

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



ELABORACIÓN DE PRÁCTICA DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA EN BEBIDA
PREENVASADA DE SOYA POR EL MÉTODO DE KJELDAHL

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR

SONIA ALEJANDRA CAÑAS CÁLIX

EDWIN GEOVANNY CARRANZA HERNÁNDEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO(A) EN QUÍMICA Y FARMACIA

JULIO, 2024

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

MAESTRO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

MAESTRA NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARIA

LICENCIADA EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)

MAESTRA KATIA LISSETTE MARTÍNEZ DE PALACIOS

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESOR

MAESTRO OSCAR RAÚL AVILÉS FLORES.

ASESORA

MAESTRA DELMY IDALIA HERNÁNDEZ HUEZO

TUTOR

LICENCIADO MARIO ANTONIO HERNÁNDEZ MELGAR.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Ante todo, queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido nuestra guía y fortaleza en cada paso de este camino. Su amor incondicional y su constante protección han sido la luz que nos ha iluminado en los momentos más oscuros y nos ha dado la fuerza para seguir adelante.

A ustedes, nuestros queridos padres, les agradecemos de todo corazón por su apoyo inquebrantable y por ser nuestra fuente de inspiración. Han sido nuestro pilar en los momentos difíciles y nuestro mayor motivo de alegría en los triunfos. Su amor y aliento han sido el motor que nos impulsó a perseguir nuestros sueños y alcanzar nuestras metas.

También queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro asesor, Mario Antonio Hernández Melgar por brindarnos la oportunidad y confiar en nosotros para llevar a cabo este proyecto. Su sabiduría y orientación fueron fundamentales para nuestro crecimiento personal y profesional agradecemos por su valiosa asesoría y apoyo en cada etapa del proyecto. Su experiencia y orientación fueron fundamentales para superar los desafíos y alcanzar nuestros objetivos.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a todas las personas que nos brindaron su ayuda y colaboración durante la realización de la elaboración de una práctica de determinación de nitrógeno proteico en bebida pre-envasada de soya, por el método de Kjeldahl Su generosidad y disposición fueron clave para el desarrollo exitoso de nuestro trabajo.

Por último, pero no menos importante, queremos agradecer a todos aquellos que, de una forma u otra, contribuyeron a la realización de este proyecto. Su apoyo y colaboración fueron fundamentales para nuestro éxito, y estamos sinceramente agradecidos por ello.

Con gratitud y humildad,

Alejandra Cálix, Edwin Carranza.

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por haberme permitido culminar mis estudios de nivel superior a pesar de obstáculos y dificultades que pueden haberse puesto en medio del camino, gracias a mis padres Sonia Calix y Salvador Cañas quienes han estado siempre para mí y me apoyaron incondicionalmente a lo largo del camino para lograr culminar la carrera.

Gracias a mi novio Carlos Rivas quien me ha acompañado a lo largo del camino y siempre ha estado para mí en todo momento apoyándome siempre en los altos y bajos y en los momentos difíciles siempre estuvo para mí.

Gracias a mi tía Francisca Cañas quien en los primeros años me apoyó y en los cuales fueron los momentos más difíciles de la carrera estuvo ahí dándome aliento y siempre motivándome a seguir y a no rendirme por alcanzar mis sueños.

Gracias a mis abuelos maternos y paternos quienes siempre me apoyaron y creyeron en mí para poder llegar a ser Licencia en Química y Farmacia.

Doy gracias por todo y por nunca haberme rendido ni en los momentos difíciles por haberme mantenido firme en culminar la carrera y encontrarme en este momento cuando ya falta poco para poder convertirme en una profesional. Y que mis conocimientos aporten a la sociedad de manera positiva al bien de la salud de las personas.

Sonia Alejandra Cañas Cáliz

Quiero dedicar estas palabras a mi madre Lucia Hernández. Tú has sido mi roca, mi inspiración y mi mayor apoyo a lo largo de este camino. Tus palabras de aliento, tu amor incondicional y tu constante sacrificio han sido la luz que me ha guiado en los momentos más oscuros y la fuerza que me ha impulsado a seguir adelante. Gracias por creer en mí, por apoyarme en cada paso del camino y por ser siempre mi mayor motivación.

A mis queridos abuelos les dedico este logro con profundo agradecimiento y cariño. Su amor, sabiduría y ejemplo de perseverancia han sido una inspiración constante en mi vida. Gracias por ser mis guías, mis consejeros y mis modelos a seguir. Su legado de amor y dedicación siempre vivirá en mí.

A mis hermanos, quienes han estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional, les agradezco de todo corazón. Su aliento, comprensión y compañía han sido un regalo invaluable en este viaje. Gracias por creer en mí, por animarme a perseguir mis sueños y por celebrar cada logro a mi lado.

A Dios, mi guía y mi fortaleza, le doy gracias por haberme acompañado en este camino y por haberme bendecido con la sabiduría, la perseverancia y las oportunidades para alcanzar este logro. Su amor incondicional y su constante protección han sido mi mayor fortaleza y mi mayor consuelo en los momentos de dificultad.

A mis tíos, les dedico este logro con profundo agradecimiento y admiración. Su ejemplo de superación profesional y personal ha sido una inspiración constante en mi vida. Gracias por ser modelos de éxito, por enseñarme el valor del esfuerzo y por mostrarme que no hay obstáculo que no pueda ser superado con determinación y dedicación.

En este día de celebración, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a cada una de las personas que han sido parte de este viaje. Su amor, apoyo y aliento han sido fundamentales en mi camino hacia el éxito. Gracias por creer en mí, por inspirarme a ser mejor cada día y por compartir esta alegría conmigo.

Edwin Geovanny Carranza Hernández

INDICE GENERAL

N° Pág.

ABREVIATURAS

RESUMEN

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCION 13

CAPITULO II

2.0 OBJETIVOS 17

CAPITULO III

3.0 MARCO TEORICO 19

3.1 La soya 19

3.1.1 Historia de la Soya 19

3.1.2 Taxonomía de la soya 20

3.1.3 Grano de soya 20

3.1.4 Características de la planta de soya 21

3.1.5 Contenido nutricional de la soya. 21

3.1.6 Composición del grano de soya y sus productos derivados 23

3.3 Determinación de nitrógeno a bebida de soya por el método de Kjeldahl 28

3.3.1 Digestión: 28

3.3.2 Destilación: 29

3.3.3 Valoración: 29

CAPITULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL 31

4.1 Título de la Practica 31

4.1.1 Elaboración de práctica determinación de nitrógeno proteico en bebida preenvasada de soya por el método de Kjeldahl 31

4.4 Tipo de análisis y fundamento 32

4.5 Información general la de muestra	34
4.6 Elaboración de la práctica	34
4.6.1 Reactivos	34
4.6.2 Material y equipos	34
4.6.3 Procedimiento	37
4.6.4 Cálculos involucrados	41
4.7 Normativas Nacionales e Internacionales para interpretar los resultados	42
CAPITULO V	
5.0 CONCLUSIONES	46
CAPITULO VI	
6.0 RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	Pág. N°
Figura N° 1. Planta de soya	20
Figura N° 2. Partes del grano de soya	21
Figura N° 3. Pesaje de la muestra.	37
Figura N° 4. Pastillas Kjeldahl.	37
Figura N° 5. Preparación de la muestra	38
Figura N° 6. Gradilla Colectora.	38
Figura N° 7. Agregación de ácido sulfúrico a la muestra	38
Figura N° 8. Equipo de automatización Kjeldahl	39
Figura N° 9. Equipo para Destilación de la muestra	40
Figura N° 10. Valoración de la muestra automáticamente para determinar el porcentaje de nitrógeno.	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°	Pág. N°
Tabla N° 1. Comparación de la soya con otros alimentos	23
Tabla N° 2. Composición nutricional de la leche de soya	25
Tabla N° 3. Composición del grano de soya	26
Tabla N° 4. Composición de aminoácidos esenciales (mg/100 g proteína)	27
Tabla N° 5. Factores de conversión para alimentos	33
Tabla N° 6. Valores proteicos por cada 100g	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°	
1	Calculo para determinar El % de Nitrógeno
2	Proceso de la elaboración de la leche de soya
3	Norma del CODEX STAN 175-1989 para productos proteínicos de soya.

