

Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Veterinarias

Corrientes – Argentina

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

OPCIÓN: SALUD PÚBLICA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

TEMA: Elaboración y análisis físico-químico de Tofu.

TUTOR EXTERNO: M.V. Gómez, Diego Manuel

TUTOR INTERNO: M.V. Barceló, Angelina

RESIDENTE: Villarreal, Leonela Ivon

e-mail: leonelavillarreal20@gmail.com

INDICE

RESUMEN.....	Pág. N° 3
INTRODUCCIÓN.....	Pág. N° 4
OBJETIVOS.....	Pág. N° 11
MATERIALES Y METODOS.....	Pág. N° 11
RESULTADOS.....	Pág. N° 17
CONCLUSIÓN.....	Pág. N° 20
BIBLIOGRAFÍA.....	Pág. N° 21

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Tecnología de los Alimentos en la Facultad de Ciencias Veterinarias (UNNE). El objetivo fue realizar la elaboración, el análisis físico químico y la confección de un cuadro nutricional de tofu. Este fue elaborado a base de porotos de soja secos que fueron hidratados y licuados, esto fue filtrado para obtener el extracto líquido al cual se le adicionó un coagulante para luego ser prensado y así obtener el bloque de tofu. La elaboración se realizó de acuerdo con una receta propia teniendo en cuenta la bibliografía y realizando adaptaciones según las condiciones del laboratorio (materia prima, utensilio, etc.) y se confeccionó un fluograma del proceso para garantizar la estandarización de los pasos. Del tofu obtenido se realizaron las determinaciones arrojando resultados de pH de 5,46, contenido de humedad por método de secado en estufa 71,5%, proteína por el método de Kjeldahl 11,68%, fibra cruda por doble digestión < 1%, extracto etéreo por método de Soxhlet 7,5%, carbohidratos por diferencia de resultados 7,5% y contenido de cenizas utilizando mufla 0,79%. Con los resultados obtenidos se logró la realización del cuadro nutricional mediante planilla de Excel. Queda demostrado que es posible una elaboración artesanal con la obtención de un tofu de las mismas características y menor costo que un tofu comercial, siendo esto beneficioso para la inclusión de este alimento proteico como complemento en la alimentación diaria.

INTRODUCCIÓN

SOJA

La soja para los emperadores chinos era una de las cinco semillas sagradas, junto con el arroz, el trigo, la cebada y el mijo. Reconocían en la soja no sólo sus propiedades nutritivas, sino también sus propiedades para prevenir enfermedades (LIU, 1997)

Es una legumbre originaria de China, de cultivo milenario por sus propiedades nutritivas. Los orientales la consideran un superalimento, que reemplaza la carne, leche y huevos y junto con el arroz ha contribuido a paliar el hambre en Oriente. Actualmente su cultivo se ha extendido por toda la tierra (LIU, 1997).

A principios del siglo XIX se empezó a cultivar en Estados Unidos. Sin embargo, en Europa y en Norteamérica, la soja no se empleó en la alimentación humana hasta bien entrado el siglo XX. La primera cosecha comercial de soja se plantó en 1929 para suministrar semillas para hacer salsa de soja. Desde esos inicios tempranos e insignificantes, la importancia de la soja ha sido bastante espectacular. En la actualidad la soja es una fuente esencial y dominante de proteínas y aceites con una multitud de usos tanto en alimentos para personas como en piensos animales. También existen numerosas aplicaciones industriales para los diferentes componentes de esta importante y versátil semilla (LIU, 1997).

Actualmente se cultiva en gran cantidad en toda Asia, EE.UU. y Oeste de África. En Europa, se cultiva por vía de ensayo, con éxito. EE.UU. produce la mitad de toda la producción mundial, pero a pesar de ello, el consumo de soja es todavía muy bajo en los países de Occidente. En las últimas décadas los investigadores están descubriendo cada vez mayor número de propiedades curativas en este alimento. Esto ha hecho que ahora empiece a ser más apreciada por la población occidental, aunque con tres mil años de retraso respecto a la población oriental (LIU, 1997).

Es de un notable poder nutritivo, pero lamentablemente la producción de soja modificada genéticamente es enorme. La Argentina ostenta el récord de ser el principal país productor de soja transgénica, a pesar de estar en el tercer lugar de producción mundial (INTA, 2016).

