



Universidad de Concepción del Uruguay

Facultad de Ciencias Agrarias

Centro Regional Rosario

Licenciatura en Bromatología

**“Aceptabilidad y rendimiento del tofu
según la utilización de diferentes
coagulantes”**

ALUMNA: BONGIOVANNI, MARÍA CECILIA

Tesis presentada para completar los requisitos del Plan de Estudios de la Licenciatura en Bromatología

DIRECTORA DE TESINA: Ingeniera Agrónoma MARTINO, ANA CLARA

CODIRECTORA DE TESINA: Ingeniera Agrónoma FERRARI, BIBIANA

Rosario, 2024

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Ingeniera Agrónoma Bibiana Ferrari, quien me ayudó y guio en la realización de la presente tesina. Además, me facilitó el poder trabajar en las instalaciones del Hogar “Jesús Misericordioso” espacio donde, como voluntaria y junto a un grupo de madres, se reúne para preparar y cocinar productos elaborados a base de soja. También deseo destacar a esas madres y a sus hijos quienes colaboraron amablemente con la realización de la degustación y el cuestionario.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue conocer la aceptabilidad de los tofus elaborados con 4 coagulantes diferentes, identificar las características sensoriales y el rendimiento. Los coagulantes utilizados fueron: CaCl_2 , MgCl_2 , $\text{CaSO}_4 + \text{CaCl}_2$, $\text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2$. La población encuestada estuvo constituida por niños/as que concurren a la A. C. “Jesús Misericordioso”, Venado Tuerto, y sus madres. Se utilizó una prueba de preferencias para los niños y una prueba de aceptabilidad por ordenamiento para las madres quienes también identificaron las características sensoriales a partir de descriptores preestablecidos.

Los tofus elegidos por los niños fueron los coagulados con sales de calcio, descriptos, como dulces: 75%, con CaCl_2 . El 80% de las madres eligió las versiones de tofu coagulados con sales de magnesio: el de mayor aceptabilidad la mezcla $\text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2$, descripto como cremoso-blando y amargo.

El 100% de las madres coincidió en que los tofus preparados con sales de calcio presentaban sabor dulce y con sales de magnesio sabor amargo. El 75% describió al coagulado con CaCl_2 como de color marfil y consistente y el 80% percibió al coagulado con la mezcla $\text{CaSO}_4 + \text{CaCl}_2$ como de color marfil/gris y el 85% como de textura compacta. El tofu coagulado con MgCl_2 fue descripto por el 85% como de color ámbar y por el 75% como de textura blanda. El 85% de las madres describió la mezcla de sales $\text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2$ como de color ámbar/gris y textura cremosa.

Los tofus elaborados con sales de magnesio tuvieron mejores rendimientos, el más alto resultó el coagulado con CaCl_2 , 0,264kg/l

ÍNDICE

1.Introducción.....	7
2.Justificación.....	9
3.Problema.....	10
4.Objetivos.....	11
5.Antecedentes.....	12
6.Marco Teórico.....	13
6.1Tofu.....	13
6.1.1 Soja.....	13
6.1.2 Alimentos de soja.....	15
6.1.3 Proceso de obtención de leche de soja.....	16
6.1.4 Proceso de elaboración de tofu.....	17
6.1.5 Composición química del tofu.....	19
6.1.6 Características sensoriales del tofu.....	28
6.1.7Rendimiento del tofu.....	30
6.2 Evaluación sensorial.....	33
6.2.1 Tipos de pruebas.....	35
7.Metodología.....	38
7.1Tipo de diseño.....	38
7.2Referente Empírico.....	39

7.3 Muestra.....	46
7.4 Variables e Indicadores	48
7.5 Técnicas e Instrumentos	49
7.5.1 Cuestionario.....	49
7.5.2 Ensayos preliminares.....	50
7.5.3 Procedimiento.....	52
8.Resultados.....	56
9.Discusión.....	66
10.Conclusiones.....	69
11.Bibliografía.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Composición química de tofu con sulfato de calcio.....	19
Tabla II: Composición química de tofu con Nigari.....	21
Tabla III: Composición química de tofu con sulfato de calcio+cloruro de calcio.....	24
Tabla IV: Porcentaje en peso de diversos coagulantes utilizados en los tofu.....	32
Tabla V: Elaboración de tofu.....	46
Tabla VI: Características sensoriales de tofu según coagulantes.....	50
Tabla VII: Cantidad de coagulantes y su reacción.....	51
Tabla VIII: Mezcla de coagulantes.....	52
Tabla IX: Rendimiento de los diferentes tofu según los coagulantes.....	56
Tabla X: Elección de los niños.....	56