ABREVIATURAS

AOAC: Asociación de Químicos Analíticos Oficiales

ASA: Asociación Americana de la Soya

DIN: Instituto Alemán para la Normalización

PA: Principio Activo

USEPA: Agencia de protección ambiental

ISO: International Organization for Standardization

FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos

LDL: lipoproteínas de baja densidad

RESUMEN

RESUMEN

El proyecto se desarrolló en realizar una práctica para determinar la cantidad de proteína en bebidas pre-empacadas de soja utilizando el método de Kjeldahl. Esta iniciativa buscó aplicar conocimientos teóricos adquiridos en el diplomado de análisis de alimentos, se enfatizó la importancia del método en el ámbito académico y científico.

Se introdujo el método AOAC 955.04D como complemento, adaptado específicamente para la bebida de soja, con el objetivo de enriquecer el análisis y proporcionar una visión integral del proceso. La investigación teórica se enfocó en las etapas fundamentales del método Kjeldahl para garantizar precisión y fiabilidad.

Se llevó a cabo una investigación teórica detallada sobre este método, se garantizó su correcta aplicación. Se investigaron normativas que definieron las cantidades adecuadas de proteína en bebidas pre-empacada de soja, proporcionando referencias precisas que fueron fundamentales para los cálculos teóricos requeridos en el análisis.

Se estableció una metodología precisa y efectiva para la determinación de proteínas en bebidas pre-empacada de soja. Este enfoque permitió utilizar una herramienta confiable y establecida para el análisis de las proteínas presentes en las muestras. A través de esta metodología, se profundizó en la composición nutricional de diversos productos, garantizando la calidad del producto final. La precisión y eficacia del método de Kjeldahl, validadas en la investigación, se espera que proporcionen datos relevantes y beneficien tanto a los consumidores como a la industria alimentaria.

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCION

El proyecto consiste en desarrollar una práctica para determinar la cantidad de proteína en bebidas pre-ensadas de soya, utilizando el método de Kjeldahl como herramienta principal. Esta iniciativa es crucial aplicando los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación académica y la extensa investigación bibliográfica realizada durante el diplomado de especialización en análisis de alimentos. Se subraya la importancia del método de Kjeldahl, ampliamente reconocido en el ámbito académico y científico, como base fundamental para el desarrollo de esta práctica de laboratorio.

Esta estrategia se sustenta en la necesidad de abordar la creciente demanda de alternativas alimenticias saludables, especialmente entre consumidores con diversas preferencias, como los veganos y aquellos con intolerancia a la lactosa.

En este contexto, se plantea la introducción del método AOAC 955.04D, basado en el método Kjeldahl, como una herramienta complementaria que permite analizar las proteínas de un alimento, adaptándose de manera específica al caso de la bebida pre-ensada de soya. Esta inclusión busca enriquecer la perspectiva del análisis y proporcionar una visión integral del proceso de determinación del contenido proteico del producto.

Para lograr este objetivo, se llevó a cabo una investigación teórica exhaustiva sobre el método de Kjeldahl, con el fin de aplicar principios y procedimientos para su correcta ejecución. Se explorará detalladamente las etapas fundamentales del método, incluyendo la digestión, la destilación y la valoración, con el propósito de garantizar la precisión y fiabilidad de la elaboración de una práctica de determinación de nitrógeno proteico.

Esto facilitó la identificación de una herramienta confiable y establecida para el análisis de las proteínas en la muestra. Se enfocó especialmente en la etapa de digestión, utilizando ácido sulfúrico concentrado y caliente.

A través de esta metodología, se alcanzó una comprensión profunda de la composición nutricional del producto, asegurando la calidad, exactitud y eficacia del método de Kjeldahl, demostradas en la investigación,

El proyecto se llevó a cabo en un período de 8 meses en la Facultad de Química y Farmacia, ubicada en la Universidad De El Salvador departamento de San Salvador. Esta ubicación brinda

un entorno propicio para realizar la investigación, con acceso a recursos y colaboraciones que enriquecerán el desarrollo del proyecto. Se espera que este estudio bibliográfico contribuya significativamente a mejorar la calidad y consistencia de la bebida de soya, fortaleciendo la confianza de los consumidores en la industria alimentaria y promoviendo la competitividad del mercado.

CAPITULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

2.1.1 Elaborar una práctica de laboratorio para la determinación del contenido de proteínas por el método de Kjeldahl en bebida pre-ensada de soya, a partir del nitrógeno proteico.

2.2 Objetivos específicos:

2.2.1 Realizar una exhaustiva investigación teórica sobre el método de Kjeldahl.

2.2.2 Utilizar el método AOAC 955.04D como base de referencia para fundamentar teóricamente la práctica de laboratorio para la determinación de proteína en bebidas pre-ensadas de soya, asegurando así la precisión y fiabilidad del análisis.

2.2.2 Investigar normativas que establezcan las cantidades de proteína en bebidas de soya, proporcionado por referencias bibliográficas para la elaboración de cálculos teóricos de la cantidad de proteína obtenida.

CAPITULO III

3.0 MARCO TEORICO

3.1 La soya

3.1.1 Historia de la Soya ^(1,2)

La soya es una leguminosa que se originó en Asia hace 5000 años, esta planta ha sido parte de la dieta fundamental de los asiáticos quienes la han consumido en una amplia gama de productos. Se le atribuye el descubrimiento del grano de soya a Yuhsuing y a Kungkung, 5000 años antes de Cristo, otra teoría atribuye el descubrimiento al emperador Sheng-Nung, quien fue considerado autor del libro *Materia Medica*, donde hace recuento de las propiedades de este grano.

El cultivo de soya llegó a Estados Unidos a mediados de 1700 aunque su aceptación como alimento fue lenta, dado que en un inicio fue valorado únicamente para la alimentación animal. Esta opinión comenzó a cambiar a principios de los años 1900 cuando se comenzó a explorar la soya como fuente de nutrición humana.

A medida que avanzó el siglo la soya ingreso en la dieta alimenticia de los estadounidenses, pero esta fue una tarea difícil ya que los productos de soya en aquella época estaban diseñados para el gusto de la población asiática y eran desconocidos en gran medida por la población estadounidense. Al pasar los años los sabores de los platillos de soya se fueron adaptando al gusto de los estadounidenses.

La introducción de la soya en algunos países de América Latina se debió en parte a una lucha en contra de la desnutrición de niños de familias que no podían adquirir fuentes de proteína, como la carne, leche y el huevo. Por esa razón en Latinoamérica se incorporó la soya en la alimentación de las personas, ejemplo de ello es que en Guatemala se desarrolló la Incaparina que consistía en un suplemento proteico a base de maíz y soya que se utilizó para combatir la desnutrición en esa nación.

Buena parte del interés en el consumo de la soya y la coordinación de diferentes actividades para dar a conocer la preparación y los usos de la soya en los países de Latinoamérica se ha debido a la Asociación Americana de la Soya (ASA, por sus siglas en inglés), que fue creada hace 25 años para incrementar el cultivo de esta especie vegetal. Esta organización tomo fuerza y ha liderado la producción mundial de soya hasta la actualidad.

3.1.2 Taxonomía de la soya³



Figura N° 1. Planta de soya³

Nombre común :	Soya , soja
Nombre científico:	Glycine Max
Clase :	Angiosperma
Subclase :	Dicotiledónea
Orden :	Leguminosas
Familia :	Rosales
Genero	Glycine
Especie :	Max

3.1.3 Grano de soya⁽⁴⁾

El grano de soya tiene forma ovoide, y está envuelto en un tegumento que le brinda un sabor amargo a los productos alimenticios elaborados a base de soya por lo que debe ser desechado (Figura Número 2).

Los cotiledones están formados por células alargadas llenas de cuerpos proteicos rodeados por numerosos esferosomas de aceite, contiene la mayor parte de las proteínas del grano que se hidrolizan por la acción de proteasas durante la germinación y sirven de sustrato para el crecimiento del embrión.

Dependiendo de la variedad, el grano cosechado puede variar en colores amarillo, negro y verde con tonos claros a oscuros. El grano es la única parte de la planta de consumo humano al igual que los retoños.