Al analizar el contenido proteico, vemos que la soja ecológica presenta un 14,86% más de proteína que la no ecológica. Una diferencia muy importante que subraya la mayor densidad nutritiva de los alimentos ecológicos. En cuanto al porcentaje de aminoácidos esenciales, la ecológica posee la proteína con mayor fracción de lisina (un 9% más). Ello la convierte en la soja con proteína de mayor calidad biológica gracias a la importante presencia de este aminoácido esencial, además de poseer los 8 aminoácidos esenciales (SISA, 2021).

Tiene virtudes terapéuticas, por lo que se la puede considerar un alimento con propiedades nutracéuticas (nutriente con propiedades medicinales). Numerosos estudios clínicos han concluido que las poblaciones orientales en las cuales la base de la alimentación posee alto consumo de alimentos de soja y derivados presentaban un menor riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares, osteoporosis y algunos tipos de cáncer como los de mama, útero y próstata (Nora y Foppa, 2012).

En su composición química casi el 40% son proteínas, el doble que la carne roja, hidratos de carbono un 30%, lípidos 20%, fibras alimentarias alrededor de 12%, minerales y vitaminas 5% y diversos fitoquímicos, como las reconocidas isoflavonas (Marioli Nobile, 2016).

Las cenizas se refieren a los elementos que quedan después de la combustión completa de la materia orgánica. Se destacan calcio, fósforo, cobre, potasio y zinc, entre otros. Sin embargo, la absorción de estos minerales se ve disminuida por los fitatos, que se consideran fibras antinutrientes porque se unen a algunos minerales y son expulsados por el tránsito intestinal. Esta circunstancia no la encontramos en los productos derivados, como el tofu (queso de soja) y los productos fermentados, como el miso y el tempeh ya que carecen de fibra (Marioli Nobile, 2016).

La soja se utilizó y se sigue utilizando en oriente como alimento, bien en su forma simple, como una legumbre más o a través de alguno de sus derivados. Todos estos productos y, especialmente sus derivados están extendiéndose cada vez más hacia otras partes del mundo (Reyes Padilla, 2022).

Las posibilidades de esta leguminosa no se limitan a superar el valor nutricional de la carne. La soja también da origen a una serie de productos alimenticios como el tofu, el miso, el tempeh, la okara, el kinato, el batido de soja, la proteína vegetal

texturizada -conocida como carne vegetal-, la harina integral, los germinados, el suero y los sustitutos del café o el chocolate, que van a ser cada vez más conocidos por lo que es muy interesante que nos vayamos familiarizando con ellos (Reyes Padilla, 2022).

TOFU

Uno de los productos derivados más conocidos de la soja es el tofu. Es una especie de cuajada de la leche extraída de la soja cocida y machacada anteriormente. Por tanto el tofu posee todas las propiedades de la soja, menos fibra, que la soja contiene en alta dosis. Como no tiene tanta fibra, tofu es un alimento muy digestivo (aunque la fibra tiene otras importantes propiedades al absorber el colesterol, mejorar las consecuencias de la diabetes, el estreñimiento, etc) y se asimila en un 92% / 98%. Así que el tofu es un alimento no sólo para la gente sana sino es ideal para los niños y los mayores (Shurtleff y Aoyagi, 1979).

El tofu es un producto alimenticio originario de Asia, que se obtiene a partir de porotos de soja, resultante de la coagulación de las proteínas presentes en la leche de soja (por esto es que también a veces suele denominarse como “queso de soja”). Es muy valorado por su composición nutricional y tiene flexibilidad para ser incorporado en diversas dietas para los humanos (Mariobi Nobile, 2016).

Según el Codex Alimentarius, un documento elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) que recoge las normas internacionales de los alimentos, denomina al tofu como “cuajada de soja”. La cuajada de soja se prepara con frijoles de soja seca que se remojan en agua, se hacen puré y se cuelan para producir bebida de soja, que luego se transforma en cuajada por medio de un coagulante, y se vierte en un molde. Las cuajadas de soja pueden tener una variedad de texturas: blando, semisólido (o simplemente tofu), y el sólido, que está parcialmente deshidratado y tiene una textura más gomosa.

El tofu tiene los siguientes efectos beneficiosos:

1. Contiene lecitina que reduce el colesterol y los triglicéridos. Y el ácido linoléico, que es grasa insaturada, reduce el riesgo de aterogénesis y previene la hemorragia intracraneal, el infarto o la angina de pecho. Contiene abundante lisina, aminoácido esencial y al ser bajo en sodio ayuda a controlar la subida de la tensión arterial.

