

**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 FÍSICO QUÍMICO DE HARINA DE QUINUA DE LA VARIEDAD
CHENOPODIUM QUINOA**

**TRABAJO EN OPCIÓN AL GRADO DE
DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA**

ANA ROSALIA TAQUICHIRI RODRIGUEZ

**SUCRE - BOLIVIA
2024**

**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 FÍSICO QUÍMICO DE HARINA DE QUINUA DE LA VARIEDAD
CHENOPODIUM QUINOA**

**TRABAJO EN OPCIÓN AL GRADO DE
DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA**

ANA ROSALIA TAQUICHIRI RODRIGUEZ

Tutor: Lic. Christian Aviles Vacaflores

**SUCRE - BOLIVIA
2024**

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Título de Diplomado 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.

Sucre, septiembre de 2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis queridos padres, porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy gracias a ellos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por iluminar mi camino a seguir y que siempre está conmigo en los buenas y sobre todo en los malos momentos, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado a pesar de todos los obstáculos y porque hiciste realidad este sueño.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es obtener e interpretar los resultados fisicoquímicos de la harina de quinua, para lo cual incluiría la evaluación de varios parámetros importantes para determinar su calidad y composición.

En lo referido a la composición proximal, la determinación de humedad se realizara para conocer el contenido de agua presente en la harina. El contenido de proteínas se realizara el análisis para cuantificar la cantidad de proteínas presentes, que en el caso de la quinua suele ser alto. En el caso de lípidos se realizará para la medición de la cantidad de grasas presentes en la harina. La cantidad de carbohidratos se encargará de la determinación de los azúcares y almidones presentes. En el caso de análisis de cenizas la determinación de minerales y elementos inorgánicos presentes en la harina de quinua.

Estos son algunos de los análisis típicos que se realizarían en la harina de quinua para determinar su perfil fisicoquímico y su calidad nutricional. Cada uno de estos análisis proporciona información crucial para asegurar que el producto final cumple con los estándares de calidad y seguridad alimentaria.

INDICE

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.2.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.2.4 METODOLOGIA.....	4

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	7
2.1.1 Introducción a la Quinoa.....	7
2.1.2 Importancia Nutricional.....	8
2.1.3 Análisis Físico-Químico de Harina de Quinoa.....	9
2.1.4 Propiedades Funcionales - Método de Análisis.....	12
2.1.5 Aplicación de la Quinoa en la Producción de Harinas.....	13
2.1.6 Tipos de Harina de Quinoa y Sus Usos.....	14
2.1.7 Beneficios Nutricionales y Funcionales.....	14
2.1.8 Consideraciones en el Uso de Harina de Quinoa.....	15
2.2 MARCO CONTEXTUAL.....	16

2.2.1 Origen y Evolución.....	16
2.2.2 Contexto Económico.....	17
2.2.3 Contexto Tecnológico y de Producción.....	18
2.2.4 Contexto de Salud y Nutrición.....	18
2.2.5 Contexto Regulatorio y Normativo.....	19
2.2.6 Inclusión Social y Empoderamiento.....	20

CAPÍTULO III DESARROLLO

3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO.....	22
3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	23
3.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO.....	23
3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO.....	29
3.4.1 Descripción del proceso por etapas.....	30
3.5 CONTROL DE CALIDAD.....	31
3.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	32
3.7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y REFERENCIAS.....	47
3.7.1 Interpretación de resultados.....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49

TABLAS

Tabla 1: Clasificación según el tipo de residuo	25
Tabla 2: Datos y resultados de la determinación de humedad	27
Tabla 3: Datos y resultados de la determinación de cenizas	29
Tabla 4: Datos y resultados de la determinación de Proteína	31
Tabla 6: Datos y resultados de la determinación de grasa	33

Tabla 7: Datos y resultados de la determinación de Carbohidratos	34
Tabla 8: Resultados obtenidos de los parámetros en el laboratorio	37

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En Bolivia, los antecedentes de análisis físico-químico de la harina de quinua han sido impulsados principalmente por la creciente valoración de los productos alimenticios tradicionales y la búsqueda de alternativas nutritivas y saludables. El amaranto, conocido localmente como "kiwicha", ha sido parte de la alimentación andina durante siglos y ha ganado reconocimiento por su alto contenido de proteínas de calidad, minerales y fibra.

Los estudios y análisis fisicoquímicos de productos derivados de la quinua en Bolivia suelen enfocarse en varios aspectos claves como ser la composición nutricional que investiga el contenido de proteínas, lípidos, carbohidratos, fibra y minerales presentes en la harina de quinua. Esto es crucial para determinar su valor nutricional y compararlo con otros alimentos. Smith, J. (2019).

En el caso de las características físicas, se evalúan la textura, el color y la apariencia física de las barras. Esto puede incluir pruebas de dureza, friabilidad, colorimetría, entre otros métodos instrumentales.

Estos análisis no solo buscan caracterizar las propiedades físicas y químicas de la harina de quinua, sino también promover su valorización como alimento nutritivo y seguro para el consumo local e internacional. La investigación en esta área ha sido apoyada por instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales y el sector privado interesado en el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria en Bolivia. González, M., López, A., & Pérez, R. (2020).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Proporcionar una evaluación integral de las características físicas y composición química de la harina de quinua. Este tipo de análisis se realiza con varios propósitos fundamentales que permitirán evaluar qué características tiene este alimento.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar los análisis fisicoquímicos de los alimentos en el Centro de Investigación y Análisis de Alimentos CIAA., perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología.
- Cuantificar el contenido de humedad, proteínas, lípidos, carbohidratos y cenizas presentes en la harina de quinua. Esto proporciona información crucial sobre su valor nutricional y composición básica.
- Realizar una interpretación de resultados de los análisis físico-químico que permitan obtener una comprensión completa de las propiedades nutricionales, físicas y sensoriales de la harina de quinua, asegurando su calidad y proporcionando información valiosa.

1.3 JUSTIFICACION

La justificación para realizar un análisis físico-químico detallado de la harina de quinua se fundamenta en la garantía de calidad, puesto que el análisis permitirá verificar que la harina de quinua, cumple con estándares de calidad establecidos, asegurando que el producto final sea seguro para el consumo de nuestros niños y adolescentes así esta cumpla con las expectativas de los consumidores en términos de características físicas, sensoriales y nutricionales.

Se trabajara en el Centro de Investigación y Análisis de Alimentos CIAA, perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología, puesto que este laboratorio cuenta con todo el material y

equipamiento para realizar estas pruebas, estos análisis proporcionarían información valiosa para la investigación y desarrollo de nuevos productos a base de quinua ya que permitirán explorar diferentes formulaciones, ajustes en la composición y métodos de procesamiento para diversificar la oferta de productos alimenticios nutritivos y saludables.

Por otra parte también se estaría promocionando los alimentos tradicionales y saludables: La quinua es un alimento tradicional con un alto valor cultural y nutricional en muchas regiones. Realizar análisis físico-químicos ayuda a promover su consumo al destacar sus beneficios para la salud y asegurar su calidad y seguridad.

En resumen, el análisis físico-químico de la harina de quinua es esencial para asegurar su calidad, valor nutricional y cumplimiento con regulaciones, facilitando su comercialización y promoción como parte de una dieta balanceada y saludable.

1.4 METODOLOGIA

La metodología para realizar un análisis físico-químico de la harina de quinua involucra una serie de pasos y técnicas estandarizadas para obtener resultados precisos y comparables. A continuación, se detalla metodologías y técnicas aplicadas para este fin:

Preparación de la muestra:

Selección y muestreo: Seleccionar muestras representativas de la harina de quinua que cubran toda la producción y aseguren la variabilidad del producto.

Molienda: Triturar las muestras de harina de quinua hasta obtener un polvo fino homogéneo. Esto facilita la extracción de componentes solubles y mejora la reproducibilidad de los análisis.

Análisis Físico-Químico:

Determinación de Humedad:

Método: Utilizar un desecador o un analizador de humedad.

Procedimiento: Secar la muestra a una temperatura específica hasta peso constante.

Composición Proximal:

Proteínas:

Método: Kjeldahl o Dumas.

Procedimiento: Digestión ácida de la muestra y posterior valoración de nitrógeno.

Lípidos:

Método: Soxhlet o extracción con solventes.

Procedimiento: Extracción de lípidos utilizando un solvente adecuado como hexano.

Carbohidratos:

Método: Método gravimétrico o análisis por diferencias.

Procedimiento: Calcule la diferencia entre 100% y la suma de humedad, proteínas, lípidos,

Fibra y cenizas.

Análisis de Minerales (Cenizas):

Método: Incineración y posterior análisis de las cenizas.

Procedimiento: Incinerar la muestra para eliminar la materia orgánica y luego analizar el residuo para determinar la concentración de minerales.

Análisis Estadístico y Interpretación de Resultados:

Repetibilidad y Reproducibilidad: Realización de análisis en duplicado o triplicado para asegurar la precisión de los resultados.