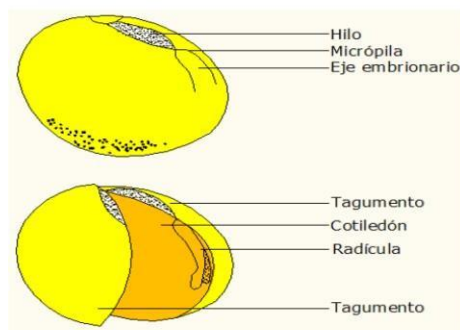


Figura N° 2. Partes del grano de soya³

3.1.4 Características de la planta de soya⁽⁴⁾

La soja o soya es una planta que se cultiva por medio de sus semillas y es una legumbre de alto valor proteico, puede alcanzar 80 cm de altura y la vaina (donde se producen las semillas) mide entre 7 y 4 cm de longitud. Cada vaina contiene en promedio cuatro semillas, que albergan el grano de soya. Las plantas de soya tardan de 70 a 80 días para crecer desde que son semillas hasta que están listas para la cosecha.

La soja a diferencia de otras leguminosas presenta una característica muy especial y es que tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, por medio de nódulos que fertilizan el suelo, lo que le permite producir los nueve aminoácidos esenciales (fenilamina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, Treonina, triptófano, valina e histidina). El grano de soya también contiene los tres ácidos grasos esenciales: ácido linoleico (25%), ácido linolenico (55%) y ácido oleico.

Estas dos cualidades que posee la soja en cantidad/cualidad de proteína y aceite la hace una de las plantas más beneficiosas para la salud de las personas y hace que sea un cultivo verdaderamente notable en el reino vegetal.

3.1.5 Contenido nutricional de la soya.^(5,6,7,8)

Los beneficios de la soya en la nutrición de las personas se constatan en la salud de las poblaciones asiáticas que le han consumido a lo largo de la historia y en el conocimiento de recientes investigaciones científicas que la declaran un alimento recomendable para la dieta de cualquier persona.

Desde el punto de vista nutricional la soya es un valioso componente de la dieta, debido a su elevado contenido de proteínas, vitaminas del complejo B, ácido fólico, calcio, hierro y fibra dietaria.

-Aminoácidos

La soya contiene todos los aminoácidos esenciales necesarios para cubrir los requerimientos del ser humano para el crecimiento y el mantenimiento de las funciones orgánicas. Su patrón de aminoácidos es uno de los más completos dentro de las proteínas vegetales y es muy similar al de las proteínas animales de alta calidad. Muchos aminoácidos esenciales de la proteína vegetal concentrada de la soya están en cantidades semejantes a las de las proteínas del huevo y tiene una excelente tolerancia gastrointestinal.

Con frecuencia los productos de soya se han utilizado en programas escolares para cumplir con las recomendaciones de proteína a bajo costo. La FDA ha declarado que el consumo de 25 g de proteína de soya al día disminuye el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, lo que es de suma importancia para países donde este padecimiento representa una de las principales causas de muerte. La concentración proteica de la soya es la mayor de todas las legumbres. Pero no sólo es importante por la cantidad, sino que también lo es por su calidad.

Las proteínas provenientes de los alimentos de origen vegetal tienen un bajo contenido de aminoácidos sulfurados (metionina y cisteína). La soya, en cambio, contiene estos aminoácidos en cantidad suficiente para satisfacer los requerimientos del adulto normal.

-Lípidos

El grano de soya posee baja concentración de grasa saturada y es alto en grasa poliinsaturada y monoinsaturada. También es una excelente fuente de ácidos grasos, ácido linoleico y linolenico ($\omega 3$ y $\omega 6$). Los ácidos grasos con insaturaciones en $\omega 3$ y $\omega 6$ tienen funciones protectoras en la prevención de coágulos y reducen el riesgo de cardiopatía coronaria ya que disminuyen la concentración de colesterol en la sangre.

Aproximadamente el 1,5 al 2,5% de los lípidos presentes en la soya, se encuentra en forma de lecitina. Ésta tiene una función de emulsionante al incorporarse a formulaciones de alimentos. Otro compuesto de interés en la fracción lipídica de la soya son los tocoferoles, los cuales actúan como antioxidantes naturales y tienen funciones de vitamina E. A escala industrial se utilizan para retardar la aparición de rancidez en alimentos ricos en grasas

-Fibra dietaría

La fibra dietaría es la parte de los alimentos (entre ellos la soya) que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación parcial o total en el intestino grueso y está compuesta por polisacáridos, análogos de carbohidratos y ligninas.

La fibra dietaría promueve efectos fisiológicos beneficiosos para las personas como: laxante o disminución del colesterol sanguíneo, o ambos. También puede ayudar a la disminución de la glucosa en sangre.

La soya es una excelente fuente de fibra dietaría con un contenido aproximado entre el 3 al 7%. Cuando el alimento ya se encuentra preparado el 40% es fibra dietética soluble. El incremento de consumo de la fibra soluble de 6 g/día puede disminuir los niveles de colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL) entre un 10 y 20%. De igual manera el consumo de 3 g/día de fibra soluble reduce el colesterol total en sangre aproximadamente en un 2%, así como también el riesgo de enfermedad coronaria en un 4%.

Tabla N° 1. Comparación de la soya con otros alimentos ⁹

	Calorias c/100 grs	Humedad %	Proteínas %	Carbohidratos %	Grasas %
Grano de soya	335	8	36	31.1	18
Carne de vaca	226	64	18.3	0	17
Huevos	258	74	12.8	0.7	11.5
Leche entera en polvo	498	2.5	27.5	38	2.6

3.1.6 Composición del grano de soya y sus productos derivados ⁽¹⁰⁾

Se han hecho múltiples experiencias en las que se ha investigado y se demostró que una pequeña ración diaria de soya no solamente aporta los nutrientes, sino que además ayuda a asimilar mejor los demás alimentos que se consumen a diario. Por eso la soya es un factor potenciador de alto valor biológico. Para determinar la calidad de un alimento, no sólo debe contemplarse su contenido, sino también su valor biológico. Un alimento tiene alto valor biológico no solamente cuando contiene muchos nutrientes, sino cuando estos se encuentran en una combinación que es bien asimilada por el cuerpo humano.

La soya contiene además un alto porcentaje de fosfolípidos como la lecitina. Una parte de la eficacia de la soya se debe a los fitoestrógenos, moléculas que simulan la acción de los estrógenos naturales, entre los que destacan, precisamente por su actividad, las isoflavonas. Tienen propiedades antioxidantes y actividad estrogénica o antiestrogénica, y pueden intervenir en las diversas acciones "protectoras" que se atribuyen a los extractos de soya. Estas sustancias nutren nuestro sistema nervioso y ayudan a disolver las grasas en la sangre. De este modo reducen el nivel de colesterol en la sangre.

La soya es un alimento muy versátil, ya que puede procesarse en múltiples formas y de este modo elaborarse una amplia gama de alimentos tales como:

-Bebida de soya ^(11,12,13)

La Bebida de soya está hecha de semillas de soya remojadas, las cuales han sido molidas y coladas. La bebida de soya puede ser usada en lugar de la leche regular para tomar con cereales y para diferentes recetas. Puede sustituir a la leche de la vaca en pacientes con intolerancia a la lactosa (que carece de la enzima lactasa). No contiene colesterol, aporta calcio, vitaminas del grupo B y Fe.

Sin embargo, esta leche no aporta la misma cantidad de proteínas que la que aporta la leche de vaca. En la década de los 80 se realizó un debate entre la FDA que es la entidad regulatoria de los alimentos y los industriales que comercializan la leche de soya, por el motivo que la FDA quería cambiar su nombre a bebida de soya en base a la definición que tiene la leche, que es todo líquido proveniente de un mamífero.

Pero los industriales afirmaban que como es posible que se aceptara la nueva postura porque siempre y desde hace muchos años siempre se ha llamado leche de soya, por eso cada industrial realizó cartas y eran entregadas a la FDA para que su nombre se mantuviera y a la vez exponían que las personas ya estaban familiarizadas con ese nombre. Luego la FDA tuvo que reunirse con los industriales para llegar a un acuerdo. Se unificó el criterio de que el líquido que se obtiene del grano de soya se le puede llamar leche de soya o bebida de soya y ambas formas son aceptables de nombrar.