2. La lecitina que tiene el tofu sirve para activar el funcionamiento cerebral. Porque la colina, que es uno de los componentes de la lecitina, se convierte en acetilcolina que es neurotransmisora en el cerebro. Así aumenta la capacidad de memoria y la concentración, y previene el envejecimiento cerebral y la demencia senil.

3. La soja, y por tanto el tofu contienen saponinas. Ya se han observado sus efectos sobre el control de colesterol en la sangre aumentando el metabolismo de las grasas. Ahora se están estudiando sus efectos anticancerígenos.

4. Las isoflavonas que tiene en abundancia la soja son polifenoles de origen vegetal, son fitoestrógenos similares a los estrógenos, conocidos como hormonas femeninas. Actúan como antioxidantes y reducen los síntomas de la menopausia. También tienen efectos preventivos correlacionados sobre osteoporosis, cáncer de mama o ateroesclerosis.

5. La soja cruda contiene antinutrientes inhibidores de tripsina. Esta sustancia impide la actividad de la tripsina que es la enzima peptidasa y tiene relación con la hipertrofia del páncreas. Por eso se consideraba algo dañino para la salud. Se destruye con el calor, pero en el tofu, aunque elaborado con la soja cocida, tiene algo de los inhibidores de tripsina, en una cantidad muy pequeña. Actualmente se sabe que posee efecto positivo sobre la diabetes y el cáncer de páncreas.

6. La soja contiene oligosacáridos, en la fracción soluble, que contribuyen al sabor característico de algunos productos de soja. Estos hidratos están siendo reconocidos por sus efectos pre-bióticos ya que pueden ser beneficiosos para la digestión al incrementar el número de bifidobacterias en el intestino.

7. Presenta una riqueza elevada en calcio (Hikino, 2013).

Existen variedades de tofu, basado en el contenido de agua y características de textura, dado que cada uno tiene un proceso de elaboración y grado de desuerado diferente. Entonces el tofu se clasifica generalmente en suave, firme y extra firme (LIU, 1997). Se presenta en forma de bloque compacto blanquecino, carece de olor y sabor, por lo que es utilizado tanto en preparaciones dulces como saladas, en acompañamientos o como plato principal, tomando siempre el sabor de los ingredientes añadidos (Cuevas Rodríguez, 2020).

Como parte de las características nutricionales del tofu se aprecia que es un alimento con alto porcentaje de humedad (alrededor del 84,4%), alta calidad y cantidad proteica (7,8%), bajo en grasas (4,3%) (Shurtleff y Aoyagi, 1979).

Ningún producto animal interviene en su elaboración, por lo que es ampliamente usado como sustituto parcial de la carne por los vegetarianos y veganos (Cuevas Rodríguez, 2020).

Producción y consumo

En todo el este de Asia, el tofu ha sido durante mucho tiempo la forma más popular de utilizar la soja como alimento básico; hoy es parte básica de la dieta diaria de más de mil millones de personas. Actualmente hay 38.000 tiendas de tofu en Japón, 11.000 en Indonesia, 1.470 en Corea, 2.500 en Taiwán y unas 158.000 en China. La mayoría de estos son industrias artesanales basadas en el hogar; en la mayoría de los países hay al menos uno para cada ciudad o pueblo y, a menudo, cientos o incluso miles en las ciudades más grandes. En Japón, sin embargo, hay un número creciente de fábricas modernas que utilizan hasta 15 toneladas de soja seca al día para producir de 45 a 60 toneladas de tofu al día y 15.000 toneladas de tofu al año. La lechería de soja más grande del mundo en Hong Kong produce actualmente más de 150 millones de botellas de leche de soja al año (500.000 botellas al día). Y en América Latina, hasta la Compañía Coca Cola produce leche de soja. En Argentina la marca más consumida es AdeS®. (Shurtleff y Aoyagi, 1979).

En la producción de tofu y leche de soja, los principios básicos de producción son notablemente similares a los desarrollados hace más de mil años. Aunque Estados Unidos ha descubierto recientemente el tofu y en los últimos cuatro años se ha convertido en el alimento de soja más popular en Estados Unidos, donde la gente busca alternativas nutritivas y de bajo costo a la carne y los productos lácteos. Los productores estadounidenses de tofu y leche de soja han tomado un alimento oriental tradicional y lo han transformado totalmente aplicando el ingenio yanqui en su tecnología y la creatividad en su comercialización (Shurtleff y Aoyagi, 1979).

