos grandes, morados o *kullis*, maíces amarillos y los *chullpis* que son utilizados para tostado. A pesar de la gran variedad genética de maíz que posee el país, ya se ha perdido un 1 % de las variedades (como el *chuspillo* blanco) y un 4 % está en proceso de extinción.

“Las variedades que se están perdiendo en Cochabamba son los maíces dulces o *chullpis*. Esto se debe a que son variedades de ciclo tardío. Prácticamente estas variedades ya existen muy poco. En algunos casos, como *chuspillo* blanco, ya se ha perdido; los maíces *willkaparus* de la misma manera; el maíz blanco también está en riesgo de desaparecer”.

Pero la baja producción también es influida por el cambio climático, plagas (gusano cogollero), enfermedad del fusarium, falta semilla certificada y fertilizantes, cambio climático, desgaste de la tierra, sequía, avance de la mancha urbana y otros.

Los maíces más cultivos en Cochabamba son el maíz blanco (*waltaco* de Cliza), para choclo y mote; los amarillos o morochos, que se adaptan a las condiciones de sequía y son utilizados para la chicha, mote y alimentación de ganados.

2.2.3 Harina de Maíz Morado para Api en Bolivia

El api es una bebida tradicional del país y se elabora con maíz morado, que tiene gran cantidad de antioxidantes y polifenoles que retrasan el envejecimiento, protegen de diferentes tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares y diabetes, pero el alimento ancestral es poco apreciado y se cultiva cada vez menos en Bolivia. (Manzaneda, 2024)

Figura 4: Harina de Maíz

Fuente: https://delmaiz.info/morado/

2.2.4 Maíz Morado en Chuquisaca

Esta especie se cultiva en los valles mesotérmicos de Cochabamba, que corresponden a los municipios de Aiquile, Pasorapa, parte del valle alto y Tapacarí. También se cultiva en Chuquisaca.

El Maíces uno del cultivo sistema operativo más importantes para Chuquisaca; es base Delaware su seguridad alimentaria. Los agricultores junto al maíz siembran cucúrbitas y maní aprovechando el espacio de sembradío, el maíz lo utilizan también para realizar el trueque por otros productos entre municipios del departamento y con municipios de departamentos colindantes. Los usos transformados del maíz más comunes entre Los municipios de Chuquisaca consisten en harina y chicha. Los municipios que destacan por reportar mayor cantidad de ecotipos/variedades de maíz son: El Villar, Machareti, Monteagudo,Azurduy, Sopachui, Yamparáez, Huacaya, VillaVaca Guzmán, Huacareta.

2.2.5 Campo de Acción

El trabajo de investigación fue establecido en la ciudad de Sucre, donde se obtuvieron las muestras de la harina de maíz morado (api) al azar de dos tiendas de abarrotes del mercado campesino con coordenadas 19°02′01″S 65°15′12″O.

Figura 5: Ubicación del Mercado Campesino

Fuente: Google Maps

El Mercado Campesino es el mercado más grande de Sucre, la capital Bolivia. Lleva muchos años de funcionamiento y continúa expandiéndose con la popularidad de la cultura de mercado en Bolivia. Esto se debe a que muchos de los productos se cultivan o fabrican fuera de la ciudad. Fue construido para desconcentrar el Mercado Central.

El mercado es también el lugar más común para que los campesinos o los pueblos indígenas realicen sus negocios en Sucre. [2]Con una población de 300.000 habitantes, aproximadamente 20.000 personas de Sucre trabajan en asociación con el Mercado Campesino cada día. La mayor parte del mercado funciona con puestos móviles, semimóviles y de construcción ligera que se encuentran directamente en la calle. Algunos vendedores operan con mochilas y maletas.

A pesar de estar fuera de la zona central de la ciudad, el Mercado Campesino es el lugar más visitado de Sucre. El tráfico del mercado varía durante la semana, siendo los sábados son los más populares. El fin de semana es habitual que los familiares visiten juntos el mercado como forma de ocio. Las calles aledañas al mercado funcionan como infraestructura para el comercio mayorista de alimentos agropecuarios. (Wikipedia, 2024)

CAPÍTULO III

DESARROLLO

3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO

3.1.1 Harina de Maíz Morado (API)

Se elabora a partir de granos de maíz morado, lo que le otorga su característico color. Además, se le agrega maíz amarillo molido, azúcar, canela en rama y clavo de olor. Generalmente se sirve caliente para mantener su sabor, aunque también existe una versión fría.