Comparación y Interpretación: Comparar los resultados obtenidos con estándares de calidad establecidos o valores de referencia para alimentos similares.

Presentación de Resultados: Presentar los datos obtenidos de manera clara y concisa, utilizando tablas y gráficos según sea necesario.

Esta metodología proporcionara un marco estructurado para realizar un análisis físico-químico completo de la harina de quinua, asegurando la obtención de datos confiables que pueden ser utilizados para evaluar la calidad, seguridad y valor nutricional del producto.

CAPÍTULO II MARCO TEORICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal originario de la región andina de Sudamérica, conocido por sus propiedades nutricionales excepcionales y su versatilidad en la cocina. En esta introducción, exploraremos su historia, características botánicas, importancia nutricional, y su papel en la agricultura y la alimentación global.

2.1.1 Introducción a la Quinua

Historia y Origen

La quinua es cultivada desde hace miles de años en la región andina de Sudamérica, especialmente en los actuales países de Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia. Se considera uno de los cultivos más antiguos y tradicionales de las civilizaciones indígenas andinas.

En tiempos precolombinos, la quinua era un alimento básico para las culturas andinas, como los Incas, quienes la valoraban altamente por sus propiedades nutricionales y su adaptabilidad al entorno montañoso. Los Incas la consideraban "la madre de los granos" y su cultivo era central en sus prácticas agrícolas. Ganesan, K., & Xu, B. (2018)

Características Botánicas

La quinua es una planta herbácea que puede alcanzar alturas de 1 a 3 metros. Tiene hojas en forma de rombo y produce inflorescencias en racimos que contienen pequeñas semillas.

Las semillas de quinua son pequeñas, redondeadas y de diversos colores, incluyendo blanco, rojo y negro. Estas semillas son el principal producto comestible de la planta.

La quinua se adapta a una variedad de condiciones ambientales, incluyendo suelos pobres y altitudes elevadas. Es resistente a condiciones extremas, como sequías y temperaturas frías, lo que la hace adecuada para regiones andinas.

2.1.2 Importancia Nutricional

La quinua es reconocida por su perfil nutricional excepcional. Es rica en proteínas, con todos los aminoácidos esenciales, lo que la convierte en una fuente completa de proteínas. También es alta en fibra, vitaminas (como el ácido fólico y la vitamina B2) y minerales (como hierro, magnesio, fósforo y zinc).

Además de su contenido nutricional, la quinua es libre de gluten, lo que la hace una opción ideal para personas con enfermedad celíaca o sensibilidad al gluten. Su perfil de ácidos grasos incluye grasas saludables, como ácidos grasos omega-3. Ganesan, K., & Xu, B. (2018)

Usos y Aplicaciones

La quinua se utiliza en una amplia gama de aplicaciones culinarias. Puede ser cocida y utilizada como un grano similar al arroz, mezclada en ensaladas, o utilizada en sopas y guisos. Las semillas también se muelen para producir harina de quinua, que se usa en panadería y repostería.

La quinua se encuentra en productos procesados como barras energéticas, cereales y productos sin gluten. Su versatilidad la hace adecuada para diversas formas de preparación y consumo. Kaur, B., & Singh, P. (2019).

Beneficios Ambientales y Económicos

La quinua es una planta de bajo impacto ambiental que puede cultivarse en condiciones adversas, ayudando a la seguridad alimentaria en regiones con suelos degradados y climas extremos.

Su cultivo ha ganado relevancia global y ha impulsado el desarrollo económico en las regiones productoras. La demanda internacional ha llevado a un incremento en la producción y exportación de quinua, beneficiando a los agricultores locales.

Desafíos y Consideraciones

A pesar de sus beneficios, la producción de quinua enfrenta desafíos como la competencia con cultivos convencionales, fluctuaciones en la demanda global y problemas relacionados con la sostenibilidad y la equidad en el comercio.

Con el aumento de la demanda, es crucial preservar las variedades tradicionales de quinua y garantizar que los métodos de cultivo no comprometan la biodiversidad y las prácticas agrícolas locales.

La quinua es un pseudocereal de gran importancia histórica y nutricional, con un papel significativo en la alimentación y la agricultura global. Su adaptabilidad, perfil nutritivo completo y versatilidad en la cocina han llevado a un renovado interés y reconocimiento internacional. A medida que su cultivo y uso continúan expandiéndose, es esencial abordar los desafíos asociados con su producción y asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

El análisis físico-químico de la harina de quinua es crucial para evaluar su calidad, valor nutricional y potencial de aplicación en diferentes productos alimenticios. Este tipo de análisis proporciona información detallada sobre la composición y las propiedades funcionales de la harina, que son importantes tanto para los fabricantes como para los consumidores. Ganesan, K., & Xu, B. (2018)

2.1.3 Análisis Físico-Químico de Harina de Quinua

2.1.3.1 Propiedades Físicas

Humedad - Método de Análisis

Secado en Estufa, la muestra se seca en una estufa a una temperatura controlada (105°C) hasta alcanzar un peso constante. La pérdida de peso se utiliza para calcular el contenido de humedad.

Karl Fischer, utiliza una reacción química para medir el contenido de agua con alta precisión.

Controlar el contenido de humedad es esencial para la estabilidad y vida útil de la harina. Un nivel adecuado previene el crecimiento de microorganismos y la degradación de nutrientes. Kaur, B., & Singh, P. (2019).

Densidad Aparente - Método de Análisis:

Picnómetro o Medidor de Densidad de Polvo, mide la densidad de la harina en un recipiente de volumen conocido.

La densidad aparente afecta la textura de la harina y su comportamiento en procesos de mezcla y formulación de productos.

Tamaño de Partícula

Tamización, se utilizan tamices con diferentes tamaños de malla para clasificar el tamaño de las partículas de harina.

Análisis de Dispersión Láser, mide el tamaño de las partículas basándose en la dispersión de luz.

El tamaño de partícula influye en la textura, la solubilidad y la capacidad de absorción de líquidos de la harina.

2.1.3.2 Propiedades Químicas

Proteínas - Método de Análisis:

Método de Kjeldahl, mide el contenido total de nitrógeno y se convierte a proteínas usando un factor de conversión (6.25 para proteínas).

Método de Dumas, determina el contenido de nitrógeno a través de la combustión y se utiliza para calcular el contenido proteico.

La quinua es conocida por su alto contenido de proteínas y su perfil de aminoácidos completos, lo que la hace valiosa para dietas vegetarianas y veganas.

Carbohidratos - Método de Análisis:

Método Enzimático, determina el contenido de carbohidratos totales mediante la digestión enzimática seguida de medición gravimétrica.

Método de Fenol-Sulfúrico, mide el contenido de carbohidratos totales basado en una reacción química específica.

Los carbohidratos proporcionan energía. Conocer su cantidad y tipo ayuda a evaluar la utilidad de la harina en diferentes aplicaciones alimenticias.

Grasas o Lípidos - Método de Análisis:

Método de Soxhlet, extrae las grasas de la muestra utilizando un solvente orgánico, seguido de evaporación del solvente para medir el contenido graso.

Método de Bligh y Dyer, extrae grasas junto con otros componentes no lipídicos utilizando una mezcla de cloroformo y metanol.

La quinua contiene grasas saludables que son importantes para la salud cardiovascular. Evaluar el contenido de grasas ayuda a entender el perfil lipídico de la harina.

Fibra Dietética - Método de Análisis:

Método de Fibra Cruda, utiliza soluciones ácidas y alcalinas para separar y medir la fibra dietética.

Método de NDF/ADF, mide la fibra detergente neutro (NDF) y fibra detergente ácido (ADF) para evaluar diferentes tipos de fibra en la muestra.

La fibra dietética contribuye a la salud digestiva y afecta la textura y la funcionalidad de la harina en productos alimenticios.

Minerales - Método de Análisis:

Espectrometría de Emisión Atómica (AES), mide la concentración de elementos minerales a través de la emisión de luz en longitudes de onda específicas.

Absorción Atómica (AA), mide la cantidad de luz absorbida por átomos en estado gaseoso para determinar la concentración de minerales.

La quinua es rica en minerales esenciales como hierro, magnesio y zinc, importantes para diversas funciones corporales.

Contaminantes - Método de Análisis:

Detección de Metales Pesados, utiliza técnicas como espectrometría de absorción atómica o cromatografía de líquidos.

Detección de Pesticidas y Micotoxinas, utiliza técnicas específicas de cromatografía y espectrometría.

Asegurar que la harina esté libre de contaminantes es crucial para garantizar la seguridad alimentaria y cumplir con las normativas.

Propiedades Funcionales - Método de Análisis:

Capacidad de Absorción de Agua, determina cómo la harina absorbe agua, lo que afecta su uso en productos de panadería y otros alimentos.