Cabe aclarar que es habitual que a las bebidas a base de vegetales artesanales se las llame "leche de..." por su aspecto blanquecino. Sin embargo, "leche" no es el

término autorizado tanto por la normativa internacional como la nacional para denominar a este tipo de bebidas.

Las únicas bebidas a base de vegetales que están definidas en el CAA son el "agua o leche de coco" y la "horchata". De acuerdo al Artículo 895, se designa agua o leche de coco al "*líquido lechoso contenido en los cocos inmaduros*". Y según el Artículo 1027, con el nombre de horchata se entiende el "*producto elaborado con leche de almendras, adicionado o no de agua destilada o agua potable, con o sin el agregado de la esencia natural correspondiente y azúcares: sacarosa, dextrosa, azúcar invertido o sus mezclas, con o sin miel*".

El resto de las bebidas a base de vegetales se deben denominar bajo la categoría "bebida analcohólica a base de...". De acuerdo al Artículo 996 del CAA, se entiende por bebidas sin alcohol o bebidas analcohólicas, las bebidas gasificadas o no, listas para consumir, preparadas a base de uno o más de los siguientes componentes: jugo, jugo y pulpa, jugos concentrados de frutas u hortalizas, leche, extractos, infusiones, maceraciones, percolaciones de sustancias vegetales contempladas en el presente Código, así como aromatizantes/saborizantes autorizados. No deberán contener alcohol etílico en cantidad superior a 0,5% en volumen.

En los casos cuyos componentes no se correspondan con lo establecido en el Artículo 966, el producto se podrá denominar "alimento líquido a base de...".

El término "alimento líquido a base de..." se utiliza para productos que tienen un considerable aporte de nutrientes, diferenciándolo así del término "bebida analcohólica a base de..." que se identifica más con productos cuyo ingrediente principal es el agua.

Al utilizar estos términos se evita la confusión que genera en los consumidores la denominación "leche de..." .

Estas bebidas pueden elaborarse a base de frutos secos (almendras, avellanas, castañas), semillas (sésamo), cereales (arroz, avena), soja y coco (Vick, 2020).

Si bien, la mayoría de las bebidas a base de vegetales se preparan de forma artesanal o casera, existen versiones industriales disponibles en el mercado que, en general, están adicionadas con vitaminas y minerales. En el mercado argentino se

comercializan principalmente bebidas a base de almendras, castañas, soja y coco (Vick, 2020).

Estas bebidas se caracterizan por ser ricas en fibra y en grasas insaturadas, principalmente las bebidas a base de frutos secos. No contienen gluten, con excepción de las bebidas a base de avena; no contienen colesterol (los alimentos de origen vegetal no contienen colesterol); ni tampoco contienen lactosa o azúcar de la leche. Son bajas en grasas saturadas; salvo las bebidas a base de coco, ya que el coco tiene un alto contenido de grasas saturadas (Vick, 2020).

Las bebidas a base de soja tienen una calidad proteica superior a las bebidas a base de arroz o avena; porque la soja contiene todos los aminoácidos esenciales, en cambio el arroz o la avena son deficientes en lisina (un aminoácido esencial) (Vick, 2020).

El aporte nutricional de las bebidas a base de vegetales no se parece al de la leche de vaca, por lo tanto, no se pueden comparar. Las bebidas a base de vegetales tienen diferentes nutrientes, y por ende, distintos beneficios para la salud, que la leche de vaca (Vick, 2020).

La misma consideración debe tenerse con los quesos, ya que al tofu suele denominarse como “queso de soja”, denominación que no está avalada por el CAA ni por el Codex pero que la bibliografía lo cita como tal.

Queso según el Art 605 del CAA es el “*producto, fresco o madurado, que se obtiene por separación parcial del suero de la leche (entera, parcialmente descremada o descremada), coagulado por la acción física del cuajo, de enzimas específicas, de bacterias específicas y de ácidos orgánicos (solos o combinados); con o sin el agregado de sustancias alimenticias y/o especias y/o condimentos y/o aditivos como aromatizantes y colorantes*”.

El queso también puede elaborarse a partir de leche caprina, ovina o bufalina. Es por ello que, también se produce queso de cabra, de oveja o de búfalo.