Tabla N° 2. Composición nutricional de la leche de soya ¹¹

Componentes	Por cada 100g
Agua	87.90
Carbohidratos	5.76
Fibra	1.30
Grasa	1.84
Proteínas	3.20

3.2 Características de la bebida con proteína de soya

La soya es un producto de alto valor biológico que ha ganado reconocimiento por parte del consumidor por la asociación que se hace a los beneficios para la salud , esto ha generado un creciente mercado de productos alimenticios con proteína de soya, la cual actualmente es producida en grandes volúmenes: a nivel mundial se tienen 155 millones de toneladas métricas de soya cultivadas, de las cuales el 38% están en los Estados Unidos, seguido de Brasil (25%), Argentina (19%), China (7%), India (3%), Canadá (2%), y Paraguay (2%), mientras el resto de países cultivan sólo aproximadamente el 4%, sobre un promedio de 40% de proteína contenida en la soya, se tendrían 63,6 millones de toneladas métricas de proteína de soya por año, disponibles para el consumo .⁽¹⁹⁾

Dentro de todas las aplicaciones que se tienen a nivel de alimentos se encuentran las bebidas con proteína de soya, las cuales pueden ser neutras, como las mal llamadas leches de soya que son las de mayor consumo actual , el tipo de proteína de soya a utilizar y la tecnología de procesamiento requerida dependerá de la clase de bebida en donde ésta es incluida, considerando que para el consumidor la alimentación sana es un asunto importante, no obstante el aspecto sensorial también es fundamental a la hora de decidir una compra.⁽²⁰⁾

La soya es una excelente fuente de proteína de buena calidad; además, contiene aceite con alto contenido de ácidos grasos poli insaturada; también es rica en calcio, hierro, zinc, fosfato, magnesio, vitaminas del complejo B y ácido fólico ⁽¹⁹⁾. La composición del grano de soya depende de las condiciones bajo las cuales fue cultivado.⁽²¹⁾

Tabla N° 3. Composición del grano de soya²⁰

Componente	(%)
Proteína	38%
Aceite	17.5%
Lecitina 0.5%	0.5%
Carbohidrato insoluble	15.0%
Carbohidrato soluble (azúcar, estaquiosa, refinosa, otros)	15.0%
Humedad , Cenizas y otros	14%

3.2.1 Bebida de soya lista para consumo

El consumo de bebidas a base de soya se ha incrementado notablemente ya que se han desarrollado tecnologías de procesamiento que mejoran las cualidades sensoriales de las mismas; de todos los productos con soya, el de más alto consumo es la bebida de soya.

Dentro del diseño de bebidas con proteína de soya, se trata de utilizar niveles altos, mínimo 6,25 g por porción, con el fin de poder declarar el claim de salud aprobado por la Food Drug Administration (FDA) ⁽²²⁾.

Cuando se diseñan bebidas como reemplazantes de comida, lo ideal es que estas suministren el 100% de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR), debiendo contener los 12 aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales, de 8 a 10 g de proteína y aportar alrededor de 300 Kcal por porción; en este caso las proteínas de soya y suero de leche son comúnmente empleados en estos productos por los beneficios nutricionales y de salud que ambas tienen ⁽²³⁾

3.2.2 Beneficios de la bebida de soya:

La proteína que se encuentra en la leche de soya es altamente digerible y completa, ya que contiene los 9 aminoácidos esenciales (**Tabla N°4**), (los componentes básicos de las proteínas) y, por lo tanto, es una buena fuente de proteína de alta calidad en comparación con otras leches vegetales, que suelen ser bajas en proteínas. La leche de soya también proporciona fibra dietética. Aunque la mayor parte de la fibra insoluble se elimina en la fabricación de la leche de soya, hay algo de fibra soluble en la leche de soya.

Tabla N° 4. Composición de aminoácidos esenciales (mg/100 g proteína)²⁰

Aminoácido	Bebida de soya
Isoleucina	46
Leucina	79
Lisina	60
Metionina y Cisteína	16
Fenilalanina y Tirosina	80
Treonina	40
Triptófano	N/A
Valina	48

Las isoflavonas son fotoquímicos en la soya con bioactividad conocida en el cuerpo, como inhibir la pérdida ósea y estimular la formación de hueso en mujeres menopáusicas, además de mejorar su función cognitiva y memoria visual. Sin embargo, para lograr los efectos beneficiosos de las isoflavonas de soya, la ingesta debe ser de al menos 60-100 mg por día. El contenido de isoflavonas en la leche de soya varía de aproximadamente 3 a 50 mg por porción de 1 taza, dependiendo de la marca de leche de soya.

Aunque la soya se considera uno de los alimentos con mayor contenido de isoflavonas, es posible que algunas leches de soya comerciales no proporcionen niveles adecuados para ejercer un beneficio para la salud ⁽²⁴⁾

Los estrógenos externos, como los anticonceptivos y la terapia de reemplazo hormonal, pueden aumentar el riesgo de cáncer de mama. Sin embargo, un mayor consumo de alimentos de soya que contienen isoflavonas (fitoestrógenos) se asocia con un menor riesgo de desarrollar cáncer de mama y una menor recurrencia. La soya también se asocia con un menor riesgo de cáncer de próstata, cáncer color rectal y cáncer de endometrio.

El consumo de soya se asocia con una disminución del riesgo de enfermedad cardiovascular, accidente cerebrovascular y enfermedad coronaria. En las mujeres menopáusicas, la soya puede ayudar a aliviar los sofocos y otras molestias menopáusicas y proporciona proteínas que mejoran la salud ósea. La leche de soya fortificada es una buena fuente de calcio.

Como la proteína de soya proporciona vegetal y es baja en carbohidratos, consumir leche de soya sin azúcar puede ayudar a controlar la respuesta glucémica en pacientes con diabetes y

resistencia a la insulina. Se ha demostrado que una mayor ingesta de productos de soya se asocia con un menor riesgo de diabetes mellitus tipo 2.

3.3 Determinación de nitrógeno a bebida de soya por el método de Kjeldahl ⁽¹⁴⁾

El método Kjeldahl se utiliza para la determinación del contenido de nitrógeno en muestras orgánicas e inorgánicas. Desde hace más de 100 años se está utilizando el método Kjeldahl para la determinación del nitrógeno en una amplia gama de muestras. La determinación del nitrógeno Kjeldahl se realiza en alimentos y bebidas, carne, piensos, cereales y forrajes para el cálculo del contenido en proteína.

También se utiliza el método Kjeldahl para la determinación de nitrógeno en aguas residuales, suelos y otras muestras. Es un método oficial y descrito en múltiples normativas: AOAC, USEPA, ISO, DIN, Farmacopeas y distintas Directivas Comunitarias. El método Kjeldahl consta de tres etapas:

- Digestión: El nitrógeno orgánico se convierte en NH_4^+
- Destilación: NH_3 es destilado y recogido en un recipiente receptor
- Valoración: Se determina el Nitrógeno.

3.3.1 Digestión:

El objetivo del procedimiento de digestión es romper todos los enlaces de nitrógeno de la muestra y convertir todo el nitrógeno unido orgánicamente en iones amonio (NH_4^+). El carbono orgánico y el hidrógeno forman dióxido de carbono y agua. En este proceso la materia orgánica se carboniza dando lugar a la formación de una espuma negra. Durante la digestión, la espuma se descompone y finalmente se convierte en un líquido claro que indica que la reacción química ha terminado. Para ello, la muestra se mezcla con ácido sulfúrico a temperaturas entre 350 y 380 °C. Cuánto más alta sea la temperatura, más rápido será el proceso de digestión.

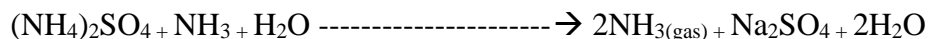
La digestión también se puede acelerar con la adición de sales y catalizadores. Se añade sulfato de potasio para aumentar el punto de ebullición del ácido sulfúrico y se añaden catalizadores para aumentar la velocidad y la eficiencia del procedimiento de digestión. También se pueden añadir agentes oxidantes para mejorar aún más la velocidad.



Una vez la digestión ha finalizado, se deja enfriar la muestra a temperatura ambiente, se diluye con agua y se trasvasa a la unidad de destilación.

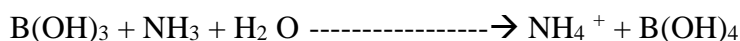
3.3.2 Destilación:

Durante el proceso de destilación los iones amonio (NH_4^+) se convierten en amoníaco (NH_3) mediante la adición de un álcali (NaOH). El amoníaco (NH_3) es arrastrado al vaso receptor por medio de una corriente de vapor de agua.