Capacidad de Retención de Agua y Aceite, evaluar cómo la harina retiene agua y aceites puede influir en la textura y estabilidad de los productos finales.

Las propiedades funcionales afectan la textura, la apariencia y la estabilidad de los productos elaborados con harina de quinua.

El análisis físico-químico de la harina de quinua es fundamental para garantizar su calidad y funcionalidad en aplicaciones alimenticias. Evaluar aspectos como la humedad, la densidad, el tamaño de partícula, los componentes nutricionales y la presencia de contaminantes proporciona una comprensión integral de las propiedades de la harina, lo que permite su uso eficaz en diversos productos y garantiza su seguridad y valor nutricional.

2.1.4 Propiedades Funcionales - Método de Análisis

Mide cómo la harina absorbe agua, influenciando la textura y estabilidad en productos. Evalúa cómo la harina retiene agua y aceites, afectando la textura y la funcionalidad del producto final. Las propiedades funcionales afectan la calidad y el rendimiento de la harina en aplicaciones culinarias y procesamientos industriales.

El análisis físico-químico de la harina de quinua es fundamental para evaluar su calidad y funcionalidad. Conocer las propiedades físicas y químicas, así como los niveles de nutrientes y contaminantes, proporciona una visión integral de la harina y permite su uso efectivo en diversas aplicaciones alimenticias. Este análisis ayuda a garantizar que la harina de quinua cumpla con los estándares de calidad y seguridad, y maximiza su valor nutricional y funcional.

El análisis físico-químico de la harina de quinua es esencial para evaluar su calidad y funcionalidad. Comprender los componentes nutricionales, las propiedades físicas y químicas, y garantizar la seguridad alimentaria son aspectos fundamentales para aprovechar al máximo las ventajas nutricionales de la quinua. Este marco teórico conceptual proporciona una base para realizar análisis precisos y para aplicar la harina de quinua en diferentes productos y aplicaciones de manera efectiva.

2.1.5 Aplicación de la Quinua en la Producción de Harinas

Desaponificación

Antes de que los granos de quinua puedan ser molidos, deben desponerse las saponinas, que son compuestos amargos que recubren los granos. Esto se hace mediante un lavado cuidadoso con agua o tratamiento con vapor.

Después del lavado, los granos se secan para reducir su contenido de humedad y facilitar la molienda.

Molienda

Los granos secos de quinua se muelen para obtener harina. Este proceso puede variar en finura, desde harina fina hasta harina gruesa, dependiendo del uso previsto.

La harina puede ser clasificada en harina integral (que incluye el germen y el salvado) o harina refinada (con menor contenido de fibra y mayor suavidad).

2.1.6 Tipos de Harina de Quinua y Sus Usos

Harina Integral de Quinua

Muele el grano entero, conservando la cáscara, el germen y el salvado. Esto proporciona un alto contenido de fibra, proteínas, y nutrientes.

Ideal para panadería, galletas, y productos que se beneficien de una textura más rústica y un perfil nutricional más completo.

Harina Refinada de Quinua

Se obtiene al eliminar parcialmente el salvado y el germen, resultando en una textura más fina y un color más claro.

Adecuada para productos de repostería y panadería que requieren una textura más suave y una apariencia más uniforme.

Mezclas de Harina

La harina de quinua se mezcla a menudo con otras harinas (como harina de trigo o harina de arroz) para mejorar las propiedades funcionales y nutricionales de los productos horneados.

Usada en productos sin gluten, mezclas para pan y pasteles, y otros alimentos que se beneficien de sus propiedades nutritivas.

2.1.7 Beneficios Nutricionales y Funcionales

Perfil Nutricional

La harina de quinua es rica en proteínas y contiene todos los aminoácidos esenciales, haciendo que sea una excelente fuente de proteínas para dietas vegetarianas y veganas.

Ofrece una alta cantidad de fibra dietética, así como minerales esenciales como hierro, magnesio, y zinc, que contribuyen a una dieta equilibrada. Smith, J. (2020).

Funcionalidad en Productos Alimenticios

La harina de quinua puede alterar la textura de los productos horneados, proporcionando una consistencia más densa y una miga más húmeda.

Tiene una alta capacidad de absorción de agua, lo que puede afectar la formulación de recetas y la textura final de los productos.

Aplicaciones Sin Gluten

La harina de quinua es una excelente opción para productos sin gluten, proporcionando una alternativa nutritiva para personas con enfermedad celíaca o sensibilidad al gluten. Smith, J. (2020).

2.1.8 Consideraciones en el Uso de Harina de Quinua

Sabor y Aroma

La harina de quinua tiene un sabor ligeramente a nuez, que puede influir en el perfil de sabor de los productos. En algunos casos, puede ser necesario ajustar las recetas para equilibrar el sabor.

Costo y Accesibilidad

La harina de quinua puede ser más cara que las harinas tradicionales debido a los costos de producción y procesamiento. Esto puede afectar su accesibilidad en algunos mercados.

La disponibilidad de harina de quinua puede variar según la región y la demanda. En mercados internacionales, puede ser más accesible en tiendas especializadas y supermercados de productos naturales.

Adaptación en Recetas

La harina de quinua puede requerir ajustes en la formulación de recetas debido a su capacidad de absorción y perfil nutricional. Experimentar con diferentes proporciones y mezclas puede ser necesario para lograr la textura y el sabor deseados.

La harina de quinua se está convirtiendo en un ingrediente valioso en la industria alimentaria debido a sus beneficios nutricionales y versatilidad. Su aplicación en la producción de harinas permite diversificar la oferta de productos alimenticios y satisfacer las demandas de consumidores interesados en opciones más saludables y nutritivas. Con su uso creciente, es fundamental continuar investigando y adaptando su aplicación para maximizar sus beneficios y superar desafíos asociados con su uso en recetas y productos. Smith, J. (2020).

2.2 MARCO CONTEXTUAL

2.2.1 Origen y Evolución

La quinua es originaria de los Andes, cultivada desde hace más de 5,000 años por las civilizaciones indígenas de América del Sur, especialmente por los incas. Era un alimento fundamental en su dieta y considerado sagrado.

A finales del siglo XX y principios del XXI, la quinua ha resurgido como un "superalimento" debido a su perfil nutricional único y su adaptabilidad en diversos contextos alimentarios.

Significado Cultural

En las culturas andinas, la quinua no solo es un alimento, sino también parte de tradiciones y celebraciones. Su cultivo y consumo están profundamente arraigados en la cultura local.

En las últimas décadas, la quinua ha ganado reconocimiento a nivel global como un ingrediente saludable, lo que ha llevado a un aumento en su demanda internacional.

2.2.2 Contexto Económico

Producción y Mercado

La producción de quinua se concentra principalmente en países andinos como Bolivia, Perú y Ecuador. Sin embargo, su cultivo se ha expandido a otras regiones debido a su demanda creciente.

La quinua ha tenido un impacto significativo en las economías locales de los países productores. La exportación de quinua contribuye a la economía y al empleo en estas regiones.

Tendencias del Mercado

La creciente conciencia sobre la salud y la nutrición ha impulsado la demanda de quinua en mercados internacionales. Esto ha llevado a un aumento en la producción y comercialización de harina de quinua.

A medida que la demanda global crece, los precios de la quinua pueden fluctuar. Esto puede afectar la accesibilidad del producto en los mercados locales y globales.

Sostenibilidad y Desafíos

La producción de quinua enfrenta desafíos relacionados con la sostenibilidad, como el uso de agua y la degradación del suelo. La agricultura sostenible es crucial para garantizar la viabilidad a largo plazo del cultivo.

El cambio climático y las condiciones meteorológicas extremas pueden afectar la producción de quinua. La adaptación a estos desafíos es importante para mantener la producción estable.

2.2.3 Contexto Tecnológico y de Producción

Procesamiento

El proceso de eliminación de saponinas es esencial para eliminar el sabor amargo y mejorar la calidad de la harina de quinua. Este proceso puede involucrar lavado o tratamiento con vapor.

La harina de quinua se obtiene mediante la molienda de los granos. El proceso de molienda puede variar para obtener diferentes tipos de harina, desde harina integral hasta harina refinada.

Innovación en Productos

La harina de quinua se utiliza en una variedad de productos alimenticios, incluyendo panes, galletas, pasteles y mezclas para bebés. La innovación en el uso de harina de quinua continúa expandiéndose.

La harina de quinua es una opción popular para productos sin gluten, lo que abre oportunidades en el mercado de alimentos especializados.

2.2.4 Contexto de Salud y Nutrición

Beneficios Nutricionales

La harina de quinua es rica en proteínas, fibra, grasas saludables, vitaminas y minerales. Estos beneficios nutricionales la hacen adecuada para una dieta equilibrada y saludable.

La quinua es especialmente valiosa para dietas vegetarianas y veganas debido a su perfil de aminoácidos completos. También es adecuada para personas con intolerancias al gluten.