Tabla XI: Orden de preferencia y puntuación de las madres.....	58
Tabla XII: Descripción de las madres coagulante: CaCl_2	60
Tabla XIII: Descripción de las madres coagulante: MgCl_2	61
Tabla XIV: Descripción de las madres coagulante: $\text{CaSO}_4+\text{CaCl}_2$	62
Tabla XV: Descripción de las madres coagulante: $\text{MgSO}_4+\text{MgCl}_2$	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico I: Relación entre concentración de los coagulantes y cantidad de coagulante...31	31
Gráfico II: Tiempo de reposo para formación del coágulo.....32	32
Gráfico III: Extractabilidad de las prot. en harina de soja desgrasada, función del Ph...33	33
Gráfico IV: Diagrama de flujo: leche de soja.....44	44
Gráfico V: Diagrama de flujo: elaboración de tofu.....45	45
Gráfico VI: Elección de los niños.....57	57
Gráfico VII: Orden de preferencia de las madres.....59	59
Gráfico VIII: Características sensoriales de tofu con CaCl_264	64
Gráfico X: Características sensoriales de tofu con MgCl_265	65
Gráfico XI: Características sensoriales de tofu con $\text{CaSO}_4 + \text{CaCl}_2$66	66
Gráfico XII: Características sensoriales de tofu con $\text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2$66	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración I: Máquina de elaboración de leche de soja.....42	42
Ilustración II: Parámetros para las características sensoriales61	61

1. INTRODUCCIÓN

El tofu fue la base de alimentación de los monjes budistas, los primeros en promover las prácticas alimentarias vegetarianas y que, debido a esto, comenzaron a elaborar distintas preparaciones a base de soja y sus derivados. De allí surgieron, con el devenir de los siglos, las variadas recetas conocidas en la actualidad.

En China se localizan los primeros consumidores de soja desde épocas remotas. Se conocían allí sus beneficios nutricionales; se sabía del gran aporte de energía que brindaba el consumo de esta leguminosa a través de los altos valores de proteínas, lípidos, minerales y vitaminas que contiene.

Maluenda García (2014), como antecedente importante, menciona que los granjeros de Estados Unidos cultivaban la soja para alimentar el ganado pero que, después de la Segunda Guerra Mundial y ante la falta de alimentos nutritivos, este cultivo comenzó a tener importancia en la alimentación humana.

Teniendo en cuenta los valores nutricionales, ya detectados en las diferentes etapas de la historia, y que además se considera a la soja como un producto único debido a que posee un costo bajo y se cultiva en la mayoría de los climas, se reconoce como el principal cultivo del mundo, especialmente para Latinoamérica y China, siendo Estados Unidos el mayor productor mundial de esta leguminosa. Argentina, como productora de soja, se posiciona en el tercer lugar a nivel mundial de países exportadores de esta legumbre y fue el primero en utilizar el grano modificado genéticamente y en producir

aceite y harina obtenidos de la misma planta. Las provincias de Santa Fe y Córdoba son las mayores productoras con el 28% de la producción total, seguidas por la provincia de Buenos Aires con el 21%. Son éstas las provincias con mayor producción por área sembrada y mayor rendimiento.

2. JUSTIFICACIÓN

En la ciudad de Venado Tuerto existe un proyecto social presentado por la Asociación Civil “Jesús Misericordioso” que obtuvo el premio ArgenINTA a la Calidad Agroalimentaria 2014, "Alimentos de calidad = futuro vital" que hace hincapié en la soja como el alimento del futuro por su calidad proteica, en minerales y vitaminas, además de los beneficios que provee al ser humano en cuestiones biológicas. (Ferrari, 2014)

El tofu elaborado con “leche de soja” es un alimento con alto contenido de proteínas de calidad y la alta digestibilidad ya que el proceso de elaboración de la “leche” implica la desactivación de los inhibidores de tripsina. Teniendo en cuenta estos beneficios nutricionales para los niños y niñas y las madres jóvenes que concurren, elaboran y consumen los productos elaborados en esta Asociación, es importante brindar conocimiento, práctica y herramientas con el objetivo de realizar un producto aceptable y palatable que aporte los nutrientes que no pueden adquirirse de otros alimentos dado que se les dificulta el acceso económico a los mismos.