La denominación queso, para la venta, está reservada a los productos en que la base láctea no contenga grasa y/o proteínas de origen no lácteo.

OBJETIVOS

Generales

- Elaborar tofu a partir del extracto líquido obtenido de los porotos de soja crudos,
- Diseñar un flujograma de elaboración preciso, estandarizando procesos, temperaturas y tiempos utilizados,
- Realizar el análisis físico químico del producto obtenido

Particulares

- Desarrollar una receta modelo para reproducir en elaboraciones posteriores según las condiciones del laboratorio de Tecnología de los Alimentos,
- Confeccionar un cuadro nutricional a partir de las determinaciones realizadas

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar y periodo de trabajo: el presente trabajo se llevó a cabo en su totalidad en el laboratorio de Tecnología de los Alimentos, dependencia de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste, ubicado en calle Sargent Cabral 2139- Corrientes Capital, en el periodo comprendido entre octubre del 2022 y febrero del 2023.

Se realizaron un total de 8 elaboraciones, de las cuales se obtuvieron 4 muestras satisfactorias.

Materias primas: soja, agua, coagulante (cloruro de calcio, cloruro de magnesio).

Elaboración de tofu: Si bien se tuvo en cuenta la bibliografía consultada para la elaboración, el resultado final es una adaptación a las condiciones y materiales suministrados por el laboratorio de Tecnología de los Alimentos.

El procedimiento se inició con el remojo de 200 gramos de porotos secos de soja en 600 gramos de agua potable por 10 horas, tiempo suficiente para que los porotos adquieran la máxima humedad posible, esto quedó demostrado realizando pesajes en diferentes tiempos de remojo.

Transcurrido el tiempo de remojo los porotos fueron enjuagados, escurridos y pesados para agregar agua potable nuevamente en una relación 1:4

Los porotos remojados junto al agua agregada fueron procesados en licuadora a máxima velocidad durante 4 minutos (figura N° 1). La mezcla obtenida se filtró a través de una tela de lienzo hasta lograr separar el máximo volumen de extracto acuoso de soja por un lado y residuo sólido (okara) por el otro. Ambos productos obtenidos fueron pesados para el cálculo de rendimiento (figura N° 2).



Figura N° 1: a) Relación 1:4 de porotos de soja y agua. b) Proceso de licuado a máxima velocidad.



Figura N° 2: a) Filtrado. b) Extracto líquido. c) Residuo (okara)

La totalidad del extracto acuoso fue colocado en una olla y calentado a fuego directo máximo hasta llegar a los 80°C, luego a fuego mínimo por 20 minutos obteniendo una temperatura final de 90°C (figura N° 3).



Figura N° 3: calentamiento del extracto acuoso y medición de temperatura.

Pasado el tiempo de calentamiento se apagó el fuego y se dejó enfriar la bebida de soja hasta llegar a la temperatura de 70°C para el agregado del coagulante.

El coagulante, Cloruro de Calcio, fue utilizado en una proporción del 0,3% en base al peso de los porotos de soja hidratados. Cloruro de Magnesio (Nigari) se utilizó a razón de 3 gramos por cada litro de bebida de soja (Figura N° 4 y 5).



Figura N° 4: Cloruro de Calcio a la izquierda, Cloruro de Magnesio a la derecha, transcurridos 10 minutos.



Figura N° 5: Cloruro de Calcio a la izquierda, Cloruro de Magnesio a la derecha, transcurridos 30 minutos.

Esta mezcla de bebida de soja más coagulante se dejó en reposo por 30 minutos. Transcurrido dicho tiempo, se logró observar la formación del coágulo y la separación de la fracción líquida de color amarillento (figura N° 6) y se efectuó el prensado.



Figura N° 6: Separación del cuajo de la fracción líquida

Para el prensado se usó un molde de metal, apto para la elaboración de quesos, cubierto con tela de lienzo donde se transfirió toda la preparación obtenida. La tela fue doblada sobre el cuajo y sobre esto se colocó la tapa del molde y una pesa de 2 kilos, mantenido así por 2 horas (figura N° 7).



Figura N° 7: a) Transferencia de la preparación al molde cubierto con tela de lienzo. b) Separación de líquido amarillento del cuajo. c) Prensado con un peso de 2 kilos.

Pasado el tiempo de prensado se retira la tela de lienzo y el producto final obtenido es el tofu, un bloque firme de pasta y color uniformes, con un peso aproximado de 350 gramos (figura N° 8).