Impacto en la Salud Pública

El consumo de harina de quinua puede contribuir a la prevención de enfermedades crónicas y mejorar la salud digestiva y cardiovascular.

Aumentar la conciencia sobre los beneficios de la harina de quinua puede fomentar su inclusión en dietas y mejorar la salud pública.

2.2.5 Contexto Regulatorio y Normativo

Normativas de Calidad

La harina de quinua debe cumplir con las normativas de calidad y seguridad alimentaria establecidas por organismos reguladores en diferentes países. Esto incluye controles de calidad para garantizar la pureza y la seguridad del producto.

Certificaciones y Etiquetado

La quinua y sus productos pueden obtener certificaciones orgánicas o sin gluten, lo que puede influir en la percepción del consumidor y en la comercialización.

El etiquetado adecuado es crucial para proporcionar información clara sobre los ingredientes, beneficios nutricionales y certificaciones.

El marco contextual de la harina de quinua ofrece una visión integral de su historia, importancia económica, tecnología de producción, beneficios nutricionales y regulaciones.

Este enfoque contextualizado permite entender mejor el papel de la harina de quinua en el mercado global y su impacto en la salud, la economía y la cultura. Con esta comprensión, se pueden tomar decisiones informadas sobre la producción, comercialización y consumo de harina de quinua, promoviendo su uso sostenible y beneficioso en diversos contextos.

Educación Nutricional

La promoción de la harina de quinua y su inclusión en programas educativos pueden aumentar la conciencia sobre los beneficios nutricionales y ayudar a combatir problemas de salud relacionados con la dieta.

En algunos países, la quinua se incluye en programas de alimentación escolar para mejorar la nutrición de los niños y fomentar hábitos alimenticios saludables desde una edad temprana.

Desarrollo Económico y Empleo

El cultivo y procesamiento de quinua generan ingresos significativos para los agricultores y las comunidades locales en los países productores. La venta de harina de quinua en mercados locales e internacionales contribuye al desarrollo económico.

La producción de harina de quinua ofrece a los agricultores la oportunidad de diversificar sus ingresos y reducir la dependencia de cultivos tradicionales. González, M., López, A., & Pérez, R. (2020).

Empleo y Capacitación

La industria de la quinua proporciona empleo en áreas rurales y urbanas, desde el cultivo hasta el procesamiento y la comercialización. Esto ayuda a mejorar las condiciones de vida en las comunidades productoras.

Programas de capacitación en técnicas de cultivo y procesamiento pueden mejorar las habilidades de los agricultores y trabajadores, aumentando la eficiencia y la calidad del producto. González, M., López, A., & Pérez, R. (2020).

2.2.6 Inclusión Social y Empoderamiento

En muchas comunidades andinas, las mujeres juegan un papel clave en el cultivo, procesamiento y comercialización de la quinua. Este sector les proporciona una fuente importante de ingresos y les permite participar activamente en la economía local.

Programas y cooperativas que apoyan a las mujeres en la producción de quinua contribuyen a su empoderamiento económico y social.

Cooperativas y Asociaciones

Las cooperativas de quinua permiten a los pequeños productores unirse para obtener mejores precios, compartir recursos y acceder a mercados más amplios.

Estas asociaciones también brindan apoyo en términos de capacitación, financiamiento y acceso a tecnología, fortaleciendo la capacidad de los productores para competir en el mercado global.

Globalización y Su Influencia

La creciente demanda global de quinua ha llevado a un aumento en los precios, lo que puede beneficiar a los productores locales pero también puede afectar la accesibilidad del producto en mercados locales.

La globalización ha llevado a un aumento en el consumo de quinua en mercados internacionales, promoviendo su inclusión en diversas cocinas y dietas alrededor del mundo. González, M., López, A., & Pérez, R. (2020).

Adaptación Cultural

La introducción de quinua en la cocina global ha llevado a la creación de nuevas recetas y aplicaciones culinarias, fusionando sabores y técnicas tradicionales con innovaciones modernas. A pesar de su expansión global, es importante asegurar que la producción y consumo de quinua respeten y preserven las tradiciones culturales de las comunidades originarias.

El marco contextual social de la harina de quinua destaca la importancia de este producto en términos de valor cultural, salud comunitaria, desarrollo económico y empoderamiento social. La harina de quinua no solo tiene un impacto positivo en la nutrición y la economía de las comunidades productoras, sino que también juega un papel importante en la preservación de tradiciones culturales y en la promoción de la inclusión y el empoderamiento social. Al entender estos aspectos contextuales, se puede apoyar de manera más efectiva el desarrollo sostenible y equitativo de la industria de la quinua.

CAPÍTULO III DESARROLLO

3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO

El análisis físico-químico de la harina de quinua se refiere a la evaluación de sus características físicas y químicas para determinar su calidad, composición y propiedades funcionales. Este análisis es fundamental para garantizar que la harina cumpla con los estándares necesarios para su uso en la industria alimentaria y para asegurar su valor nutricional.

Determina la finura o grosor de la harina. Puede afectar la textura de los productos finales. Mide la masa por unidad de volumen de la harina, lo que influye en su manejo y almacenamiento.

El contenido de humedad se evalúa para prevenir el crecimiento de moho y bacterias, y para asegurar una vida útil adecuada. El color de la harina puede indicar su frescura y calidad. Se mide con escalas de color y puede afectar la apariencia del producto final.

La textura de la harina puede influir en la consistencia de las mezclas y productos finales. Contenido de proteínas, importante para la calidad nutricional y funcional de la harina.

Contenido de lípidos, que puede influir en el sabor y la vida útil. Incluye almidones y azúcares, relevantes para el valor energético y las propiedades funcionales. Contenido de fibra, que contribuye a la calidad nutricional y digestiva. La evaluación de los aminoácidos esenciales para determinar la calidad proteica de la harina. Contenido de minerales como hierro, calcio, magnesio, y zinc, que son importantes para la salud y el valor nutritivo.

Análisis de vitaminas como la vitamina B y vitamina E, que aportan valor nutricional. El pH de la harina puede afectar su comportamiento durante el procesamiento y almacenamiento. La cantidad de agua libre en la harina, que puede influir en su estabilidad y susceptibilidad al crecimiento microbiano.

Estos análisis son esenciales para asegurar que la harina de quinua sea adecuada para su uso en productos alimenticios y cumpla con las normativas de seguridad y calidad.

3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

La caracterización específica de la harina de quinua se centra en sus propiedades únicas que la distinguen de otras harinas y en sus beneficios potenciales para la nutrición y la tecnología alimentaria.

La harina de quinua es rica en proteínas de alta calidad, con un perfil de aminoácidos que incluye todos los aminoácidos esenciales. Esto la hace una fuente completa de proteínas comparada con muchas otras harinas vegetales.

Contiene grasas saludables, incluyendo ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico. El contenido de grasas es relativamente bajo, pero la quinua aporta ácidos grasos beneficiosos.

Principalmente almidones, que proporcionan energía. También contiene azúcares simples en pequeñas cantidades. Es una buena fuente de fibra, que contribuye a la salud digestiva y puede ayudar a controlar el azúcar en sangre.

Alta en vitaminas del complejo B (como B1, B2, B6) y vitamina E, que son importantes para el metabolismo y la protección antioxidante. Rica en minerales como hierro, magnesio, fósforo, zinc y calcio, que son esenciales para diversas funciones corporales.

3.3 PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS ALIMENTOS

El proceso de control de calidad de los alimentos es fundamental para garantizar la seguridad, la calidad y la conformidad de los productos alimenticios. Este proceso abarca varias etapas y técnicas para asegurar que los alimentos cumplan con los estándares y regulaciones establecidos.

3.3.1 Equipos, Materiales, Reactivos, Eliminación de desechos, etc.

Equipos

Los siguientes equipos son los que se usan para los análisis que se realizan en el laboratorio

- Extractor soxhlet

- Horno de convección
- Mufla
- Destilador Kjeldahl
- Agitador magnético
- pH-metro
- Balanzas analíticas
- Centrífuga
- Alcohólmetero
- Refractómetro digital
- Mixer
- Rotavapor
- Vernier
- Baño maría para butirómetros
- Analizador de cereales
- Analizador de lácteos

Materiales

Se cuenta con materiales de vidrio, goma, metálicos, porcelana, plásticos y de uso personal.