Este trabajo de investigación surgió de la necesidad de conocer las características organolépticas como olor, sabor, color y textura de los tofus preparados con diferentes coagulantes (cloruro de calcio, cloruro de magnesio, sulfato de calcio y sulfato de magnesio), su aceptabilidad y rendimiento debido a que el tofu es un alimento nutritivo y proteico, una dieta equilibrada, pero poco habitual en la dieta cotidiana de los argentinos. Los resultados de esta investigación llevaron a definir el método de elaboración más adecuado.

3. PROBLEMA

¿Cuál de las diferentes variedades de tofu analizadas tiene mayor aceptabilidad en los niños/niñas y madres que concurren a la Asociación Civil “Jesús Misericordioso” de la ciudad de Venado Tuerto y cuál de estas variedades posee el mayor rendimiento según los diversos coagulantes utilizados: cloruro de calcio, cloruro de magnesio, sulfato de calcio + cloruro de calcio o sulfato de magnesio + cloruro de magnesio?

4. OBJETIVOS

Objetivo General

Conocer con cuál de los coagulantes empleados en la investigación se obtiene el tofu de mayor aceptabilidad para los niños/niñas y madres concurrentes a la Asociación Civil “Jesús Misericordioso” y con cuál se tienen los mejores rendimientos del producto final por litro de leche de soja.

Objetivos Específicos:

- Analizar diferentes coagulantes y su efecto en el rendimiento.
- Evaluar la aceptabilidad del *tofu* elaborado con distintos coagulantes entre los niños/niñas y madres que asisten a la Asociación Civil “Jesús Misericordioso”.
- Identificar las características sensoriales (color, sabor, textura) de los tofus elaborados con los distintos coagulantes.

5. ANTECEDENTES

Durante la búsqueda de material bibliográfico para obtener datos específicos sobre características organolépticas del tofu, se encontraron diferentes proyectos científicos de investigación como el realizado en Guayaquil, Ecuador, en el año 2009 por alumnos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. En este proyecto se propone innovar con un tofu de alta calidad y valor nutricional, con variaciones en el sabor (chile y ahumado) y conocer también la aceptabilidad de éstos en el mercado. También se controlaron las condiciones de inocuidad y la implementación de las “Buenas Prácticas de Manipulación” en la elaboración de estos productos.

Otro proyecto tenido en cuenta fue la Investigación de Prabhakaran que tuvo como objetivo interpretar los efectos de diferentes coagulantes en su habilidad de retener isoflavonas en el tofu. En este proyecto la variedad de soja es la Harovinton (canadiense) procesada para obtener “leche de soja” y una cantidad específica de la misma fue coagulada usando diferentes tipos de coagulantes. (Prabhakaran MP, 2006)

El tercer trabajo de donde se obtuvieron antecedentes relacionados con el argumento de la tesina comparó la leche de soja coagulada con cuatro coagulantes autóctonos como sal de Epson, jugo de limón, agua superior y alumbre de maíz fermentada con tofu obtenido de la coagulación con sulfato de calcio. (Springer, 2008)¹

¹ *Effect of different coagulants on yield and quality of tofu from soymilk* VA Obatolu - European Food Research and Technology, 2008

- Springer

6. MARCO TEÓRICO

6.1 El tofu

6.1.1 La soja

La soja cuyo nombre científico es *Glycine max* y pertenece a la familia de las *Papilionáceas*, es una legumbre de ciclo anual que puede alcanzar una altura que varía entre 0,5 y 1,5 metros. El fruto es una vaina pilosa y en su interior se encuentran entre uno y cuatro granos oleaginosos que pueden ser de color amarillo o negro.

La semilla de soja o grano está constituida por tegumentos que protegen a un embrión compuesto por la radícula, una porción del talluelo denominado “hipocótilo”, dos cotiledones y otra porción del talluelo llamada “plúmula” formada por el epicótilo, primer par de hojas verdaderas simples y una yema apical con rudimentos de la primera hoja. El 90% del volumen de la semilla lo ocupan los cotiledones donde se encuentran las reservas, especialmente ricas en materia grasa, y proteínas razones por las que se cultiva la soja. La grasa se localiza en los esferosomas y las proteínas en los cuerpos proteicos del citoplasma de las células del tejido reservante. La composición química del grano va a estar influenciada por la variedad y el ambiente.