El vaso receptor para el destilado se llena con una solución absorbente para capturar el gas amoníaco disuelto.

- La solución absorbente más común es el ácido bórico [$\text{B}(\text{OH})_3$] en solución acuosa al 2-4%. El amoníaco es capturado cuantitativamente por la solución de ácido bórico formando iones amonio solvatados.

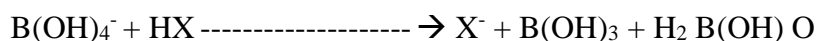


-También pueden utilizarse otros ácidos, dosificados con precisión, como el ácido sulfúrico o clorhídrico para capturar el amoníaco en forma de iones amonio solvatados.

3.3.3 Valoración:

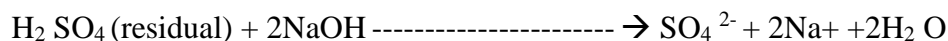
La concentración de los iones amonio capturados puede determinarse por medio de dos tipos de valoración:

-Cuando se utiliza el ácido bórico como solución absorbente, posteriormente se lleva a cabo una valoración ácido-base utilizando una solución estandarizada de ácido sulfúrico o clorhídrico y una mezcla de indicadores. El rango de concentración de la solución utilizada varía entre 0,01N a 0,5N dependiendo de la cantidad de iones amonio presentes. El punto final de la valoración también se puede determinar potenciométricamente con un electrodo de pH. Esta valoración se llama valoración directa.



HX= ácido fuerte (X= Cl^- , etc.)

-Cuando se utiliza una solución valorada de ácido sulfúrico como solución absorbente, el ácido sulfúrico residual (es decir, el exceso que no reacciona con NH_3) se valora con una solución estandarizada de hidróxido sódico y la cantidad de amoníaco se calcula por diferencia. Esta valoración se llama valoración indirecta o por retroceso.



CAPÍTULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL

4.1 Título de la Practica

4.1.1 Elaboración de la práctica de laboratorio para la determinación de proteína en bebida pre-ensvasada de soya por el método de Kjeldahl a partir del nitrógeno proteico ⁽¹⁵⁾

4.2 Introducción:

La presente práctica tiene como objetivo la elaboración del procedimiento de laboratorio para la determinación del contenido de proteína en bebidas pre-ensvasadas de soya, a partir del nitrógeno proteico utilizando el método de Kjeldahl como herramienta principal. Este proyecto es crucial para integrar los conocimientos teóricos obtenidos durante la formación académica y la extensa investigación bibliográfica del diplomado en análisis de alimentos. Se subraya la importancia del método de Kjeldahl, ampliamente reconocido en el ámbito académico y científico, como base fundamental para el desarrollo de esta práctica de laboratorio.

Mediante la cual se busca dar a conocer el tipo de análisis y fundamento el cual está basado en tres etapas las cuales son la Digestión , Destilación y Valoración mediante las cuales se busca verificar teóricamente el porcentaje de proteína a partir del nitrógeno proteico presente en la muestra analizada, se describe la información general de la muestra, su preparación para ser procesada utilizando equipo moderno (digestor automático y destilador automático) que ayudan a realizar el análisis más prácticos y permitiendo de manera automatizada obtener los porcentajes deseados de la muestra a analizar .

Al obtener el porcentaje de proteína en la muestra se pueden obtener los resultados mediante fórmulas establecidas el cual será comparado con tablas establecidas por INCAP 2012 Composición de alimentos en 100 gramos de Porción comestible de igual manera mencionar el Método AOAC 955.04D procedimiento analítico estandarizado desarrollado por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) para determinar el contenido de proteínas en alimentos utilizando el método Kjeldahl el cual es una base para tener como referencia la forma en la cual se lleva a cabo el análisis del método de Kjeldahl .

4.3 Objetivos

4.3.1 Desarrollar una práctica de laboratorio fundamentada en conocimientos teóricos, con el propósito de establecer una base sólida para llevar a cabo análisis prácticos en el laboratorio.

4.3.2 Calcular el contenido porcentual de proteína en bebidas pre-envasadas de soya comparándolo con los valores de referencia de la tabla INCAP 2012.

4.4 Tipo de análisis y fundamento

El tipo de análisis seleccionado para realizar la práctica es un método volumétrico, universalmente estándar para la determinación de nitrógeno total es conocido como método de Kjeldahl-Willfart-Gunninfg. En 1883, el danés Kjeldahl trabajó en un método para determinar nitrógeno orgánico como parte de sus estudios sobre los cambios en las proteínas de los granos usados en la industria de bebidas.

El método planteado por Kjeldahl considera tres etapas fundamentales, las cuales son: Digestión, Destilación y Valoración.

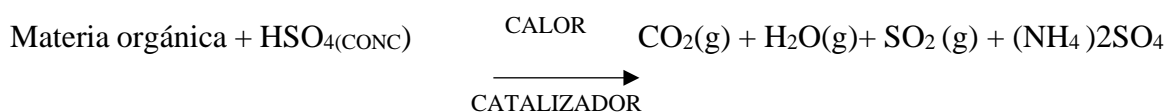
Para la etapa de digestión, Kjeldahl utilizó originalmente una solución de permanganato de potasio con el fin de oxidar toda la materia orgánica, pero los resultados obtenidos no fueron satisfactorios.

En 1885, Willfarth observó que, realizando la digestión con ácido sulfúrico concentrado y en caliente, se obtienen resultados satisfactorios. Cuatro años más tarde Gunning sugirió la adición de sulfato de potasio para elevar el punto de ebullición de la mezcla y acortar así los tiempos de digestión. De ahí el método se conoce con el nombre de los tres autores, aunque en la actualidad aparece mayoritariamente reportado como método de Kjeldahl.

Los fundamentos de cada una de las etapas se describen a continuación.

- Digestión:

Se emplea ácido sulfúrico concentrado y sulfato de cobre como catalizador, con ayuda de calor y sulfato de potasio oxidan la materia orgánica hasta CO_2 y agua y transforman todo el nitrógeno amínico (NH_2) e imínico ($\text{NH}=\text{NH}$) provenientes de proteínas y aminoácidos en ión amonio (NH_4^+). La reacción general que tiene lugar es la siguiente:

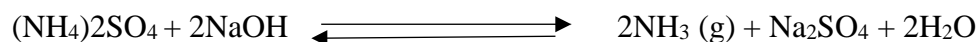


Varios catalizadores han sido empleados, entre ellos: mercurio, cobre y selenio. Cuando la digestión termina, la solución queda transparente, libre de partículas carbonosas. En el caso

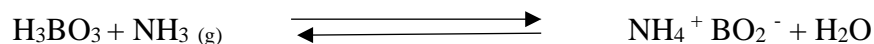
de haber empleado como catalizador el sulfato de cobre, la solución toma un color azul verdoso.

- Destilación:

En la muestra digerida se trata con álcali (NaOH 40% m-V) añadido en exceso, el cual reacciona descomponiendo el sulfato de amonio en amoníaco, que es volátil y se destila por arrastre con vapor. La reacción que tiene lugar es la siguiente:

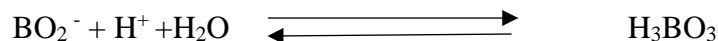


El amoníaco destilado se recoge en un Erlenmeyer con una mezcla de indicadores (bromocresol verde-rojo de metilo) y solución alcohólica de ácido bórico. La reacción que ocurre es:



-Valoración:

El borato de amonio formado se valora entonces utilizando como patrón valorante una solución estandarizada de ácido clorhídrico, según:



El punto final de la valoración estará a pH ácido, por la presencia de ácido bórico finalmente formado: El contenido de nitrógeno finalmente calculado se multiplica por un factor característico de cada alimento y se obtiene entonces el contenido de proteínas totales. Los factores de conversión utilizados para algunos alimentos se relacionan en la tabla a continuación:

Tabla N° 5. Factores de conversión para alimentos ¹⁵

Alimento	Factor de conversión de N a proteínas
Productos Cárnicos	6.25
Huevos	6.68
Productos lácteos	6.38
Soya	6.00
Cereales	5.95

Los factores de conversión para cada tipo de alimento han sido estimados a través de la determinación de nitrógeno total a una proteína patrón característica de cada alimento. Así por ejemplo se ha determinado que las proteínas cárnicas poseen un 16% de nitrógeno. Quiere decir que 100 g de proteínas cárnicas contiene 16 g de nitrógeno.

$$\text{Entonces: Factor de conversión} = \frac{100}{16} = 6.25$$

De aquí que el factor de conversión de nitrógeno en los productos cárnicos es 6.25

La técnica operatoria que se describe a continuación corresponde con el método de determinación de nitrógeno en el cual se emplea un equipo micro Kjeldahl, que tiene como ventaja utilizar pequeñas cantidades de muestra y reactivos.