La harina de este maíz puede utilizarse para sustituir a la harina de trigo como ingrediente en para la elaboración de pudines, mazamorras, api, cupcakes, crepes y otros. Lo que le otorga características especiales a los pigmentos que poseen (entre 1,5% y 6,0%), llamados antocianinas, que pertenecen al grupo de los flavonoides. (Ecotambo Circulando, 2022)

Dentro de sus propiedades:

- Contiene proteínas, aceite y el mayor por ciento es en almidón.
- Posee vitaminas y minerales esenciales como lo son el hierro, fósforo, niacina y antocianinas siendo esta última de sus principales propiedades y de las que más beneficios le aportan a la salud humana.
- Además, posee fitonutrientes.
- Los beneficios del maíz morado están muy relacionados con las propiedades medicinales que posee.

Beneficios:

- Podría ayudar a prevenir la obesidad evitando la ganancia de peso.
- Podría tener efectos positivos en el control de la glucosa sanguínea.
- Podría contribuir en la regeneración del tejido conectivo y formación de colágeno (necesario para la piel). Gracias a la concentración de antioxidante podría retardar el envejecimiento.
- También por su actividad antioxidante podría favorecer la circulación sanguínea y reducir los niveles de colesterol LDL (colesterol malo).

- Su alto contenido de antocianina -pigmento azul morado- es un poderoso antioxidante natural, podría bloquear la oxidación por radicales libres en venas y arterias, previene la degeneración de algunas células del cuerpo, por ende, ayuda en la prevención del temido cáncer.
- El api morado contiene fitonutrientes, que protegen al cuerpo del impacto del medio ambiente, fortalecen la inmunidad del cuerpo y protegen contra sustancias cancerígenas.
- Consumir este api morado también protege de otras enfermedades degenerativas como de la arteriosclerosis, la diabetes y la artritis.
- Tomar api de manera frecuente podría mejorar la función de los vasos sanguíneos, disminuir el colesterol, fomentar la regeneración del tejido conectivo y prevenir el desarrollo del cáncer de colon.

Usos:

Se utiliza en la fabricación de galletas, pasteles, cereales para desayuno pan, pasta, repostería, entre otros. (Seemko, 2024)

Figura 6: Api

Fuente: https://matfalmarket.cl/product/bolsa-4-kg-h-maiz-morado-api/

3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

3.2.1 Maíz Morado

El maíz *Kulli* es una variedad para la elaboración de chicha morada y api morado, los productores de la región emplean semilla propia, escogen las mazorcas más grandes y conservan hasta la siguiente campaña. Si perciben que los rendimientos son bajos o se contaminan los granos con otras variedades, compran semilla de otros agricultores o intercambian por otros tipos de maíz.

La variedad *Kulli*, es una variedad nativa perteneciente al Complejo Racial de los Maíces Harinosos de los valles templados; su característica más sobresaliente es el color morado oscuro de las mazorcas; es una planta de ciclo corto al igual que la variedad *uchuquilla*, es de altura media, con escaso número de hojas, las mazorcas van de medianas a pequeñas, de forma cónica o cilíndrico-cónica, con 10 a 14 hileras, granos grandes de forma ovoides, generalmente de esta variedad no se hace *wiñapu* para la chicha si no se usa como harina para mezclar con el *wiñapu* preparado de *huillcaparu*, esta variedad aún se siembra en los seis municipios del valle alto pero las superficies van disminuyendo por los bajos rendimientos. Se cultiva entre altitudes de 2000 a 3400 msnm, es una variedad resistente a periodos prolongados de sequía; disminuyendo sus rendimientos cuando existen periodos intensos de lluvia, el maíz *kulli* necesita suelos con grados de fertilidad superiores con relación a otras variedades. (Fundación Agrecol Andes, 2021)

Figura 7: Maíz Morado

Fuente: https: //www.facebook.com/100071566493620/posts/2704865079795008/

El maíz es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conoce, es reconocido por pertenecer al grupo de cereales más importantes para la alimentación del hombre. El cultivo de maíz se destaca por su relevancia económica y por los diversos usos que tiene las diferentes partes de la planta, que son destinados a la alimentación humana y animal.

3.2.2 Composición Nutricional del Maíz Morado

La composición del maíz morado puede llegar a contener un 13% de proteína, muy baja concentración de grasas, hasta un 80% de almidón y un 10% de azúcares. También aporta fósforo, vitaminas del grupo B, vitamina C y betacaroteno, precursor de la vitamina A. Asimismo, destaca por su alto contenido en fibra y su equilibrio entre nutrientes y calorías. (El Español, 2020)

Tabla 2: Información Nutricional del Maíz Morado

INFORMACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL MAÍZ MORADO	
Parámetros	**Contenido por 100 g**
Hidratos de Carbono	72, 2 g
Proteína Total	7, 3 g
Fibra	1,8 g
Colesterol	0 g
Retinol	8 mcg
Tiamina	0, 38 mg
Riboflavina	0, 22 mg
Calcio	12 mg
Fósforo	328 mg
Niacina	2, 8 mg
Calorías	357 Kcal

Fuente: https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20201106/maiz-morado-propiedades-elixir-inca-eterna-juventud/531947312_0.html

3.3 PROCESO DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y CENIZAS DEL PRODUCTO ESPECÍFICO

3.3.1 Proceso de la determinación de Humedad

El proceso de determinación de humedad en harina de maíz morado (API) se determinó en el uso de un método de secado al horno. Se pesa un vaso de precipitado vacío, luego se añade la muestra de harina de maíz morado y se mide su peso. Posteriormente, la muestra se calienta en el horno a una temperatura específica hasta que se evapora toda la humedad. Al finalizar, se pesa de nuevo el vaso de precipitado con la muestra seca, y la diferencia de peso se utiliza para calcular el contenido de humedad.