Materiales de vidrio

- Buretas
- Balones
- Pipetas graduadas
- Pipetas volumétricas
- Desecador
- Matraz Erlenmeyer
- Matraz volumétrico aforado
- Balones

- Vasos de precipitado de 100-1000 mL
- Embudos de vidrio
- Tubos de ensayo
- Varillas de vidrio
- Vidrio de reloj
- Probetas
- Butirómetros
- Lactodensímetro

Materiales de goma

- Propipetas
- Tapones
- Perillas
- Manguera

Materiales metálicos

- Pinzas
- Espátulas
- Gradillas
- Soporte universal
- Asbesto

Materiales de porcelana

- Cisoles
- Morteros con pilón
- Embudo buchner

Materiales de plástico

- Piseta
- Tips

- Goteros

Materiales de uso personal

- Mandil blanco
- Guantes
- Gorro
- Barbijo

Reactivos

Los reactivos utilizados en el laboratorio son los siguientes:

- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido clorhídrico
- Ácido acético
- Ácido metafosfórico
- Ácido bórico
- Éter de petróleo
- Hidróxido de sodio
- Etanol
- Sulfato de cobre
- Sulfato de sodio
- Nitrato de plata
- Hidróxido de potasio
- Indicadores
- 2,6 Endofenol azul
- EDTA
- Hexano

Eliminación de desechos

Los desechos son separados de acuerdo al grado de peligrosidad en recipientes adecuados al tipo de residuo generado que son diferentes bolsas de colores.

Tabla N°1: Clasificación según el tipo de residuo

Tipos de residuo	Contenedores
Biológicos	Color rojo
Comunes	Color negro
Químicos	Color azul
Corto punzantes	Con tapa

Fuente: Elaboración propia

Residuos biológicos

Son los residuos consistentes en materiales de contacto directo con el cuerpo humano como barbijos, guantes, gorros, material de curas manchado con sangre, etc.

Residuos comunes

Son aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no son peligrosos para la salud como ser: cartones, plásticos, restos de alimentos, basuras del jardín, etc.

Residuos Químicos

Son sustancias químicas peligrosos que contienen materiales que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables, representan un peligro para la salud humana y el ambiente.

Residuos corto punzantes

Son materiales de vidrio que pueden llegar a ocasionar cortaduras, por esta razón se debe tener mucho cuidado al momento de desecharlos al recipiente.

3.3.2 Desinfección de materiales y equipos

Limpieza

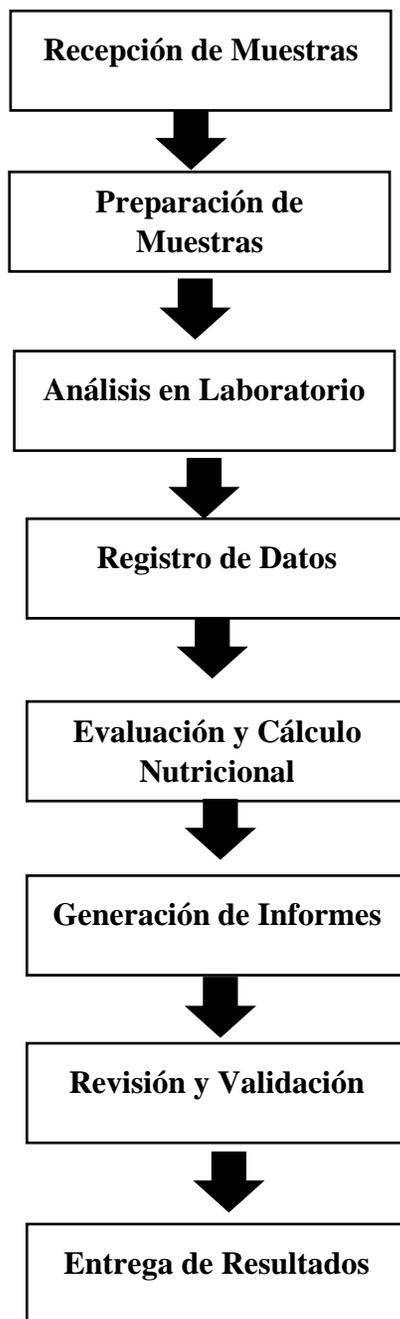
Todos los días al ingresar al laboratorio de bromatología se realiza la limpieza de los mesones y equipos con paño húmedo y lavandina, así para trabajar en un ambiente limpio y sin polvo.

Para el lavado de los materiales se usa guantes de goma, detergentes esta acción se realiza después de cada ensayo, en caso necesario utilizar esponjas, cepillo. Después enjuagar los materiales con agua destilada.

Desinfección

La desinfección de los mesones, de los ambientes se realiza con una solución de hipoclorito de sodio al 0,5 % y al 1 % para el piso.

3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DE ANALISIS NUTRICIONAL EN ALIMENTOS



Fuente: Elaboración Propia

3.4.1 Descripción del Proceso por etapas

El proceso de análisis nutricional en alimentos proporciona una visión clara y estructurada de las etapas involucradas en la evaluación de la composición nutricional de los alimentos.

Recepción de Muestras

Recepción y registro de las muestras de alimentos a analizar, entradas: muestras de alimentos.

Preparación de Muestras

Preparación física y química de las muestras para los análisis, que puede incluir molienda, mezclado y homogenización.

Análisis Químico

Determinación de los componentes químicos y nutrientes específicos en las muestras, como proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas, minerales, etc.

Registro de Datos

Documentación y almacenamiento de los resultados de los análisis químicos.

Evaluación y Cálculo Nutricional

Evaluación de los resultados para calcular el perfil nutricional del alimento, incluyendo el valor energético, contenido de macronutrientes y micronutrientes.

Generación de Informes

Preparación de informes detallados que presentan los resultados del análisis nutricional.

Revisión y Validación

Revisión de los informes y validación de los resultados para asegurar la precisión y conformidad con los estándares.

Entrega de Resultados

Entrega de los informes validados a los clientes o departamentos solicitantes. Recopilación de retroalimentación sobre el proceso y los resultados para implementar mejoras continuas.

3.5 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad en la harina de quinua es esencial para garantizar que el producto final sea seguro, nutritivo y cumpla con las especificaciones requeridas para su uso en la industria alimentaria. Este control implica una serie de pruebas y procedimientos que abarcan desde la materia prima hasta el producto final.

Asegurarse de que los granos de quinua utilizados sean de alta calidad, sin presencia de contaminantes visibles o daños.

Verificar que los granos no contengan impurezas, como piedras, tierra o granos dañados. Evaluar el contenido de humedad de los granos de quinua para asegurar que esté en un rango adecuado antes del proceso de molienda, lo cual afecta la estabilidad y calidad de la harina.

Mantener estrictas normas de limpieza y desinfección en los equipos y el entorno de procesamiento para evitar la contaminación cruzada.

Controlar las condiciones de molienda, como la temperatura y la velocidad del molino, para asegurar una molienda uniforme y evitar la degradación del producto.

Medir la distribución del tamaño de las partículas para asegurar que cumpla con las especificaciones requeridas para su uso. Evaluar la densidad para determinar la consistencia y adecuación para diferentes aplicaciones.

Controlar el contenido de humedad en la harina para prevenir el crecimiento microbiano y mantener una buena vida útil. Medir el color de la harina para asegurar que sea uniforme y cumpla con los estándares de calidad esperados. Determinar los niveles de proteínas, grasas y carbohidratos para verificar que cumplan con las especificaciones nutricionales. Analizar el contenido de fibra dietética y minerales esenciales para asegurar el valor nutricional de la harina.

Realizar pruebas para detectar la presencia de metales pesados, pesticidas y micotoxinas. Es fundamental asegurar que la harina esté libre de contaminantes potencialmente dañinos.

Implementar un sistema integral de control de calidad en la harina de quinua no solo ayuda a mantener la seguridad y la calidad del producto, sino que también contribuye a la satisfacción del consumidor y a la reputación de la marca.

3.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.6.1 Determinación de Humedad de la harina de quinua

Este método se basa en secar la muestra en un vaso precipitado en el horno a 105 °C, para que después sea pesada hasta que alcance un peso constante y así calcular la humedad del alimento balanceado.

Método: Gravimétrico

Objetivos

- Determinar el contenido de humedad de la harina de quinua

Materiales y Equipos

- Horno de convección forzada
- Desecador
- Balanza analítica
- Termo higrómetro ambiental
- Pinzas
- Vasos precipitados
- Nailon
- Tijera

Precauciones y advertencias de seguridad

- No se debe introducir vasos mojados con muestra al horno

- Manipular los vasos precipitados con una pinza
- Abrir cuidadosamente el horno para evitar el movimiento de los vasos, porque podrían caer
- Controlar siempre el tiempo de trabajo

Preparación de la muestra

Homogenizar la harina en un mortero de porcelana hasta obtener granulometría uniforme, en el laboratorio de bromatología los análisis de cada muestra se realizan por duplicado, registrando fecha, hora, temperatura y humedad en que se realiza el ensayo

Procedimiento

- Tarar los vasos, llevando los vasos durante 30 min al horno a 105 °C
- Dejar enfriar los vasos en el desecador por 30 min
- Pesarse los vasos en la respectiva balanza y registrar los datos en el cuaderno de humedades en el sector de vasos tarados sin arenilla
- Realizar la respectiva limpieza de la balanza
- Tarar la balanza analítica
- Homogenizar la muestra a analizar y codificar los vasos
- Pesarse 5 gr de la muestra homogenizada en los vasos, previamente tarado
- Colocar los vasos al horno de convección forzada durante 2 h a 105°C
- Sacar los vasos con pinzas al desecador y dejar enfriar durante 30 min
- Pesarse el vaso más la muestra y anotar en el cuaderno de humedades
- Volver a llevar el vaso al horno de convección forzada durante 1 h
- Colocar el vaso al desecador con la pinza tijera durante 30 min
- Pesarse los vasos y seguir el mismo procedimiento de los dos últimos pasos hasta obtener un peso constante
- Realizar los respectivos cálculos