La soja es considerada como la planta más eficiente en la producción de proteínas de buena calidad. En nuestro país, el promedio de proteína en la zona núcleo sojera, tomando las últimas campañas, fue de 38,6% y el porcentaje de aceite promedio para el mismo del 22,7%. La porción lipídica del poroto de soja está constituida por ácidos grasos

insaturados, de los cuales, el linoleico y el linolénico son de condición esencial para la nutrición humana y animal (Valenzuela *et al.*, 1999; 2000). Presenta aproximadamente el 85% de los ácidos grasos insaturados (24% de ácido oleico, 54% de linoleico y 7% de linolénico) y el 15 % de saturados (11% de ácido palmítico y 4% de esteárico). De la fracción insaturada, el 60% está constituida por ácidos grasos poliinsaturados esenciales como el linoleico (omega 6) y el linolénico (omega 3). Todos los aminoácidos esenciales para la nutrición humana están contenidos en la proteína de soja lo que define su calidad nutricional comparable a la proteína del huevo, la leche o la carne (Schaafsma, 2000).

La soja contiene una serie de sustancias biológicamente activas como las isoflavonas, metabolitos secundarios de las plantas, conocidas por su acción estrogénica débil. Los comprimidos de isoflavonas de soja, vendidos como suplementos dietarios suelen recomendarse para atenuar los síntomas de la menopausia. Los fitoesteroles, esteroides de origen vegetal cuya estructura es muy similar a la del colesterol, tienen efecto sobre la salud cardiovascular, razón por la cual se los agrega a muchos alimentos. Además, la soja (como otras legumbres) contiene sustancias indeseables tales como los inhibidores de la tripsina y las lectinas. Ambas se destruyen con los tratamientos térmicos.

La fracción de cenizas incluye minerales relevantes por su aporte a la calidad nutricional y de inocuidad del grano. Los elementos mayoritarios son K, P, Ca, Mg, Fe y Zn, y a nivel de trazas Se, Co, Mo.

Continuando el estudio sobre la composición química y nutricional del grano, se observó mayor contenido de aceite con baja capacidad de oxidación (debido a una

mayor concentración relativa de ácido graso oleico) en sojas producidas en ambientes templados y mayor contenido de isoflavonoides totales, ácidos grasos esenciales y tocoferoles totales en ambientes frescos lo que daría granos de soja con mejores propiedades nutraceuticas y antioxidantes (Carrera *et al.*, 2011).

6.1.2 Alimentos de soja

Se denomina alimentos de soja a todos aquellos productos que se obtienen del procesamiento de los granos enteros y que conservan sus propiedades nutritivas en calidad de proteínas, carbohidratos y aceite, pero no así los aditivos, procesados proteicos y aderezos.

En este sentido la “leche de soja”, el tofu (queso de la soja) y los granos germinados como brotes de soja son los de mayor difusión a nivel mundial ya que hoy en día se los puede encontrar en la mayoría de los supermercados de cualquier ciudad.

Según la definición del Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, la LECHE “*es un líquido blanco que segregan las mamas de las hembras de los mamíferos, y que sirve para alimentar a sus crías*”. (real academia española, s.f., definicion1)

También se acepta otra definición, la de “*líquido blanco que segregan algunos vegetales más o menos concentrado que se obtiene macerando determinadas semillas en agua y luego machacándola como: leche de coco, leche de soya, leche de pepinos, leche de almendras, etc.*” (real academia española, s.f., definición 2) De acuerdo con esta definición, se le puede asignar a la bebida obtenida de los granos de soja el nombre de “leche de soja”.

Según el artículo 554 del Código Alimentario Argentino leche “es el producto obtenido por el ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene, de la vaca lechera, en buen estado de salud y alimentación, proveniente de tambos inscriptos y habilitados por la Autoridad Sanitaria Bromatológica y sin aditivos” teniendo en cuenta esta denominación se toma el concepto del artículo 996 que denomina a las leches vegetales como “bebida a base de.... “

En este trabajo se va a denominar “leche de soja” al producto obtenido del proceso de molienda de dicho grano, por eso se lo va a observar entrecomillado.

6.1.3 Proceso de obtención de “leche de soja”:

El proceso de producción de la “leche de soja” comienza con el remojo del grano en agua. Las variaciones se dan desde la temperatura del agua, el tiempo de remojo, la adición de productos químicos hasta la remoción previa de la cáscara del grano. Una vez transcurrido el tiempo necesario en el cual se obtiene el ablandamiento, se procede a la trituración y molienda para la liberación de la malla celular fibrosa. En esta etapa junto con el agregado de agua caliente y/o vapor de agua, se origina la emulsión denominada “leche”. El producto obtenido contiene sustancias bioactivas que es necesario desactivar: la lipoxigenasa, enzima que mediante la oxidación de sus ácidos grasos libres genera ésteres, cetonas y aldehídos responsables de sabores y olores desagradables, y los inhibidores de la tripsina que obstaculizan la digestión de las proteínas. Ambas se desactivan mediante calentamiento, retención de tiempo específico establecido por el diseño utilizado y shocks térmicos. En la última etapa del procedimiento, la “leche” se

filtra para separar las fibras y así clarificar el líquido y obtener un subproducto denominado “okara”, constituido por la parte sólida.