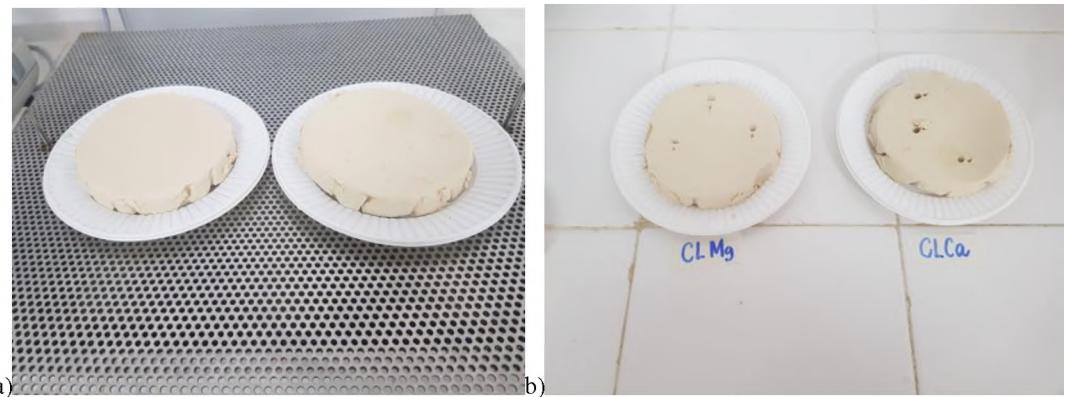


Figura N° 8: a) Bloques de tofu. b) Luego de la toma de pH.

Análisis del tofu:

Determinación de Humedad

La humedad se considera como la pérdida de masa de agua que sufre un material. De cada tofu obtenido se tomaron muestras de aproximadamente 150 gramos (Figura N° 9). Se llevaron a estufa a 60°C por 48 horas, se pesó y por diferencia de pesos se obtuvo el contenido de humedad (figura N° 10).

Fórmula: % de humedad = $(PA - PD)/PD \times 100$

Donde:

PA= peso de la muestra antes de desecar

PD= peso de la muestra después de desecar



Figura N° 9: a) Toma de muestra. b) Pesaje de la muestra en balanza de precisión.

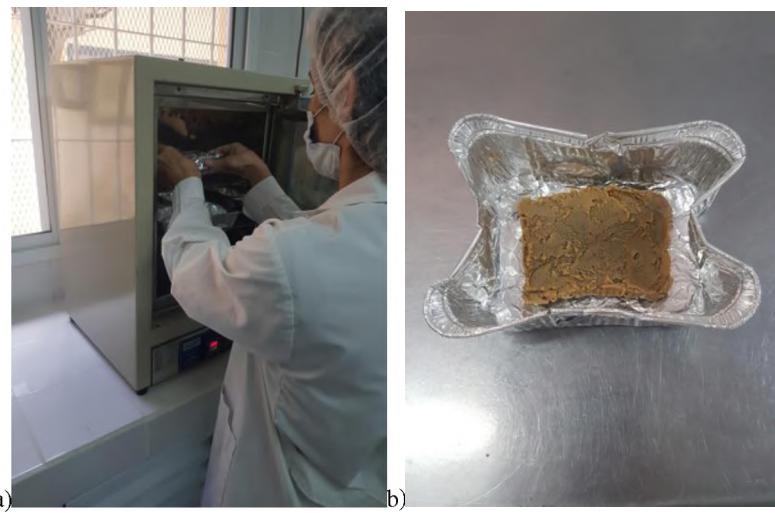


Figura N° 10: a) Colocando muestra en estufa b). Muestra post secado

Determinación de Proteínas

Se obtuvo el porcentaje de proteína por el método de Kjeldahl. Este método determina el nitrógeno por digestión en ácido sulfúrico dando sulfato de amonio, este es convertido a hidróxido de amonio. Por adición de hidróxido de sodio, el hidróxido de amonio es destilado dentro de una solución de ácido bórico y se cuantifica por titulación.

Determinación de extracto etéreo o grasa bruta

El contenido de materia grasa se evaluó por el método de Soxhlet. La materia grasa se extrae usando éter de petróleo bajo reflujo, luego el solvente es removido por evaporación y el residuo graso es pesado.