Es importante seguir un protocolo estándar de humedad que considere la temperatura y el tiempo de secado adecuados para obtener resultados precisos.

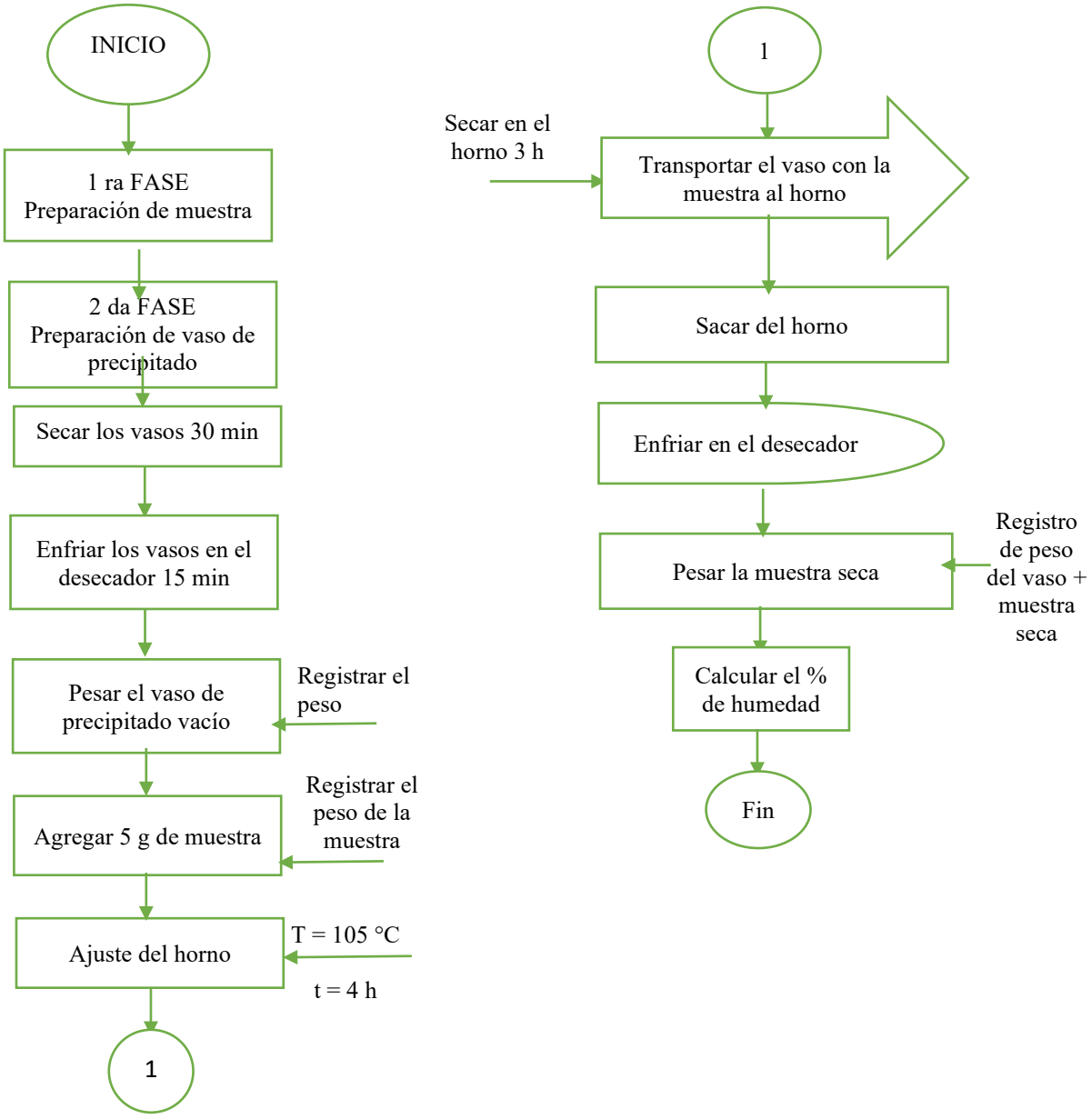
3.3.2 Proceso de la determinación de Cenizas

El proceso de determinación de cenizas en harina de maíz (API) implica incinerar una muestra en un crisol dentro de una mufla a una temperatura de aproximadamente 550 °C hasta que se obtenga ceniza de color gris claro. Se pesa el crisol vació, luego se añade la muestra de harina de maíz morado y se mide su peso. Después, se mantiene la muestra en la mufla durante un tiempo específico, como 2 horas, para asegurar la eliminación de materia orgánica y la correcta obtención de cenizas. Al finalizar, se pesa el crisol con la ceniza de la muestra, y la diferencia de pesos que ya se midió para poder calcular el porcentaje de cenizas.