4.5 Información general de la muestra

La soya es una leguminosa rica en proteínas vegetales. Este tipo de bebida se presenta como una alternativa popular a la leche de origen animal, especialmente entre personas con dietas veganas o intolerancias a la lactosa. Generalmente, las bebidas de soya son enriquecidas con vitaminas y minerales para mejorar su perfil nutricional y su sabor.

Preparación de la muestra ⁽¹⁵⁾

Antes de analizar la muestra enfriar a $20^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ C}$ y mezclar cuidadosamente. Si no se obtiene una dispersión homogénea, calentar a 40° C , mezclar suavemente y enfriarla de nuevo a $20^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ C}$.

4.6 Elaboración de la practica

4.6.1 Reactivos

- Pastillas de Kjelcat
- 10 mL de H_2SO_4 concentrado
- 5 mL de H_2O_4
- Hidróxido de sodio (NaOH) 10 N (50 ml aprox.)
- Disolución de ácido bórico al 4 % p/v
- Ácido clorhídrico o sulfúrico
- Indicador rojo de metilo o azul de metileno.

4.6.2 Material y equipos.

- Balanza analítica de 1 mg de sensibilidad mínima.

- Tubos de mineralización
- Digestor automático de Kjeldahl
- Destilador automático de Kjeldahl
- Matraz de 500 mL de capacidad.
- Erlenmeyer de 500 mL de capacidad.

4.6.3 Procedimiento ⁽¹⁵⁾

Pesar 5 g de muestra en balanza analítica



Figura N° 3. Pesaje de la muestra²⁵

-Trasferir la muestra pesada a los tubos Kjeldahl y agregar pastillas Kjelcat para aumentar el punto de ebullición



Figura N° 4. Pastillas Kjelcat ²⁵



Figura N° 5. Preparación de la muestra²⁵

-Colocar los tubos en una gradilla recolectora

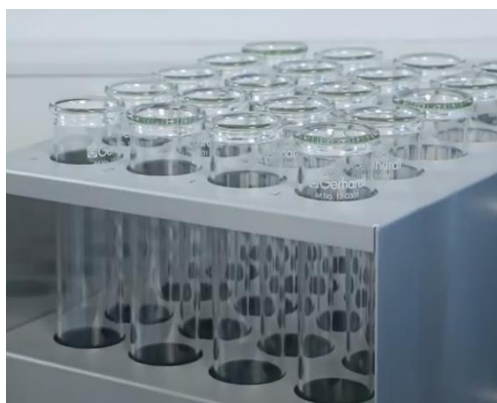


Figura N° 6. Gradilla Colectora²⁵

-Añadir 20 mL de ácido sulfúrico



Figura N° 7. Agregación de ácido sulfúrico a la muestra²⁵

-Insertar la gradilla en el Digestor automático, colocar el colector de vapores, seleccionar el método e iniciar el proceso Kjeldatermo, opera de forma totalmente automática y supervisa el proceso de digestión, el lavador de gases se pone en marcha automáticamente.

-Después de 10 minutos el ácido sulfúrico reacciona con la muestra.

-Después de 30 minutos el ácido sulfúrico condensado vuelve a la solución de digestión, el humo blanco y la solución de digestión translúcida indican que la reacción está casi terminada.

-Después de 60 a 120 minutos la digestión a finalizado el humo blanco se separa de la solución de digestión translúcida.



Figura N° 8. Equipo de automatización Kjeldahl²⁵

-Se procede a la destilación y valoración: Después de enfriar se adicionan al tubo de digestión 50 mL de agua destilada, se pone en el soporte del destilador y se adiciona una cantidad suficiente de hidróxido sódico 10 N, en cantidad suficiente (50 mL aprox.) para alcalinizar fuertemente el medio y desplazar el amoníaco de las sales amónicas. El amoníaco liberado es arrastrado por el vapor de agua inyectado en el contenido del tubo durante la destilación, y se recoge sobre una disolución de ácido bórico al 4 % p/v.



Figura N° 9. Equipo para Destilación de la muestra²⁵

-La cuantificación del nitrógeno amoniacal se realiza por medio de volumetría ácido-base del ión borato formado, empleando ácido clorhídrico o sulfúrico y como indicador una disolución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno. Los equivalentes de ácido consumidos corresponden a los equivalentes de amoniaco destilados.



Figura N° 10. Valoración de la muestra automáticamente para determinar el porcentaje de nitrógeno²⁵

4.6.4 Cálculos:

De la valoración se puede calcular el número de equivalentes de nitrógeno recogidos y con estos datos se obtiene el porcentaje de nitrógeno en la muestra:

Donde:

$$\% \text{ del Nitrogeno} = \frac{V * N * 0.014 * 100}{m}$$

V= Volumen de ácido clorhídrico empleado en la titulación en ml

N=Normalidad del ácido clorhídrico

m= Peso de la muestra en gramos

0.014 miliequivalentes del nitrógeno

Para calcular el porcentaje de proteína basta con multiplicar por el factor de conversión de nitrógeno calculado. El contenido de nitrógeno en diferentes Proteínas es aproximadamente el 16 % por lo que multiplicando el porcentaje del nitrógeno obtenido por el factor 6.00 se obtiene la cantidad de Proteínas presentes en los alimentos.

$$\% \text{ del Nitrogeno} = \frac{V * N * 0.014 * 100}{m}$$

Por lo tanto, si se tiene:

V= 3.5 ml gastados de ácido clorhídrico

N=0.1 N

M= 5g

0.014 mili equivalentes del nitrógeno

$$\% \text{ del Nitrogeno} = \frac{3.5 * 0.1 * 0.014 * 100}{5g}$$

$$\% \text{ del Nitrogeno} = 0.098$$

El valor anterior 0.098 gramos es el total del nitrógeno obtenido en la titulación con este encontramos los gramos contenidos en la leche de soya

$$gN/100g = 0.098 \times 6.25$$

$$g \text{ de la leche} = 0.6125$$

Por cada 5 gramos de bebida pre-ensada de soya se tiene 0.6125 g de proteína.

4.7 Normativas Nacionales e Internacionales para interpretar los resultados.

4.7.1 Método AOAC 955.04D procedimiento analítico estandarizado desarrollado por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) para determinar el contenido de proteínas en alimentos utilizando el método Kjeldahl. ⁽¹⁸⁾

-Preparación de la muestra: Se pesa una muestra representativa y se coloca en un matraz. Es importante que la muestra sea homogénea y representativa de la composición total del alimento.

-Digestión ácida: La muestra se somete a una digestión ácida utilizando ácido sulfúrico concentrado y un catalizador, generalmente sulfato de cobre. Esta etapa tiene como objetivo descomponer los componentes orgánicos del alimento y convertir todo el nitrógeno presente en forma de amonio.

-Destilación: Después de la digestión, se añade una solución alcalina, como hidróxido de sodio, para convertir el amonio formado en gas amoníaco. El amoníaco liberado se destila y se recoge en una solución ácida de ácido bórico.

-Titulación: El amoníaco recolectado se titula con una solución estándar de ácido clorhídrico (HCl) para determinar la cantidad de nitrógeno presente en la muestra. Este paso permite calcular el contenido total de nitrógeno en la muestra.

-Cálculo del contenido de proteínas: Una vez determinado el contenido de nitrógeno, se utiliza un factor de conversión específico para calcular el contenido de proteínas en el alimento. Este factor de conversión es típicamente 6,25, que es el valor estándar utilizado para muchos alimentos, aunque puede variar para algunos tipos específicos de alimentos.

Es importante seguir cuidadosamente los procedimientos descritos en el método AOAC 955.04D para garantizar resultados precisos y reproducibles en la determinación del contenido de proteínas en alimentos. Además, se recomienda que el análisis se realice en un laboratorio calificado y utilizando equipos adecuados para asegurar la exactitud de los resultados.