Cálculos

El contenido de humedad en la muestra se expresa en porcentaje y se obtiene de acuerdo con siguiente fórmula:

$$\% \text{ Materia Seca} = \frac{W (\text{vaso} + \text{muestra seca}) - W \text{ vaso vacío}}{W \text{ muestra}} * 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \text{Materia seca}$$

Tabla N° 2 : Datos y resultados de la determinación de humedad de la harina de quinua

Humedad	Método de ensayo		NB 074	Temperatura de ensayo	Condiciones ambientales de ensayo	T °C	H %
	Gravimétrico			105 °C		20	38
Ensayo	Fecha de ensayo	Hora de ensayo	W vaso vacío (g)	W muestra (g)	W (vaso + muestra) (g) última pesada	Analista	
A	2024/08/08	09:50	55,2996	2,0942	57,1256	A.T	
B	2024/08/08	09:55	46,4237	2,0337	48,1983	A.T	

Fuente: Elaboración propia

Ensayo A:

$$\% \text{ Materia Seca} = \frac{57,1256 - 55,2996}{2,0942} * 100$$

$$\% \text{ Materia Seca} = 87,1932$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - 87,1932$$

$$\% \text{ Humedad} = 12,77$$

Ensayo B:

$$\% \text{ Materia Seca} = \frac{48,1983 - 46,4237}{2,0337} * 100$$

$$\% \text{ Materia Seca} = 87,2596$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - 87,25967$$

$$\% \text{ Humedad} = 12,75$$

Promedio:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{12,77 + 12,75}{2}$$

$$\% \text{ Humedad} = 12,77$$

3.6.2 Determinación de cenizas de la harina de quinua

Las cenizas en los alimentos es un término analítico usado para identificar los residuos que permanecen después de que la materia orgánica se ha quemado (incinerado o calcinado). Cuando los alimentos y productos alimenticios se calientan a temperaturas de 500 a 600 °C, el agua y otros constituyentes se escapan como vapores y los constituyentes orgánicos se queman en la presencia de oxígeno del aire convirtiéndose a dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y también junto con hidrógeno en forma de agua.

Método: Gravimétrico

Objetivos

- Determinar el contenido de cenizas de la harina de quinua

Materiales y Equipos

- Desecador
- Pinzas

- Crisoles
- Balanza analítica
- Mufla
- Termohigrómetro ambiental

Precauciones y advertencias de seguridad

- Al momento de pesar en la balanza mantener siempre cerrado porque esto influye en el peso de la muestra
- Manejar los crisoles siempre con pinzas y mucho cuidado
- Al principio colocar los crisoles al borde de la hornilla y conforme pasando el tiempo introducir poco a poco al centro de la hornilla, esto para evitar que la muestra se derrame
- Verificar que la temperatura de la mufla antes de introducir los crisoles para evitar el clisamiento en los crisoles
- Esperar a que la temperatura descienda a los 250 °C para extraer los crisoles de la mufla
- No abrir la mufla durante el tiempo de calcinación para evitar el ingreso del aire y provocar un intercambio de muestra
- Controlar los tiempos de calcinación en la mufla y enfriamiento en el desecador

Preparación de la muestra

Mezclar la harina de huesos hasta obtener granulometría uniforme, en el laboratorio de bromatología los análisis de cada muestra se realizan por duplicado, registrando fecha, hora, temperatura y humedad en que se realiza el ensayo

Procedimiento

- Tarar los crisoles vacíos, en el horno de convección forzada durante 30 min a una temperatura de 105 °C
- Sacar los crisoles a un desecador hasta que enfrié a temperatura ambiente unos 30 min
- Pesar los crisoles vacíos y anotar en el cuaderno de los crisoles tarados

- Homogenizar la muestra
- Limpiar y tarar la balanza
- Pesar 2 g de muestra en los crisoles tarados
- Precalcinar la muestra en el borde de una hornilla, cuando se vea que disminuye en agua mover los crisoles al centro de la hornilla
- Cuando la muestra color gris o negro desconectar la hornilla
- Colocar los crisoles en la mufla con las pinzas a una temperatura de 550 °C durante 4 h, para la respectiva calcinación
- Dejar enfriar unos 30 min los crisoles en la mufla
- Poner los crisoles al desecador durante 30 min
- Pesar los crisoles con la muestra
- Realizar los respectivos cálculos

Cálculos

El contenido de cenizas en la muestra se expresa en porcentaje y se obtiene de acuerdo con siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{W (\text{crisol} + \text{cenizas}) - W \text{ vaso vacío}}{W \text{ muestra}} * 100$$

Tabla 3: Datos y resultados de la determinación de cenizas en la harina de quinua

Cenizas	Método de ensayo		NB 075	Temperatura de ensayo	Condiciones ambientales de ensayo	T °C	H %
	Gravimétrico			550 °C		20	32
Ensayo	Fecha de ensayo	Hora de ensayo	W crisol vacío (g)	W muestra (g)	W (vaso + muestra) (g)	Analista	
A	2024/08/09	11:49	28,2432	2,0623	28,2596	A.T	
B	2024/08/09	11:55	28,6883	2,0095	28,7041	A.T	

Fuente: Elaboración propia

Ensayo A:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{28,2596 - 28,2432}{2,0623} * 100$$

$$\% \text{ Ceniza} = 0,79$$

Ensayo B:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{28,7041 - 28,6883}{2,0095} * 100$$

$$\% \text{ Ceniza} = 0,78$$

Promedio:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{0,79 - 0,78}{2}$$

$$\% \text{ Ceniza} = 0,79$$

3.6.3 Determinación de Proteínas de la harina de quinua

Se realiza mediante el método Kjeldahl con una cantidad, pesada de barra que se trata con ácido sulfúrico concentrado en presencia de sulfato de potasio y sulfato de cobre que hace las funciones de catalizador con el objetivo de transformar en nitrógeno amoniacal. El amoniaco es liberado por la adición de hidróxido de sodio, se adiciona una solución de ácido bórico e indicador mixto y seguidamente se destila. Tras ello el amoniaco se valora con la disolución de ácido normalizado de ácido sulfúrico.

Método: Gravimétrico

Objetivo

Determinar el contenido de proteína en la harina de quinua

Materiales y Equipos

- Balanza analítica
- Digestor Kjeldahl
- Bureta eléctrica
- Matraz volumétrico
- Micropipeta
- Termohigrómetro ambiental
- Agua destilada
- Probeta
- Ácido sulfúrico concentrado 95-97 %
- Sulfato de potasio 5 g
- Sulfato de cobre 0,10 g
- Ácido bórico al 2 %
- Hidróxido de sodio 45 %
- Indicador mixto

Precauciones y advertencias de seguridad

- Homogenizar bien la muestra
- Agregar con mucho cuidado el ácido sulfúrico al matraz volumétrico
- Al principio colocar los balones al borde de la hornilla y conforme pasando el tiempo introducir poco a poco al centro de la hornilla
- Colocar los tubos al digestor Kjeldahl con mucho cuidado sin golpear
- Verificar si el destilador Kjeldahl este limpio para seguidamente destilar

Preparación de la muestra

Homogenizar en un mortero de porcelana hasta obtener granulometría uniforme, en el laboratorio de bromatología los análisis de cada muestra se realizan por duplicado, registrando fecha, hora, temperatura y humedad en que se realiza el ensayo

Procedimiento

- Tarar la balanza analítica
- Homogenizar la muestra a analizar y codificar los matraces aforados
- Pesar 0,5 g de la muestra homogenizada en los matraces aforados de 100 mL
- Pesar 0,10 g de sulfato de cobre, 5 g de sulfato de potasio y añadir 10 mL de ácido sulfúrico concentrado y posteriormente agitar
- Colocar en la hornilla aproximadamente 4 h, hasta que adquiera un color verde claro
- Dejar enfriar los matraces aforados a temperatura ambiente
- Diluir las soluciones de muestra con 50 ml de agua destilada en los matraces aforados
- Encender el equipo de destilación Kjeldahl, lavar el equipo con agua destilada
- Agregar 3 gotas de indicador mixto y 20 ml de ácido bórico al 2 % al matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Vaciar las soluciones diluidas al tubo de digestión del equipo y añadir 40 mL de hidróxido de sodio al 45 %
- Llevar al equipo para su respectiva destilación
- Recoger 150 mL de destilado
- Titular el destilado con una solución estandarizada de ácido sulfúrico 0,1 N con la ayuda de la bureta eléctrica
- La titulación termina cuando el destilado vira de color verde a rosado
- Para todo ensayo se realiza un blanco en el cual se utilizan todas las sustancias menos la muestra
- Realizar los cálculos