3.4 DIAGRAMA DE PROCESO DE LA DETERMINACION DE HUMEDAD Y CENIZAS

3.4.1 Diagrama de la Determinación de Humedad en Harina de Maíz Morado (API)

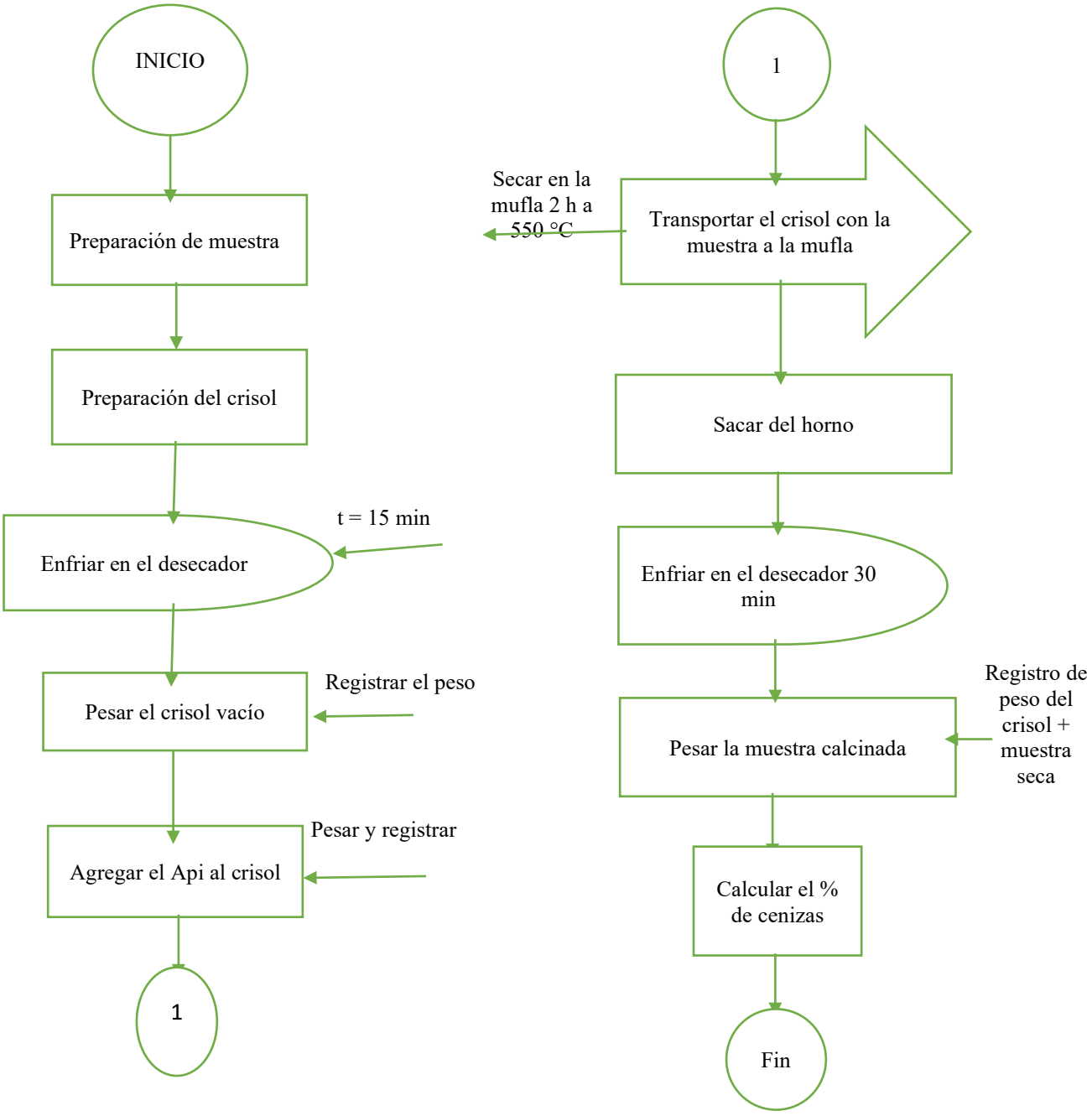
Figura 8: Diagrama de la Determinación de Humedad



Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Diagrama de la Determinación de Cenizas en Harina de Maíz Morado (API)

Figura 9: Diagrama de la Determinación de Cenizas



Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Descripción del Proceso de la Determinación de Humedad y Cenizas

Humedad

El proceso para la determinación de humedad se realizó en dos fases:

Primera Fase:

Preparación de la muestra: La muestra de api de saco y de bolsa colocarlos en el mesón para poder tomar la muestra.