En algunos procesos la “leche” se somete a desodorización por vacío flash o súbito utilizado para eliminar aromas y sabores desagradables. Otra técnica que se le puede aplicar para mejorar la estabilidad en la emulsión, mayor durabilidad y estabilidad física es la homogeneización.

6.1.4. Proceso de elaboración de tofu:

El tofu es un alimento resultante de la coagulación de las proteínas presentes en la “leche de soja”. De alto valor nutricional, puede conservar las propiedades nutritivas de la soja en cuanto a su aporte proteico y de ácidos grasos esenciales insaturados, además de vitaminas y minerales.

El coagulante se agrega, en proporción por cada litro de “leche”, una vez que la “leche de soja” ha alcanzado una temperatura aproximada a los 80°C. Se adiciona en forma de cruz, haciendo líneas que se entrecruzan y no se debe revolver. En estas condiciones, se lo deja reposar unos minutos. Una vez transcurrido ese tiempo de espera, el cuajo se separa del suero y se deposita en el fondo del recipiente. El líquido sobrenadante es de color amarillo translúcido, lo que permite comprobar que la leche ha cuajado totalmente. Luego, se coloca en una tofutura con una tela filtrante de color blanco que al tener orificios elimina el suero y deja el coágulo; se lo tapa y se ejerce presión. A continuación, se lo deja reposar en heladera y al día siguiente se procede al desmolde.

Los coagulantes² son sales no tóxicas que se le adicionan a la leche de soja con la finalidad de facilitar la separación de las sustancias durante el proceso o la modificación de la textura del alimento, con excepción de los cuajos. Pueden ser básicos como el **sulfato de calcio** cuya fórmula es CaSO_4 (más utilizado en China) que produce un tofu de textura tierna pero quebradiza y posee un agregado de calcio en el producto final³, se utiliza como desecador y en su estado natural es translúcido. Otro coagulante es el **cloruro de magnesio** (más usado en Japón), de alto grado de solubilidad en agua que produce un tofu más compacto y arenoso. El **cloruro de calcio**⁴ también es de alta solubilidad en agua; la diferencia es su sabor dulce, su textura esponjosa y uniforme y también se utiliza en China.

²Código Alimentario Argentino:- Artículo 1392: Los aditivos alimentarios que cumplan las exigencias que este Código establece, podrán agregarse a los alimentos para: a) Mantener o mejorar el valor nutritivo. b) Aumentar la estabilidad o capacidad de conservación. c) Incrementar la aceptabilidad de alimentos sanos y genuinos, pero faltos de atractivo. d) Permitir la elaboración económica y en gran escala de alimentos de composición y calidad constante en función del tiempo. AGENTES DE COAGULACIÓN: sustancias que promueven la coagulación, facilitando la separación de las sustancias durante el proceso, o la modificación de la textura del alimento, con excepción de los cuajos.

https://w3.fcq.unc.edu.ar/sites/default/files/biblioteca/CAPITULO_XVIII_aditivos_alimentarios.pdf

³ Sulfato de Calcio (Res 19 del 30.01.95) Fórmula empírica: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y CaSO_4 (anhidro). Peso molecular: 172,17 y 136,14 (anhidro). Características: polvo fino, blanco o ligeramente amarillo, inodoro. Ligeramente soluble en agua y soluble en soluciones diluidas de ácido clorhídrico. Título: mín. 99%. Arsénico: máx 3 mg/kg; Metales pesados (como Pb): máx. 10 mg/kg; Fluoruros: Máx. 30 mg/kg; Selenio: máx. 30 mg/kg. Agente de firmeza. Agente nutritivo para levaduras. Acondicionador de masas. (Código Alimentario argentino)

⁴ Cloruro de calcio - Fórmula empírica: CaCl_2 (anhidro); $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (cristalizado) Peso molecular: (anhidro) 110,0; (cristalizado) 147,0. Características: Fragmentos o gránulos blancos, duros, inodoros y deliquescentes. Cumplirán los ensayos de identificación, pureza y valoración de la Farmacopea Nacional Argentina. Estabilizador, Modificador de textura (Código Alimentario Argentino)

El **sulfato de Magnesio** o **Sal de Epsom**, cuya fórmula es $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, se encuentra siempre hidratado y se emplea como agente secante. El **catión magnesio** es de gran importancia ya que interviene en numerosas reacciones enzimáticas. En las recetas caseras es muy común la utilización de vinagre o limón como coagulante

Se puede clasificar al tofu según el contenido proteico:

- Tofu suave entre 5 y 7,9 %
- Tofu regular entre 8 y 10%
- Tofu firme entre 11 y 19%
- Tofu prensado más de 20%

La composición química del tofu prensado, su apariencia física y atributos sensoriales son variables afectadas de acuerdo con el tipo de procesamiento, coagulante y calidad de granos de soja (Cai y Chang, 1998).