4.7.2 Tabla INCAP 2012 Composición de alimentos en 100 gramos de Porción comestible

La Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (INCAP), también conocida como "Tabla INCAP 2012", es una referencia importante para profesionales de la salud, nutricionistas, investigadores y otros expertos que trabajan en el campo de la nutrición en América Central y Panamá.

Esta tabla proporciona información detallada sobre la composición nutricional de una amplia gama de alimentos consumidos comúnmente en la región. Incluye datos sobre los nutrientes principales, como proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales, así como también información sobre contenido de fibra, agua y otros componentes relevantes para la salud y la nutrición.

La Tabla INCAP es valiosa para la evaluación de la ingesta dietética, el diseño de dietas balanceadas, la planificación de programas de nutrición y la investigación en el campo de la alimentación y la nutrición. Permite a los profesionales de la salud y a los planificadores de políticas tener una comprensión precisa de la composición de los alimentos locales y su impacto en la salud de la población.

Es importante destacar que estas tablas se actualizan periódicamente para reflejar cambios en la disponibilidad de alimentos y en los patrones de consumo, así como para incorporar nuevos datos de investigación sobre la composición nutricional de los alimentos.

En la siguiente tabla se describe los valores proteicos de la bebida de soya por cada 100g

Tabla N° 6. Valores proteicos por cada 100g ²⁵

Código	Nombre	Agua %	Energía Kcal.	Proteína g.	Grasa total g	Carbohidrato g.	Fibra total g.	Cenizas g.
17090	Bebida de soya		40	2.6	1.52	4.0	0.6	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 20.0 Achouri, A., J.I. Boye and Y. Zamani. 2007. Changes in soymilk quality as a function of composition and storage. *Journal of Food Quality* 30(5): 731–744.
- 21.0 Liu, X. and S.J. Herbert. 2002. Fifteen years of research examining cultivation of continuous soybean in northeast China: A review. *Field Crops Research* 79(1): 1–7.
- 22.0 Bordi, P.L., G. Salvaterra, C. Cole, D.A. Cranage, M. Borja and Y. Choi. 2003. A taste comparison of an isolated soy protein carbohydrate-protein beverage and an isolated whey protein carbohydrate protein beverage. *Food Service Research International* 14(1): 23-33.
- 23.0 Childs, J.L., M.D. Yates and M.A. Drake. 2007. Sensory properties of meal replacement bars and beverages made from whey and soy proteins. *Journal of Food Science* 72(6): S425-S434.
- 24.0 United States Department of Agriculture (USDA). Dairy Market News. En: <http://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/ams.fetchTemplateData.do?template=TemplateA&navID=CommodityAreas&leftNav=CommodityAreas&page=DairyLandingPage&description=Dairy&acct=dairy>; [consulta: 03 junio 2024].
- 25.0 Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Tabla de composición de Alimentos de Centroamérica Segunda edición. Abril 2007

CAPITULO V

5.0 CONCLUSIONES

- 1.0 La exhaustiva investigación teórica sobre el método de Kjeldahl, realizada utilizando herramientas confiables de normativas y referencias bibliográficas, confirma su eficacia y precisión en la determinación del contenido proteico de la bebida preenvasada de soya. Este método proporciona resultados detallados y fiables, permitiendo una evaluación precisa del contenido proteico y asegurando la calidad nutricional del producto.
- 2.0 La investigación basada en la tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (INCAP), también conocida como "Tabla INCAP 2012". La tabla proporciona una referencia crucial para evaluar la calidad nutricional, destacando que los resultados óptimos de proteína deberían estar en torno a 2.6 g por cada 100 g, según la tabla de referencia INCAP. Adherirse a estos estándares es esencial para asegurar que las bebidas preenvasadas cumplan con los niveles adecuados de proteína, permitiendo una comparación efectiva y una mejor garantía de la calidad nutricional en productos comerciales.
- 2.0. La integración con equipos modernos del método AOAC 955.04D proporciona una mayor precisión en el análisis, mejorando la fiabilidad de los resultados. La modernización de los equipos permite que la metodología actualizada ofrezca resultados más precisos y confiables, alineados con los resultados teóricos esperados de la investigación realizada. Esto garantiza una evaluación efectiva del contenido proteico en las bebidas de soya, que debe reflejar aproximadamente 2.6 gramos de proteína por cada 100 gramos.

CAPITULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

- 1.0 Se recomienda a los organismos internacionales como la FDA y la AOAC que promuevan la actualización y difusión de las normativas relacionadas con la determinación de proteínas en productos alimenticios como las bebidas de soya, dirigidas a los actores relevantes del sector.

- 2.0 Se recomienda a la Universidad de El Salvador incorporar la determinación de proteínas en alimentos como parte de sus prácticas de laboratorio. Introduciendo el método de Kjeldahl como unidad de aprendizaje en las materias dedicadas al análisis de alimentos, esto permitirá a los estudiantes de la Facultad de Química y Farmacia desarrollar habilidades analíticas fundamentales y comprender la importancia de medir con precisión el contenido de proteínas a partir del nitrógeno proteico en bebidas pre-envasadas de soya

- 3.0 A la industria de los alimentos se le recomienda enfatizar la importancia de las proteína de soya como sustituto de la leche bovino para aquellas personas con intolerancia a la lactosa o alergias.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Casapia la soja [artículo de internet] disponible en <http://www.casapia.com/detetica-herbolario/los-soja-informacion.htm> [consulta: 21 de marzo 2024]
2. Manual de fundamentos y técnicas de análisis de alimentos [artículo de internet] disponible http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1067/1/ManualdeFundamento syTecnicasdeAnalisisdeAlimentos_501.pdf [consulta: 21 de marzo 2024]
3. Optimal Wellness Center. La crisis del frijol soja. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/453016286/TESIS-pdf> [consultado 21 de marzo 2024]
4. Mendoza Martínez E. Bromatología Composición y propiedades de los alimentos, primera edición, impreso en México, Mc W-Hill Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2010
5. ASA, Asociación Americana de Soya, “La soya sus productos y aplicaciones” [Articulo de internet] disponible <http://www.asaimmexico.org> [Consultado: 26 de marzo 2024]
6. 9.Programa estratégico de necesidades de investigación; Tecnológico de Monterrey, 2003.
7. Silvana R. tofu o queso de soja [artículo de internet] disponible <http://www.actosdeamor.com/tofu.htm> [consulta: 30 de marzo 2024]
8. Villacis Albuja, D.R, Diseño y simulación por computador de una maquina peladora de soya hidratada con una capacidad de 50 kilogramos por hora, Tesis para la obtención de título de Ingeniero Mecánico, Escuela Politécnica nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, Quito Perú, diciembre 2011.
9. . Casapia soja [artículo de internet] disponible en <http://www.casapia.com/dietetica-herbolario/los-alimentos/la-soja-informacion.html> [consulta: 30 de marzo 2024]

10. CODEX STAN 175-1989 Norma del Codex para Productos Proteínicos de Soja
11. Álvarez J C. Leche de soja [artículo de internet] disponible en <http://alimentos.org.es/nutrientes-leche-soja> [consulta: 30 de marzo 2024]
12. Álvarez J C. Leche de soya [artículo de internet] disponible en <http://alimentos.org.es/leche-soja> [consulta: 7 de abril de 2024]
13. CODEX STAN 175-1989 Norma del Codex para Productos Proteínicos de Soja
14. Pan Reac AppliChem. Determinación del nitrógeno por el método Kjeldahl https://www.itwreagents.com/uploads/20180122/A173_ES.pdf [consulta: 7 de abril 2024]
15. Héctor Zumbado Fernández. Análisis químico de los alimentos. Institución de farmacia y alimentos Universidad de la Habana 2004.
16. www.2010: http://Catarina.udlap.mx/udea/talesdocumentos/lia/gomez_ama/capitulo_3.pdf [Consultado el 11 de abril 2024]
17. Equipos y laboratorios de Colombia S.A.S. 2011 - 2022 [Accedido el 7 de abril de 2024]. <https://equiposylaboratorio.com>
18. AOAC (Association of Official Analytical Chemistry), Official 1989. Official Analytical Chemists- 14th Ed. Washington. DC. Publisher by the Association of Official Chemists 1015 p.
19. ASA, 2008, * Karr-Lilienthal et al., 2005, adaptado por Vanegas L.S.