Segunda Fase:

Para esta segunda fase se lava los vasos precipitados que se utilizará, se procede a meterlos al horno para el respectivo secado del vaso a: T= 105 °C y t= 30 min ya pasando el tiempo se retira y se los lleva al desecador durante 15 min, finalmente se pesa los vasos y para obtener el peso del vaso vacío.

Con la ayuda de una espátula se coloca 5 g de las dos muestras en diferentes vasos, para después pesarlos para obtener el peso de la muestra.

Antes de meter las muestras se ajusta el horno a una T= 105 °C y t= 4 h. Después de ese paso ambas muestras son llevados al horno a la temperatura y tiempo ya establecido en el ajuste del horno, pasando el tiempo se los retira y se los lleva al desecador para el respectivo enfriamiento durante 15 min, se retira los vasos ya enfriados y se los lleva a que sean pesados y obtener el peso del vaso más la muestra seca. Con los datos registrados de los pesos se procede a calcular el porcentaje de humedad.

Cenizas

Preparación de la muestra: La muestra de api de saco y de bolsa colocarlos en el mesón para poder tomar la muestra.

Preparación de los vasos: Primero se lava los crisoles, luego se procede a secarlos en el horno de secado a T= 105 °C y t= 30 min, pasado el tiempo se los lleva al desecador durante 15 min para respectivo enfriamiento.

Pasado el tiempo de 15 min los crisoles se los pesa para obtener el peso del crisol vacío, luego se procede a agregar las dos muestras de 2 g con la ayuda de una espátula a dos diferentes crisoles y pesarlo para obtener el peso de la muestra.

Los crisoles junto con la muestra se los lleva a la mufla a T= 550 °C y t= 2 h para el respectivo secado. Pasado el tiempo se apaga la mufla y se lo deja dentro de la mufla 15 min con la mufla abierta, luego se los retira de la mufla para ser colocados en el desecador para ser enfriados durante 15 min.

Posteriormente se retira ambos crisoles del desecador para pesar los crisoles y obtener el peso del crisol más ceniza registrando los datos, con los pesos registrados se procede a calcular el porcentaje de cenizas.

3.5 CONTROL DE CALIDAD

3.5.1 Muestras

Dos muestras de api; una muestra a granel de saquillo (plástico polipropileno) que se compró 500 g y la segunda muestra comercial envasado en bolsa de plástico de 200 g.

Figura 10: Api a Granel y Api Asovita

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Materiales y Equipos

- **Humedad**

  2 vasos de precipitado

  Pinza tijera

  Espátula

  Desecador

  Balanza

  Horno de secado

- **Cenizas**

  2 crisoles

  Pinza tijera

  Espátula

  Desecador

  Balanza

  Mufla

Tabla 3: Materiales y Equipos

Materiales y Equipos	
Horno de Secado	
Mufla	

Vaso de Precipitado	
Crisol	
Pinza Tijera	
Espátula	
Desecador	

Balanza	

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3 Procedimiento en la determinación de Humedad y Cenizas

- **Humedad**

Primero se prepara los vasos precipitados, donde se coloca al horno de secado durante 15 min a T= 105 °C. Pasado el tiempo se retira los dos vasos de precipitado donde se los lleva al desecador para poder enfriarlos durante 15 min, para proceder a pesar el vaso y registrar el peso del vaso vacío.

Figura 11: Pesaje del Vaso de Precipitado

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se procede agregar las dos muestras de api en los dos diferentes vasos de precipitado de 5 g en ambos vasos, donde se registra el peso de la muestra.

Figura 12: Pesaje de la muestra en vaso de precipitado

Fuente: Elaboración Propia

Las muestras ya pesadas se los lleva al horno de secado a T= 105 °C y t= 3 h.

Figura 13: Transporte de vasos de precipitado al horno de secado

Fuente: Elaboración Propia

Pasado el tiempo de secado, los vasos de precipitado se los transporta al desecador para ser enfriados durante 15 min. Después se procede a pesar ambos vasos, registrando los datos del peso del vaso más la muestra seca.

Figura 14: Enfriamiento de los vasos

Fuente: Elaboración Propia

- **Cenizas**

Primero se prepara los crisoles, donde se coloca al horno de secado durante 15 min a T= 105 °C. Pasado el tiempo se retira los dos crisoles, donde se los lleva al desecador para poder enfriarlos durante 15 min, para proceder a pesar el vaso y registrar el peso del vaso vacío.

Figura 15: Pesaje de crisol vacío

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se procede agregar las dos muestras de api en los dos diferentes crisoles de 2 g en ambos crisoles, donde se registra el peso de la muestra.