6.1.5. Composición química del tofu:

En las tablas I, II y III se puede comparar cómo varía la composición química de del tofu con distintos coagulantes utilizados para su elaboración.

Tabla I: composición química de tofu con sulfato de calcio

Nombre	Cantidad	Unidad
Agua	69,8	g
Energía	144	calorías
Energía	603	kJ
Proteína	17.3	g
Lípidos totales (grasas)	8.72	g

Ceniza	1.4	g
Carbohidratos, por diferencia.	2.78	g
Fibra dietética total	2.3	g
Calcio	683	mg
Hierro, Fe	2.66	mg
Magnesio, Mg	58	mg
Fósforo, P	190	mg
Potasio, K	237	mg
Sodio Na	14	mg
zinc, zinc	1,57	mg
Cobre	0,378	mg
Manganeso	1.18	mg
Selenio, Se	17.4	µg
Vitamina C, ácido ascórbico total.	0,2	mg
Tiamina	0,158	mg
Riboflavina	0.102	mg
Niacina	0.381	mg
Ácido pantoténico	0.133	mg
Vitamina B-6	0,092	mg
Folato, total	29	µg
Ácido fólico	0	µg
folato, comida	29	µg
Folato, DFE	29	µg
Vitamina B12	0	µg
Vitamina A, UI	166	ui
Vitamina D (D2 + D3), Unidades Internacionales	0	ui
Vitamina D (D2 + D3)	0	µg
Ácidos grasos, saturados totales	1.26	g
SFA 14:0	0.024	g
SFA 16:0	0,925	g
SFA 18:0	0.311	g
Ácidos grasos monoinsaturados totales	1,92	g
MUFA 16:1	0.024	g
MUFA 18:1	1.9	g
Ácidos grasos poliinsaturados totales	4.92	g
AGP 18:2	4.34	g
AGP 18:3	0.582	g
Ácidos grasos, trans totales	0	g

Colesterol	0	mg
Triptófano	0.235	g
Treonina	0,785	g
Isoleucina	0,849	g
Leucina	1.39	g
Lisina	0.883	g
Metionina	0.211	g
Cistina	0.057	g
Fenilalanina	0,835	g
Tirosina	0.701	g
Valina	0,87	g
Arginina	1.37	g
Histidina	0,431	g
Alanina	0,773	g
Ácido aspártico	2.04	g
Ácido glutámico	3.29	g
Glicina	0.733	g
Prolina	1.08	g
Serina	1.02	g

Nota: adaptado de: "Tofu, crudo, firme, preparado con sulfato de calcio", de SR Legacy, 2018, N°16426 (<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172475/nutrients>)

TABLA II - Composición química de Tofu con Nigari

Nombre	Cantidad	Unidad
Agua	82,9	g
Energía	78	calorías
Energía	326	kJ
Proteína	9.04	g
Lípidos totales (grasas)	4.17	g
Ceniza	1.01	g
Carbohidratos, por diferencia.	2,85	g
Fibra dietética total	0,9	g
Azúcares totales	0,6	g
Calcio	201	mg
Hierro, Fe	1.61	mg

Magnesio, Mg	37	mg
Fósforo, P	121	mg
Potasio, K	148	mg
Sodio Na	12	mg
zinc, zinc	0,83	mg
Cobre	0.213	mg
Manganeso	0,625	mg
Selenio, Se	9.9	µg
Vitamina C, ácido ascórbico total.	0,2	mg
Tiamina	0,06	mg
Riboflavina	0.063	mg
Niacina	0.101	mg
Ácido pantoténico	0,11	mg
Vitamina B-6	0,071	mg
Folato, total	19	µg
Ácido fólico	0	µg
folato, comida	19	µg
Folato, DFE	19	µg
colina, total	28.1	mg
Betaína	0,4	mg
Vitamina B12	0	µg
Vitamina A, RAE	0	µg
Retinol	0	µg
caroteno, beta	0	µg
caroteno, alfa	0	µg
Criptoxantina, beta	0	µg
Vitamina A, UI	0	UI
Licopeno	0	µg
Luteína + zeaxantina	0	µg
Vitamina E (alfa-tocoferol)	0,01	mg
Vitamina D (D2 + D3), Unidades Internacionales	0	UI
Vitamina D (D2 + D3)	0	µg
Vitamina K (filoquinona)	2.4	µg
Ácidos grasos, saturados totales	0,793	g
SFA 8:0	0	g
SFA 10:0	0	g
SFA 12:0	0	g
SFA 13:0	0	g