Cálculos

El contenido de proteínas en la muestra se expresa en porcentaje y se obtiene de acuerdo con siguiente fórmula:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(V_1 - V_2) * N * f * 1.401}{W \text{ muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ N} * F$$

Donde:

V_1 = mL gastados de ácido sulfúrico 0,1 N en la muestra

V_2 = mL de ácido sulfúrico gastados en el blanco

N= Normalidad del ácido sulfúrico (0,1 N)

f= Factor de estandarización del ácido sulfúrico (1)

1,401= Factor de conversión del ácido sulfúrico a nitrógeno

F= Factor de conversión de nitrógeno a proteína

Para materiales verdes: F= 6,25

Tabla 4: Datos y resultados de la determinación de la harina de quinua

Proteína	Método de ensayo		NB 076	Temperatura de ensayo		Condiciones ambientales de ensayo	T °C	H %
	Gravimétrico			Digestión		Titulación	20	41
Ensayo	Fecha de ensayo	Hora de ensayo	W muestra (g)	Hora inicio	Hora final	Volumen total de destilado mL	Volumen gastado de H ₂ SO ₄ 0,1 N mL	Analista
Blanco	2024/08/11			9:30	14:30	150	0,22	A.T
A	2024/08/11	10:10	0,5042	9:30	14:30	150	09,48	A.T
B	2024/08/11	10:15	0,5099	9:30	14:30	150	09,47	A.T

Fuente: Elaboración propia ITA

Ensayo A:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(09,48 - 0,22) * 0,1 * 1 * 1.401}{0,5042}$$

$$\% \text{ Proteína} = 2,57 * 6,25$$

$$\% \text{ Proteína} = 16,08$$

Ensayo B:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(09,47 - 0,22) * 0,1 * 1 * 1.401}{0,5099}$$

$$\% \text{ Proteína} = 2.55 * 6,25$$

$$\% \text{ Proteína} = 16,05$$

Promedio:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{16,08 + 16,05}{2}$$

$$\% \text{ Proteína} = 16,06$$

3.6.4 Determinación de Grasas de la harina de quinua

El contenido en materia grasa se determina por análisis gravimétrico, mediante extracción de la materia grasa, por medio de éter etílico y éter de petróleo, evaporación de los disolventes y posterior pesado del residuo resultante, según el principio del método de soxhlet.

Método: Gravimétrico

Objetivos

- Determinar el contenido de grasa de la harina de quinua

Materiales y Equipos

- Balones
- Pinzas
- Papel filtro
- Extractor soxhlet
- Balanza analítica
- Soporte universal

- Desecador
- Horno de convección forzada
- Ácido clorhídrico 1:4
- Hexano
- Hornilla
- Varilla de vidrio
- Matraz Erlenmeyer
- Vaso precipitado
- Termohigrómetro ambiental

Precauciones y advertencias de seguridad

- Cerrar la puerta de la sala de balanza para que no influya en el peso de las muestras
- Verificar que los balones estén limpios y secos
- Certificar que el baño maría del equipo Soxhlet este siempre con agua
- Controlar el tiempo de extracción

Preparación de la muestra

Homogenizar en un mortero de porcelana hasta obtener granulometría uniforme, en el laboratorio de bromatología los análisis de cada muestra se realizan por duplicado, registrando fecha, hora, temperatura y humedad en que se realiza el ensayo

Procedimiento

- Tarar los balones durante 30 min en el horno de convección forzada a una temperatura de 105 °C
- Dejar enfriar los balones en el desecador por 30 min
- Pesar los balones en la respectiva balanza y registrar los datos en el cuaderno de balones tarados
- Realizar la respectiva limpieza y tarado de la balanza
- Homogenizar la muestra a analizar y codificar los balones

- Pesar 2 g de muestra homogenizada en un vaso precipitado
- Enrasar con 50 mL de ácido clorhídrico 1:4
- Poner en la hornilla durante 30 min y aumentar con agua si baja de los 50 mL
- Lavar el vaso con una varilla y agua destilada caliente unas 3 veces y filtrar a un matraz Erlenmeyer
- Dejar secar el papel filtro a temperatura ambiente
- Doblar el papel filtro y envolver con otro papel filtro, por consiguiente amarrar con hilo
- Codificar el cartucho con la muestra y colocar en el tubo de extractor Soxhlet
- Colocar 50 mL de hexano en el balón de extracción previamente tarado y se lo une al tubo de extracción
- Controlar la extracción durante 4 h verificando que el hexano no se acabe
- Transcurrido ese tiempo se enfría el balón a temperatura ambiente
- Secar en el horno al balón a 105 °C durante 1 h
- Sacar al desecador durante 30 min para que enfríe y pesar el balón más la grasa
- Realizar los cálculos para determinar la grasa

Cálculos

El contenido de grasa en la muestra se expresa en porcentaje y se obtiene de acuerdo con siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{W (\text{balon} + \text{grasa}) - W \text{ balón vacío}}{W \text{ muestra}} * 100$$

Tabla 5: Datos y resultados de la determinación de grasa de la harina de quinua

Grasas	Método de ensayo				NB 103	Condiciones ambientales de ensayo		T °C	H %
	Gravimétrico			W muestra (g)		Extracción			
Ensayo	Fecha de ensayo	Hora de ensayo	W muestra (g)		W balón vacío (g)	Hora inicio	Hora final	W balón+grasa (g)	Analista
A	2024/08/13	11:00	2,0250	126,2051	11:40	15:40	126,2840	A.T	
B	2024/08/13	11:05	2,0837	107,5466	11:40	15:40	107,6269	A.T	

Fuente: Elaboración propia

Ensayo A:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{126,2840 - 126,2051}{2,0250} * 100$$

$$\% \text{ Grasa} = 3,90$$

Ensayo B:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{107,6269 - 107,5466}{2,0837} * 100$$

$$\% \text{ Grasa} = 3,85$$

Promedio:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{3,90 + 3,85}{2}$$

$$\% \text{ Grasa} = 3,87$$

3.6.5 Determinación de Carbohidratos de la harina de quinua

El método se basa en la sustracción de humedad, cenizas, proteínas y extracto etéreo, para determinar los carbohidratos.

Método: Cálculo por diferencia

Objetivo

- Determinar los carbohidratos de la harina de quinua

Procedimiento

- Determinar el porcentaje de humedad, cenizas, grasa y proteínas
- Sumar los porcentajes

- Restar de 100 los porcentajes sumados

Cálculos

El contenido de Carbohidratos en la muestra se expresa en porcentaje y se obtiene de acuerdo con siguiente fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ humedad}) - (\% \text{ cenizas}) - (\% \text{ grasa}) - (\% \text{ proteína})$$

Tabla 6: Datos y resultados de la determinación de Carbohidratos de la harina de quinua

% Humedad	% Cenizas	% Grasa	% Proteína
12,77	0,79	3,87	16,06

Fuente: Elaboración propia

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - 12,77 - 0,79 - 3,87 - 16,06$$

$$\% \text{ Carbohidratos} = 66,51$$

3.6.6 Determinación del valor energético de la harina de quinua

El valor calórico de un alimento es proporcional a la cantidad de energía que puede proporcionar al quemarse en presencia de oxígeno. Se mide en calorías, que es la cantidad de calor necesario para aumentar en un grado la temperatura de un gramo de agua. Como su valor resulta ser muy pequeño, en dietética, se toma como medida la kilocaloría (1kcal= 1000 calorías).

Método: Cálculo

Objetivo

Determinar el valor energético alimento de la harina de quinua

Procedimiento

Para determinar el valor energético de un alimento se debe tener conocimiento del contenido de grasa, proteínas y carbohidratos

Cálculos

El contenido de Valor energético en la muestra se expresa en porcentaje y se obtiene de acuerdo con siguiente fórmula:

$$V.E = \left(\frac{kcal}{100 g} \right) = (4 * C.H) + (9 * \% grasa) + (4 * \% proteína)$$

Tabla 7: Datos y resultados de la determinación de valor energético de la harina de quinua

	% V.E	% Carbohidratos	% Grasa	% Proteína
Fuente:	(kcal/100g)	66,51	3,87	16,06

Elaboración propia

$$V.E = \left(\frac{kcal}{100 g} \right) = (4 * 66,51) + (9 * 3,87) + (4 * 16,06)$$

$$V.E = \left(\frac{kcal}{100 g} \right) = 365,11$$

3.7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y REFERENCIAS

3.7.1 Interpretación de Resultados

La harina de quinua que fue analizada en el laboratorio de bromatología, tuvo los siguientes valores: 12,77 % de humedad, 0,79 % de cenizas, 16,06 % de proteínas, 3,87 % de grasa, 66,51 % de carbohidratos y 365,11 kcal/ 100 g de valor energético que se presentan en la tabla, lo que significa que se encuentra dentro de los límites establecidos de la norma boliviana NB 39010 Alimentos balanceado - Requisitos.