Figura 16: Pesaje de muestra en crisol

Fuente: Elaboración Propia

Ambas muestras ya pesadas se los lleva a la mufla a T= 550 °C y t= 2 h

Figura 17: Secado en mufla

Fuente: Elaboración Propia

Pasado el tiempo se procede a apagar la mufla y dejarlos los crisoles durante 15 min con la mufla abierta. Después con la ayuda de las pinzas se los lleva al desecador para ser enfriados durante 15min.

Figura 18: Enfriamiento de crisoles

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, los crisoles enfriados se los pesa para registrar el peso de los crisoles más la ceniza de muestra.

Figura 19: Pesaje de crisoles con cenizas

Fuente: Elaboración Propia

3.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.6.1 Registro de Datos Experimentales

Tabla 4: Registro de Datos Experimentales

DATOS DE LOS PESOS				
PARÁMETRO	**API**	**W1 (peso del vaso o crisol vacío) g**	**W2 (peso de la muestra) g**	**W3 (peso del vaso + muestra seca) g**
HUMEDAD	A granel	56, 2987	5, 0148	61, 1710
	Asovita	54, 2587	5, 0138	59, 1485
CENIZAS	A granel	29, 5755	2, 0096	29, 5807
	Asovita	30, 7031	2,0403	30, 7285

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Cálculos

- **Humedad**

  A Granel:

$$\%\boldsymbol{M.S} = \frac{\boldsymbol{W3 - W1}}{\boldsymbol{W2}} * \boldsymbol{100}$$

$$\%\boldsymbol{M.S.} = \frac{\boldsymbol{61,1710 - 56,2987}}{\boldsymbol{5,0148}} * \boldsymbol{100} = \boldsymbol{97,16}\ \%$$

$$\%\boldsymbol{H} = \boldsymbol{100 - 97,16} = \boldsymbol{2,84}\ \%$$

Asovita:

$$\%\boldsymbol{M.S} = \frac{\boldsymbol{W3 - W1}}{\boldsymbol{W2}} * \boldsymbol{100}$$

$$\%\boldsymbol{M.S.} = \frac{\boldsymbol{59,1485 - 54,2587}}{\boldsymbol{5,0138}} * \boldsymbol{100} = \boldsymbol{97,53}\ \%$$

$$\%\boldsymbol{H} = \boldsymbol{100 - 97,53} = \boldsymbol{2,47}\ \%$$

- **Cenizas**

A Granel:

$$\%\boldsymbol{C} = \frac{\boldsymbol{W3 - W1}}{\boldsymbol{W2}} * \boldsymbol{100}$$

$$\%\boldsymbol{C} = \frac{\boldsymbol{29,5807 - 29,5755}}{\boldsymbol{2,0096}} * \boldsymbol{100} = \boldsymbol{0,26}\ \%$$

Asovita:

$$\%\boldsymbol{C} = \frac{\boldsymbol{W3 - W1}}{\boldsymbol{W2}} * \boldsymbol{100}$$

$$\%\boldsymbol{C} = \frac{\boldsymbol{30,7285 - 30,7031}}{\boldsymbol{2,0403}} * \boldsymbol{100} = \boldsymbol{1,24}\ \%$$

3.7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

3.7.1 Presentación de Resultados de Humedad

Tabla 5: Presentación de Resultados de Humedad

Muestra de API	% Muestra Seca	% Humedad	CODEX STAN 155-1985	NB 583
A Granel	97, 16	2, 84	15 %	15%
Asovita	97, 53	2, 47		

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

El porcentaje de humedad que establece la norma Codex es de 15 % como rango máximo y según la NB es de 14 % como rango máximo. En el análisis realizado para el porcentaje de humedad se determinó, en el api a granel 2, 84 % y para el api Asovita un 2,47 % de humedad, dando a entender que ambas muestras se encuentran en los rangos establecidos, también al momento de realizar la determinación de humedad en laboratorio se hizo en condiciones óptimas.

3.7.2 Presentación de Resultados de Cenizas

Tabla 6: Presentación de Resultados de Cenizas

Muestra de API	% Cenizas	NB 583 Harina Integral	NB 583 Harina sin Germen
A Granel	0, 26	4 %	1 %
Asovita	1, 24		

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

El porcentaje de cenizas que establece la norma es de 4 % como rango máximo para harina integral y 1 % como rango máximo para harina sin germen. En el análisis realizado para el porcentaje de cenizas se determinó en el api a granel 0, 26 % y para el api Asovita un 1, 24 % de cenizas, dando a entender que ambas muestras se encuentran en los rangos establecidos, también al momento de realizar la determinación de humedad en laboratorio se hizo en condiciones óptimas.

3.8 CONCLUSIONES

Se logró realizar un análisis fisicoquímico detallado de la harina de maíz morado (API), determinando los parámetros de humedad y cenizas, lo que permite evaluar la calidad del producto y su adecuación para el consumo.