SFA 14:0	0.013	g
SFA 15:0	0	g
SFA 16:0	0.567	g
SFA 17:0	0.013	g
SFA 18:0	0,2	g
SFA 20:0	0	g
SFA 22:0	0	g
SFA 24:0	0	g
Ácidos grasos monoinsaturados totales	1.13	g
MUFA 14:1	0	g
MUFA 15:1	0.067	g
MUFA 16:1	0	g
MUFA 17:1	0.023	g
MUFA 18:1	1.01	g
MUFA 20:1	0.023	g
MUFA 22:1	0.007	g
Ácidos grasos poliinsaturados totales	1,65	g
AGP 18:2	1.47	g
AGP 18:3	0.167	g
AGPI 20:2 n-6 c,c	0.003	g
AGPI 20:3	0	g
AGPI 20:4	0.003	g
Ácidos grasos, trans totales	0	g
Colesterol	0	mg
Triptófano	0,123	g
Treonina	0.411	g
Isoleucina	0.444	g
Leucina	0,728	g
Lisina	0.462	g
Metionina	0,11	g
Cistina	0,03	g
Fenilalanina	0,437	g
Tirosina	0.367	g
Valina	0.455	g
Arginina	0.716	g
Histidina	0.225	g
Alanina	0.405	g
Ácido aspártico	1.07	g

Ácido glutámico	1,72	g
Glicina	0.384	g
Prolina	0.567	g
Serina	0.531	g
alcohol etílico	0	g
Cafeína	0	mg
Teobromina	0	mg

Nota: adaptado de: "Tofu, firme, preparado con sulfato de calcio y cloruro de magnesio (nigari)" de SR Legacy, 2018, N°16126 (<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172448/nutrients>)

TABLA III - Composición química del Tofu con Sulfato de Calcio + cloruro de calcio

Nombre	Cantidad	Unidad
Agua	84,6	g
Energía	76	calorías
Energía	317	kJ
Proteína	8.08	g
Lípidos totales (grasas)	4.78	g
Ceniza	0,72	g
Carbohidratos, por diferencia.	1,87	g
Fibra dietética total	0.3	g
Azúcares totales	0,62	g
Calcio	350	mg
Hierro, Fe	5.36	mg
Magnesio, Mg	30	mg
Fósforo, P	97	mg
Potasio, K	121	mg
Sodio Na	7	mg
zinc, zinc	0,8	mg
Cobre	0,193	mg
Manganeso	0.605	mg
Selenio, Se	8.9	µg
Vitamina C, ácido ascórbico total.	0.1	mg
Tiamina	0.081	mg
Riboflavina	0.052	mg
Niacina	0,195	mg
Ácido pantoténico	0.068	mg
Vitamina B-6	0,047	mg

Folato, total	15	μg
Ácido fólico	0	μg
folato, comida	15	μg
Folato, DFE	15	μg
colina, total	28.8	mg
Vitamina B12	0	μg
Vitamina B-12, añadida	0	μg
Vitamina A, UI	85	ui
Vitamina E (alfa-tocoferol)	0,01	mg
Vitamina E, añadida	0	mg
Vitamina D (D2 + D3), Unidades Internacionales	0	ui
Vitamina D (D2 + D3)	0	μg
Vitamina K (filoquinona)	2.4	μg
Ácidos grasos, saturados totales	0,691	g
SFA 4:0	0	g
SFA 6:0	0	g
SFA 8:0	0	g
SFA 10:0	0	g
SFA 12:0	0	g
SFA 14:0	0.013	g
SFA 16:0	0.507	g
SFA 18:0	0.171	g
Ácidos grasos monoinsaturados totales	1.06	g
MUFA 16:1	0.013	g
MUFA 18:1	1.04	g
MUFA 20:1	0	g
MUFA 22:1	0	g
Ácidos grasos poliinsaturados totales	2.7	g
AGP 18:2	2.38	g
AGP 18:3	0.319	g
AGP 18:4	0	g
AGPI 20:4	0	g
AGPI 20:5 n-3 (EPA)	0	g
AGPI 22:5 n-3 (DPA)	0	g
AGPI 22:6 n-3 (DHA)	0	g
Ácidos grasos, trans totales	0	g
Colesterol	0	mg
Triptófano	0,12	g