Determinación de fibra cruda

El método empleado para la determinación consiste en efectuar dos digestiones. La primera con H_2SO_4 y la segunda con $NaOH$. La finalidad de este método consiste en eliminar las proteínas, carbohidratos solubles, residuos de grasas, vitaminas y otros compuestos diferentes que interfieren en la determinación. El fundamento del método es asemejar este proceso al que desempeña el organismo en su función digestiva.

Determinación de cenizas

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica.

Fundamento: la muestra se incinera en mufla a 600 °C para quemar todo el material orgánico. El material que no se destruye a esta temperatura se le llama cenizas (minerales).

Fórmula: % de ceniza en base humedad = peso de ceniza/peso de muestra antes de incinerar x100

Peso de ceniza = (peso de crisol + ceniza) – peso de crisol vacío

Determinación de carbohidratos

El resultado de carbohidratos presentes en un determinado análisis se realiza de manera análoga, sumando los resultados de las determinaciones (determinación de humedad, cenizas, extracto etéreo o grasa bruta, proteína cruda, y fibra cruda). La cantidad obtenida se le resta al 100% obteniendo la cantidad de carbohidratos presente en la muestra analizada.

El pH de las muestras se evaluó con tiras de pH y peachímetro Testo 205®, se compararon y se obtuvo un promedio.

El cuadro nutricional fue elaborado en base a una porción de tofu de 40 gramos, estipulado por el CAA, con el programa Microsoft Excel.

RESULTADOS

En la elaboración se utilizaron dos coagulantes citados por la bibliografía: Cloruro de magnesio y Cloruro de calcio, ambas sales solubles en agua. No se observaron diferencias significativas en el producto final, sí en el proceso de coagulado, siendo más rápida la formación y firmeza del cuajo con el Cloruro de Magnesio.

Se realizó el fluograma de elaboración (Figura N° 11) para el tofu teniendo en cuenta los insumos y las instalaciones del Laboratorio de Tecnología de los Alimentos.

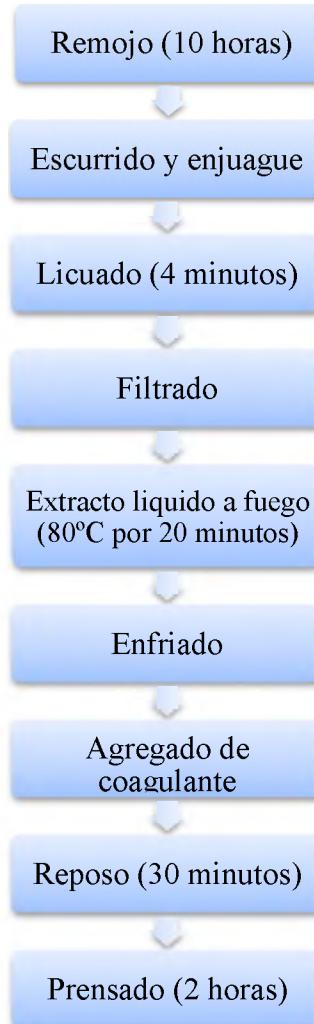


Figura N° 11: flujograma de elaboración

Se obtuvieron promedios de los análisis de humedad, ceniza y pH (Cuadro N° 1).

Promedios	
Humedad	71,5 %
Ceniza	0,79 %
pH	5,46

Cuadro N° 1: análisis de humedad, ceniza y pH.

Los resultados del análisis físico químico se resumen en un cuadro nutricional (Cuadro N° 2). Estos resultados fueron analizados por planilla Excel.

Información Nutricional	Cantidad por porción (40 gramos)	%VD por porción*
Valor energético	52,7 Kcal = 221 kJ	2,5

Carbohidratos	3	1
Proteínas	4,5	6
Grasas totales	3	5
Fibra	0	0

Cuadro N° 2: cuadro nutricional, resultados del análisis físico químico

*valores diarios con base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas.

Como se ha visto, el tofu, por más que a veces se lo denomine como “queso”, que se hace a partir de “leche” de soja, que más allá de su proceso de elaboración y/o aspecto, éste no tiene mucho que ver con los productos lácteos, por lo tanto no puede realizarse una comparación nutricional o una sustitución de ellos. El tofu como tal, tiene sus propios beneficios y propiedades y puede ser incluido en dietas tanto veganas como en omnívoras, complementándose con otros alimentos en una alimentación balanceada y saludable, pudiendo servir como alternativa en los casos donde se padezca algún trastorno alimenticio, por ejemplo, intolerancia a la lactosa o alergia a proteína de la leche.