Tabla 8: Resultados obtenidos de los parámetros en el laboratorio de la harina de quinuas

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	REFERENCIAS		PRINCIPIO	NORMA DE ENSAYO
			Mínimo	Máximo		
Humedad	g/ 100g	12,77	---	6,00	Gravimétrico	NB 074
Cenizas	g/ 100g	0,79	---	---	Gravimétrico	NB 075
Proteínas N*6,25	g/ 100g	16,06	8,00	---	Gravimétrico	NB 076
Grasa	g/ 100g	3,87	---	18,0	Gravimétrico	NB 103
Carbohidratos	g/ 100g	66,51	65,0	---	Por diferencia	Tabla Boliviana 2005
Valor energético	kcal/ 100g	365,11	390	---	Cálculo	Tabla Boliviana 2005

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Las conclusiones del análisis de harina de quinua se derivan de una evaluación exhaustiva de sus propiedades físicas, químicas, nutricionales y de seguridad. La harina de quinua es una excelente fuente de proteínas de alta calidad, que incluye todos los aminoácidos esenciales, haciendo que sea una opción valiosa para dietas vegetarianas y veganas. Es rica en minerales esenciales como hierro, magnesio, fósforo y zinc, que son cruciales para varias funciones corporales.

La harina de quinua es un ingrediente valioso y nutritivo que, cuando se controla adecuadamente, puede ofrecer numerosos beneficios para la salud y aplicaciones culinarias. La implementación de un riguroso control de calidad es crucial para mantener sus propiedades y asegurar su aceptación en el mercado.

- El análisis nutricional de la harina de quinua, ofrece una visión integral sobre la calidad y el valor nutricional del producto. Los niveles de proteínas, grasas, carbohidratos, fibra y otros nutrientes están dentro del rango esperado y se alinean con las afirmaciones del producto. El producto ofrece el valor nutricional prometido y puede ser utilizado como un suplemento energético conforme a las necesidades dietéticas del consumidor.
- La harina de quinua contiene un nivel adecuado de proteínas, derivado en gran parte de los huesos, conocido por su perfil completo de aminoácidos esenciales. El consumo de este alimento balanceado por los animales podrá contribuir efectivamente a la ingesta diaria de proteínas, beneficiando a quienes buscan fuentes de proteínas vegetales de alta calidad.

RECOMENDACIONES

- Si el contenido de proteínas es inferior al esperado, considerar el ajuste de la formulación para aumentar la proporción de la harina de quinua o añadir fuentes adicionales de proteínas vegetales, como proteínas de guisante o soja. Mejorar el perfil proteico para ofrecer una fuente de proteínas más robusta, adecuada para el objetivo de nutrición del producto.
- Realizar análisis microbiológicos periódicos para detectar posibles contaminantes y asegurar el cumplimiento con los estándares de seguridad alimentaria. Garantizar que el producto sea seguro para el consumo y minimizar riesgos microbiológicos.

Referencias Bibliográficas

- González, M., López, A., & Pérez, R. (2020). "Caracterización Físico-Química de Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa*)". *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 25(1), 45-58.
- Smith, J. (2019). *Quinoa: Nutritional and Technological Aspects*. Publisher.
- García, A., López, M., & Pérez, R. (2019). "Formulation and Nutritional Evaluation of Amaranth-Based Energy Bars". *Journal of Food Science*, 44(3), 210-215.
- Garcia, H., & Lopez, C. (2019). *Trends in energy bar formulations: A review of recent innovations and future directions*. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 133-143. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.003> [Revisión sobre las tendencias recientes en la formulación de barras energéticas e innovaciones futuras.]
- Ganesan, K., & Xu, B. (2018). *Functional components and health benefits of energy bars*. *Food Science and Human Wellness*, 7(2), 104-112. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2018.02.003> [Este artículo examina los componentes funcionales y los beneficios para la salud de las barras energéticas.]
- Kaur, B., & Singh, P. (2019). *Nutritional and functional properties of cereal grains and legumes*. Springer. [Esta referencia proporciona información sobre las propiedades nutricionales y funcionales de los granos y legumbres, que son relevantes para la formulación de barras energéticas.]
- Saito, M., & Watanabe, H. (2020). *Effect of different types of protein on the texture and sensory properties of energy bars*. *Journal of Food Science*, 85(4), 1145-1154. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15058> [Este estudio analiza cómo diferentes tipos de proteínas afectan las propiedades texturales y sensoriales de las barras energéticas.]
- Smith, J. (2020). *Healthy Snacks: Recipes and Nutritional Benefits*. Publisher

- Sweeney, J. (Ed.). (2018). *Advances in food and nutrition research* (Vol. 85). Academic Press. [Este volumen incluye capítulos sobre el desarrollo de productos alimenticios, incluidas las barras energéticas.]
- Sharma, P., & Patel, A. (2021). *A review of nutritional and functional aspects of energy bars*. *Journal of Functional Foods*, 81, 104480. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104480> [Revisión que abarca los aspectos nutricionales y funcionales de las barras energéticas.]
- Zhang, Y., & Zhao, L. (2017). *Development and evaluation of energy bars made from whole grains and nuts*. *Food Chemistry*, 232, 213-220. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.053> [Este artículo se centra en el desarrollo y la evaluación de barras energéticas hechas de granos enteros y nueces.]

ANEXOS

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD



DETERMINACIÓN DE CENIZA



DETERMINACIÓN DE GRASAS Y LÍPIDOS

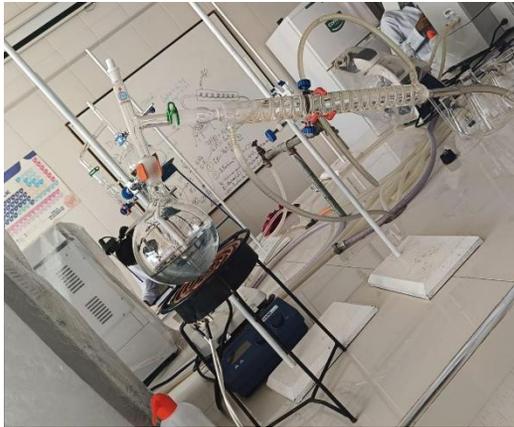


DETERMINACIÓN DE PROTEINA

ETAPA DE DIGESTIÓN



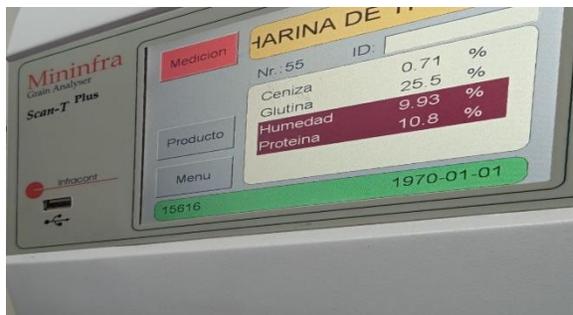
ETAPA DE DESTILACIÓN



ETAPA DE TITULACIÓN



ANALIZADOR DE CEREALES



Informe de Laboratorio



CENTRO DE INVESTIGACION Y ANALISIS DE ALIMENTOS "C.I.A.A."

INSTITUCION SOLICITANTE	INFORME DE MONOGRAFIA
DIRECCION:	Facultad de Ciencias y Tecnología
MUESTREADO POR:	Ana Rosalía Taquichiri Rodríguez
PRODUCTO	Harina de Quinua
ENVASE - CANTIDAD	Plástico 1000 g
MARCA DEL PRODUCTO	S/M
PROCEDENCIA DEL PRODUCTO	Sucre
CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO	T: 20,5 H: 36,7%
ANALISIS EJECUTADO POR:	Ana Rosalía Taquichiri Rodríguez
FECHA ENTREGA DE RESULTADOS	15 de agosto de 2024

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	REFERENCIAS		PRINCIPIO	NORMA DE ENSAYO
			Mínimo	Máximo		
Humedad	g/ 100g	12,77	---	6,00	Gravimétrico	NB 074
Cenizas	g/ 100g	0,79	---	---	Gravimétrico	NB 075
Proteínas N*6,25	g/ 100g	16,06	8,00	---	Gravimétrico	NB 076
Grasa	g/ 100g	3,87	---	18,0	Gravimétrico	NB 103
Carbohidratos	g/ 100g	66,51	65,0	---	Por diferencia	Tabla Boliviana 2005
Valor energético	kcal/ 100g	365,11	390	---	Cálculo	Tabla Boliviana 2005

Nota.- Se tomo como Norma Referencial NB 35220 Harinas fortificadas, Requisitos

MS.c Ing. Ricardo William Arapa Saavedra
Responsable Laboratorio