20. Achouri, A., J.I. Boye and Y. Zamani. 2007. Changes in soymilk quality as a function of composition and storage. *Journal of Food Quality* 30(5): 731–744.
21. Liu, X. and S.J. Herbert. 2002. Fifteen years of research examining cultivation of continuous soybean in northeast China: A review. *Field Crops Research* 79(1): 1–7.
22. Bordi, P.L., G. Salvaterra, C. Cole, D.A. Cranage, M. Borja and Y. Choi. 2003. A taste comparison of an isolated soy protein carbohydrate-protein beverage and an isolated whey protein carbohydrate protein beverage. *Food Service Research International* 14(1): 23-33.
23. Childs, J.L., M.D. Yates and M.A. Drake. 2007. Sensory properties of meal replacement bars and beverages made from whey and soy proteins. *Journal of Food Science* 72(6): S425-S434.
24. United States Department of Agriculture (USDA). Dairy Market News. En: <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/ams.fetchTemplateData.do?template=TemplateA&navID=CommodityAreas&leftNav=CommodityAreas&page=DairyLandingPage&description=Dairy&acct=dairy>; [Accedido el 7 de abril de 2024].
25. El método analítico de Kjeldahl [Accedido el 7 de abril de 2024]. <https://www.gerhardt.de/es/know-how/metodos-analiticos/el-metodo-kjeldahl>

ANEXOS

ANEXO N°1. Calculo para determinar El % de proteína a partir del nitrógeno proteico ¹⁴

De la valoración se puede calcular el número de equivalentes de nitrógeno recogidos, y con éste dato se obtiene el porcentaje de nitrógeno en la muestra.

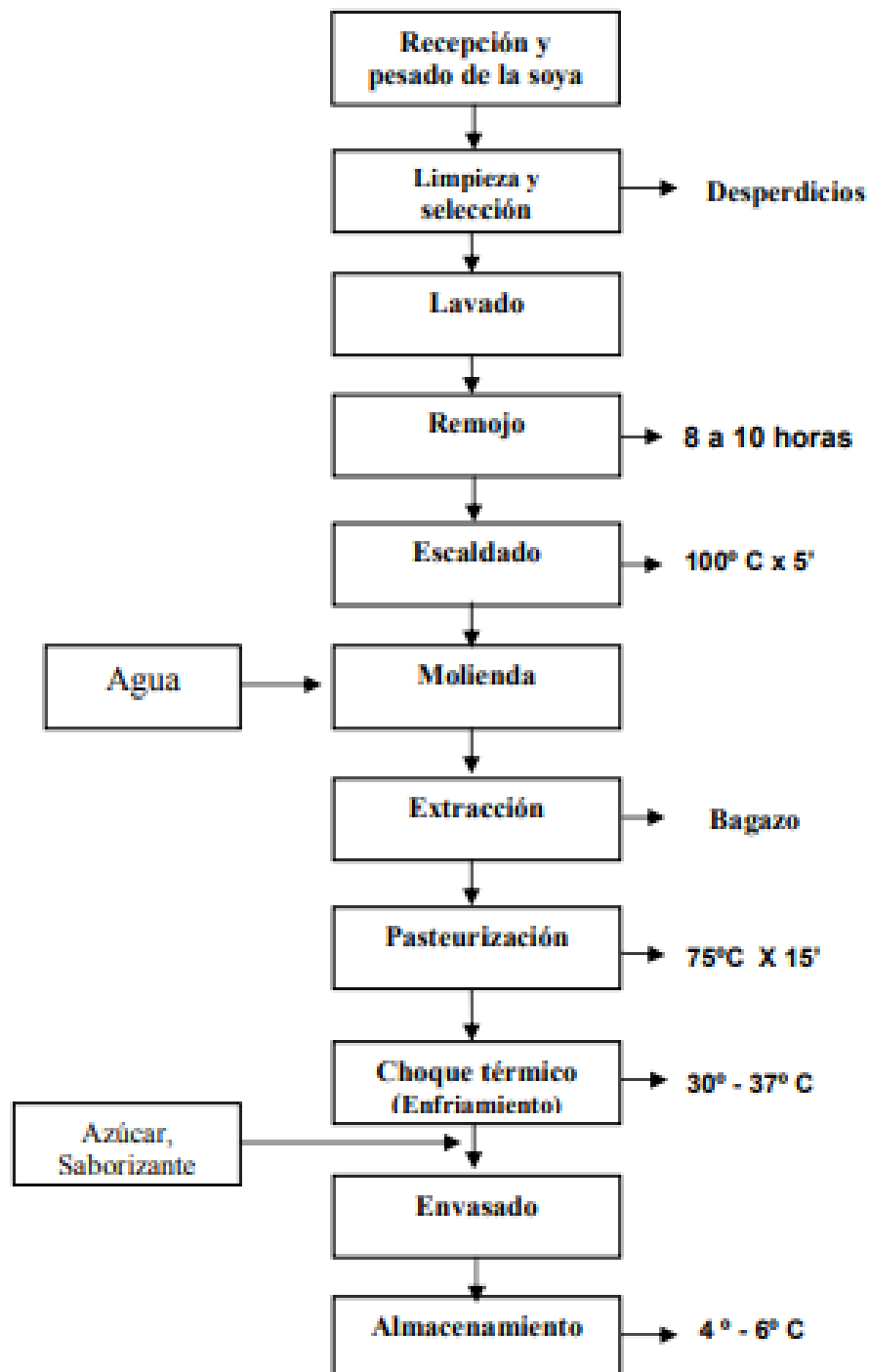
Dónde:

$$\% \text{ Nitrogeno} = \frac{V \cdot N \cdot 0.014 \cdot 100}{m}$$

- V= volumen de ácido clorhídrico empleado en la titulación, en ml
- N= normalidad de ácido clorhídrico.
- m= masa de la muestra en gramos
- 0.014= Miliequivalente del Nitrógeno.

Para calcular el porcentaje de proteína basta con multiplicar por un factor de conversión el % de nitrógeno calculado. El contenido de nitrógeno en diferentes proteínas es aproximadamente 16% por lo que multiplicando el por ciento del nitrógeno obtenido por el factor 6.25 se obtiene la cantidad de proteínas presentes en los alimentos. Sin embargo la relación nitrógeno-proteínas varía en forma trascendente.

ANEXO N°2. Proceso de la elaboración de la leche de soya¹⁶



NORMA DEL CODEX PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA

CODEX STAN 175-1989

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente norma se aplica a los productos proteínicos vegetales (PPV) preparados con granos de soja (semillas de *Glycine Max. L.*) mediante diversos procedimientos de separación y extracción. Estos productos se fabrican para utilizarlos en alimentos que requieren preparación ulterior, y en la industria de elaboración.

2. DESCRIPCIÓN

Los productos proteínicos de soja (PPS) a que se aplica esta norma son productos alimenticios obtenidos de la soja mediante la reducción o eliminación de algunos de los principales constituyentes no proteínicos (agua, aceite, almidón y otros carbohidratos) de forma que se obtiene un contenido proteínico (N x 6,25) de:

- en el caso de harina proteínica de soja (HPS), 50 por ciento o más, y menos del 65 por ciento;
- en el caso de concentrados proteínicos de soja (CPS), 65 por ciento o más, y menos del 90 por ciento;
- en el caso de aislados proteínicos de soja (APS) 90 por ciento o más.

El contenido proteínico de soja se calcula sobre la base del peso en seco excluidas las vitaminas, minerales y aminoácidos añadidos, así como los aditivos alimentarios.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD Y NUTRICIONALES

3.1 Materias primas

Semillas limpias en buen estado, maduras, secas y esencialmente exentas de otras semillas y materias extrañas de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación, o PPS de menor contenido proteínico pero que satisfagan las especificaciones contenidas en esta norma.

3.2 Los PPS se ajustarán a los siguientes requisitos de composición:

3.2.1 Humedad

El contenido no deberá exceder del 10 por ciento (m/m).

3.2.2 Proteína cruda

(N x 6,25) será:

- en el caso de los HPS, 50 por ciento o más, y menos del 65 por ciento
- en el caso de los CPS, 65 por ciento o más, y menos del 90 por ciento
- en el caso de los APS, 90 por ciento o más

referido al peso en seco, excluidas las vitaminas, minerales y aminoácidos añadidos y los aditivos alimentarios.