El tofu es un producto muy versátil, con alto contenido proteico y es de resaltar que elaborado de forma casera con muy pocos ingredientes y utensilios resulta muy económico también, respecto de otras fuentes proteicas usadas en la alimentación diaria y con todas las cualidades de un producto elaborado de forma industrial, usando como referencia dos tipos de tofu que se encuentran en los comercios (marcas Soyana y SoyLand), haciendo la salvedad que la soja utilizada por estos es soja orgánica y la que se utilizó en este trabajo no posee certificación orgánica, y como se vio en datos bibliográficos esto puede alterar algunos valores, sobre todo el contenido proteico del grano y del producto final.

CONCLUSIÓN

Con la realización del presente trabajo se puede observar que los objetivos planteados han sido cumplidos en su totalidad.

- Se logró la elaboración de tofu a partir de porotos de soja en condiciones de laboratorio pero que fácilmente puede ser trasladado a la elaboración artesanal o casera
- Se diseñó el flujograma de elaboración adaptado con los detalles de los procesos realizados
- Se realizaron los análisis físico químicos del producto obtenido
- Se confeccionó el cuadro nutricional a partir de los análisis realizados y basándonos en lo descrito en el CAA

Dado que el tofu es un alimento reconocido internacionalmente por el Codex Alimentarius, pero no está regulado por el CAA, y observando los vacíos existentes en el aprovechamiento, conocimiento y uso de subproductos de la soja, me pareció factible el desarrollo de un proyecto de investigación con énfasis en mejorar la composición nutricional y alternativas de las dietas mediante la inclusión de tofu (subproducto de la soja). Así, a través de esta investigación, se podrá contribuir y aportar nuevos conocimientos sobre el potencial del uso de subproductos de soja, para obtener productos de alta calidad proteica.

Si bien el tofu es un alimento con gran consumo en personas que llevan dietas tanto veganas como vegetarianas por el alto aporte proteico y bajo contenido calórico, no se registran todavía análisis estadísticos que se lleven a cabo para estimar el consumo a nivel mundial, nacional ni consumo per cápita de tofu.

BIBLIOGRAFÍA

Código Alimentario Argentino. 1969. Capítulo VIII, Alimentos lácteos. Capítulo XI, Alimentos vegetales. Capítulo XII, Bebidas hídricas, Agua y Aguas gasificadas. Ley 18.284. Buenos Aires, Argentina.

CUEVAS RODRIGUEZ, L. 2020. Alternativas al consumo de carne. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

HIKINO, S. 2013. Una aproximación nutricional a la dieta japonesa. (Parte I) recuperado de
http://www.eupharlaw.com/eupharjapan/EupharJapan_dietajaponesa_parte1.pdf

LIU, K.S. 1997. Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization. First edition. International Thomson Publishing Asia. New York, EEUU.

MARIOLI NOBILE, C.G.. 2016. Variabilidad de la calidad nutricional de soja en Argentina por efecto ambiental; Evaluación nutricional y sensorial de tofu como producto derivado. Presentación formal académica: Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

NORA, D. de A., FOPPA, T. 2012. Nutracêuticos x Nutricosméticos e avaliação do potencial antioxidante dos produtos à base de soja. *Revista Interdisciplinar De Estudos Em Saúde*, 1(1), 11–24. <https://doi.org/10.33362/ries.v1i1.1>

Organización Mundial de la Salud (OMS). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). CODEX ALIMENTARIUS. Leche y Productos Lácteos Segunda edición. Roma, 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>

REYES PADILLA, J. E. 2022. Composición nutricional y compuestos con actividad biológica de la soja. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Ambato, Ecuador.

SHURTLEFF, W., AOYAGUI, A.. 1979. The book of tofu. First edition. Ballantine Books. New York, EEUU.

VICK, A. 2020. Las cosas por su nombre. ¿Las "leches vegetales" son realmente "leches"? Extraído de <https://infoalimentos.org.ar/temas/nutricion-y-estilos-de-vida>

Páginas web:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_informe_estadistico_del_mercado_de_soja.pdf

<http://www.produccionagricolamundial.com/cultivos/soja.aspx>

<https://www.ecologistasenaccion.org/areas-de-accion/agroecologia/agrocombustibles/soja/cultivos-que-matan/>