Se caracterizó la harina de maíz morado (API) en términos de su composición y propiedades, destacando su valor nutricional y su importancia en la dieta boliviana.

Se cuantificaron los porcentajes de humedad y cenizas en ambas muestras, encontrando que el contenido de humedad fue de 2.84% para el api a granel y 2.47% para el api envasado, ambos dentro de los límites establecidos por las normas. En cuanto a las cenizas, se determinó un 0.26% para el api a granel y 1.24% para el api envasado, también cumpliendo con los parámetros normativos. A resultados obtenidos indican que ambas muestras de harina de maíz morado (API) cumplen con los estándares de calidad establecidos, lo que sugiere que son seguras para el consumo y poseen un buen nivel de calidad nutricional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AmadeTech. (2024). Obtenido de https://www.amade-tech.com/es/product/forced-air-oven/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20funciona%20un%20horno%20de,mueva%20de%20manera%20m%C3%A1s%20uniforme.

Arriaga Zacarias, Mejia Sandoval, Noriega Yoc, Ramírez Isep, & Velázquez León. (12 de Diciembre de 2022). *studocu.* Obtenido de studocu: https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-tapachula/analisis-de-alimentos/determinacion-de-ceniza-y-humedad/45632762

Cuba, J. D. (Octubre de 2013). Obtenido de https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9585/PG-1323-Gozalvez%20Cuba%2C%20Jos%C3%A9%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Del maíz.info. (2024). *Maíz morado*. Obtenido de Del maíz.info: https://delmaiz.info/morado/

Ecotambo Circulando. (2022). *Harina de maíz morado*. Obtenido de https://ecotambo.com/compra-diferida/51/detalle/139

El Español. (6 de Noviembre de 2020). *Maíz Morado*. Obtenido de https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20201106/maiz-morado-propiedades-elixir-inca-eterna-juventud/531947312_0.html

Fundación Agrecol Andes. (2021). *Cartilla ficha técnica de maiz.* Obtenido de https://www.agrecolandes.org/wp-content/uploads/2022/04/Cartilla-Ficha-Tecnica-Maiz-Espan%CC%83ol-peq.pdf

García Martínez, E., & Fernández Segovia, I. (s.f.). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16339/Determinaci%C3%B3n%20de%20humedad.pdf

Iberoplast. (23 de Mayo de 2023). *Sacos de polipropileno laminados*. Obtenido de https://www.iberoplast.pe/blog/que-son-sacos-polipropileno-laminados/#:~:text=Por%20tanto%2C%20los%20sacos%20de,medicamentos%2C%20productos%20qu%C3%ADmicos%20y%20otros.

Kalstein. (2022). Obtenido de https://www.kalstein.com.pa/como-se-utilizan-las-muflas-en-el-analisis-de-muestras/?__cf_chl_tk=vu.sqjYefrarEanvgk0FV.evzxbtjx9QSZM14EFBh0Y-1723525132-0.0.1.1-4031

Lopez , A. (1 de Marzo de 2024). *Hanna*. Obtenido de Hanna: https://hannachile.com/2024/03/01/contenido-de-humedad-en-la-harina/

Manzaneda, L. (5 de Agosto de 2024). En peligro cae la producción de maíz morado y otras especies. *Los Tiempos*, págs. https://www.lostiempos.com/oh/actualidad/20240805/peligro-cae-produccion-maiz-morado-otras-especies.

Mejia Rocha, J. L., Muñoz Rojas, A. G., & Vega Viera, J. A. (2014). *Slideshare.* Obtenido de Slideshare: https://es.slideshare.net/slideshow/determinacion-de-humedad-y-ceniza-nutricion-almuerzo/41437851

Net Interlab. (s.f.). *Que es determinación de humedaad en alimentos*. Obtenido de https://net-interlab.es/determinacion-de-humedad-en-alimentos/

Polybags. (2024). Obtenido de https://polybags.ua/es/production/meshki-polipropilenovye-dlja-muki/

Recimundo. (Julio de 2020). *Método experimental*. Obtenido de https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860/1560#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20experimental%20consiste%20en,se%20producen%20(variable%20dependiente).

Seemko. (2024). *Harina de Maíz Morado*. Obtenido de https://www.seemko.cr/products/440/harina-de-maiz-morado#:~:text=Harina%20de%20Ma%C3%ADz%20Morado&text=El%20ma%C3%ADz%20morado%20es%20una,al%20grupo%20de%20los%20flavonoides.

Wikipedia. (26 de Marzo de 2024). *Mercado campesino Sucre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Mercado_Campesino_(Sucre)

Wikipedia. (17 de Julio de 2024). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Api_(bebida)#:~:text=El%20api%20(del%20quechua%20api,de%20Argentina%2C%20Bolivia%20y%20Per%C3%BA.&text=Api%20con%20cachangas%2C%20Per%C3%BA.&text=Se%20elabora%20a%20partir%20de,le%20otorga%20su%20caracter%C3%ADstico%20color.

ANEXOS

ANEXO 1

NORMAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE HARINAS

MAIZ - NB 312008

Figura 20: Límites Máximos del Maíz

ANEXO 2

NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA Y LA SÉMOLA DE MAÍZ SIN GERMEN

CODEX STAN 155-1985

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma se aplica a la harina y sémola de maíz sin germen destinadas al consumo humano directo, obtenidas de la molienda de granos de maíz común, Zea mays L.

Esta Norma no se aplica a la harina de maíz entero, a las harinas finas de maíz, a la sémola de cocción rápida, a la sémola de maíz molido, a las harinas de maíz que no necesitan levadura, a las harinas de maíz enriquecido, a la sémola de maíz enriquecido, a las harinas de maíz tamizado, a los copos de maíz y a los productos de maíz obtenidos mediante proceso alcalino.

Esta Norma no se aplica a las harinas de maíz que se añaden en la preparación de la cerveza, ni a las harinas de maíz utilizadas para fabricar almidón y para otros usos industriales, ni a las harinas de maíz para la fabricación de piensos.

2. DESCRIPCIÓN

La harina de maíz sin germen es el alimento que se obtiene de los granos de maíz, Zea mays L., totalmente maduros, sanos, sin germen, exentos de impurezas, moho, semillas de malas hierbas y otros cereales mediante un proceso de molienda durante el cual se pulveriza el grano hasta que alcance un grado apropiado de finura y se le quita el salvado y el germen. Durante esa elaboración es posible que se separen partículas gruesas de los granos de maíz molidos, y vuelvan a molerse para mezclarlas con la materia de la que fueron separadas.

La sémola de maíz sin germen es el alimento que se obtiene de los granos de maíz, Zea mays L., totalmente maduros, sanos, sin germen, exentos de impurezas, moho, semillas de malas hierbas y otros cereales mediante un proceso de molienda durante el cual se pulveriza el grano hasta que alcance un grado apropiado de finura y se le quita casi completamente el salvado y el germen.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

Factores de calidad – generales: La harina y sémola de maíz sin germen deberán ser inocuas y apropiadas para el consumo humano.

La harina y sémola de maíz sin germen deberán estar exentas de sabores y olores extraños y de insectos vivos.

La harina y sémola de maíz sin germen deberán estar exentas de suciedad (impurezas de origen animal, incluidos insectos muertos) en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

Factores de calidad – específicos: Contenido de humedad 15,0 % m/m máximo Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos. Se pide a los gobiernos que acepten esta Norma que indiquen y justifiquen los requisitos vigentes en su país.

4. CONTAMINANTES

Metales pesados:

La harina y sémola de maíz sin germen deberán estar exentas de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

Residuos de plaguicidas:

La harina y sémola de maíz sin germen deberán ajustarse a los límites máximos para residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

Micotoxinas:

La harina y sémola de maíz sin germen deberán ajustarse a los límites máximos para micotoxinas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

5. HIGIENE

Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional de Prácticas Recomendado – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean pertinentes para este producto.

En la medida de lo posible, con arreglo a las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables.

Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto:

- Deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud
- Deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud
- No deberá contener ninguna sustancia procedente de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud

6. ENVASADO

La harina y sémola de maíz sin germen deberán envasarse en recipientes que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutritivas, tecnológicas y organolépticas del producto.

Los recipientes, incluido el material de envasado, deberán estar fabricados con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso al que se destinan. No deberán transmitir al producto ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores desagradables.

Cuando el producto se envase en sacos, éstos deberán estar limpios, ser resistentes, y estar bien cosidos o sellados.

7. ETIQUETADO

Además de los requisitos de la Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985) deberán aplicarse las siguientes disposiciones específicas:

Nombre del producto

El nombre del producto que deberá aparecer en la etiqueta será “harina de maíz sin germen” ó “sémola de maíz sin germen”.

Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor La información relativa a los envases no destinados a la venta al por menor deberá figurar en el envase o en los documentos que lo acompañen, salvo que el nombre del producto, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador podrán ser sustituidos por una marca de identificación, siempre que tal marca sea claramente identificable con los documentos que acompañen al envase.

8. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO

Véase textos relevantes del Codex sobre métodos de análisis y muestreo.

En los casos en que figure más de un límite de factor y/o método de análisis se recomienda encarecidamente a los usuarios que especifiquen el límite y método de análisis apropiados.

Figura 21: Métodos de Análisis y Muestreo

ANEXO 3

PROCEDIMIENTO DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Figura 22: Procedimiento de la Determinación de Humedad

ANEXO 4

PROCEDIMIENTO DE LA DETERMINACIÓN DE CENIZAS

Figura 23: Procedimiento de la Determinación de Cenizas