Treonina	0.402	g
Isoleucina	0.435	g
Leucina	0.713	g
Lisina	0,452	g
Metionina	0.108	g
Cistina	0,029	g
Fenilalanina	0.428	g
Tirosina	0,359	g
Valina	0.446	g
Arginina	0.701	g
Histidina	0.221	g
Alanina	0,396	g
Ácido aspártico	1.04	g
Ácido glutámico	1,68	g
Glicina	0.375	g
Prolina	0.555	g
Serina	0.519	g
alcohol etílico	0	g
Cafeína	0	mg
Teobromina	0	mg

Nota: adaptado de: "Tofu, crudo, regular, preparado con sulfato de calcio" de SR Legacy, 2018, N°16427 (<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172476/nutrients>)

En base a la información brindada por las tablas I, II y III, donde se detalla la composición química de los diferentes tofu según los diferentes coagulantes utilizados, se observa que los de mayor contenido de agua poseen menor rendimiento, y los de mayor cantidad de proteínas y contenido de calcio son los tofu de mayor firmeza.

Como similitudes, las cantidades de azúcares son similares y el colesterol es nulo, en todas tablas.

A mayor concentración de proteínas en la soja, mayor concentración de proteínas en el tofu y mejor firmeza y elasticidad (Kim y Wicker, 2005; Shurtleff y Aoyagi, 2013). El color de hilo de la semilla afecta la apariencia del tofu resultando en un color poco atractivo al consumidor.⁵

Además, se ha observado que las diferencias en textura entre piezas de tofu dependen del proceso de elaboración utilizado desde la obtención del extracto de soja hasta el tipo de prensado (Cai y Chang, 1999; Mujoo *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 1982).

El tiempo y las condiciones de almacenamiento de las semillas también tienen efecto sobre la capacidad para producir un tofu de calidad y buen rendimiento (Shurtleff y Aoyagi, 2013). Aquellas almacenadas en condiciones adversas de humedad relativa y temperatura media de aire resultan en inferior recuperación proteica en el extracto acuoso de soja debido a procesos de agregación de proteínas ocurridos en las semillas (Kong y Chang, 2013). Además, afecta las propiedades finales obteniendo tofu de inferiores características texturales, aunque este efecto es también dependiente de la variedad de soja usada. (Murphy *et al.*, 1997).

⁵ Los términos descriptivos (suave, firme, extra firme) varían en el uso entre los fabricantes, ya que no existen normas para los distintos tipos de tofu. Los fabricantes utilizan cloruro de magnesio (nigari), sulfato de calcio o ambos en cantidades variables para precipitar la proteína. Los contenidos de calcio y magnesio variarán en consecuencia. Los fabricantes utilizan cloruro de magnesio (nigari), sulfato de calcio o ambos en cantidades variables para precipitar la proteína. Los contenidos de calcio y magnesio variarán en consecuencia.

Estos cambios en las proteínas de las semillas alteran las proporciones de coagulante usado y tiempo de mezclado en la elaboración de tofu (Kong *et al.*, 2008; Shurtleff y Aoyagi, 2013).

6.1.6. Características sensoriales del tofu

Una de las principales problemáticas es la presencia de un sabor a frijol o poroto crudo (verde) o inmaduro que disminuye con el tiempo de cocción en el extracto “leche de soja” (Yuan y Chang, 2007). En cuanto al tofu, la presencia de este sabor es casi imperceptible debido a procesos que ocurren durante la coagulación de las proteínas en donde los posibles compuestos responsables del sabor no deseado quedan retenidos en la matriz del cuajo resultando en un producto desabrido (Mahfuz *et al.*, 2004).

Apariencia:

- Color (escala de color desde blanco papel hasta amarillo pálido)
- Homogeneidad: distribución uniforme de partículas pequeñas en ausencia de espacios vacíos o agregados mayores.
- Sinéresis: extracción o expulsión de un líquido, de un gel, fenómeno por el cual dicho gel pasa de ser una sustancia homogénea a una segregación de componentes sólidos y de componentes líquidos. A mayor sinéresis, mayor expulsión de líquido.
- Textura:
 - Firmeza: fuerza requerida para comprimir el alimento completamente entre la lengua y el paladar.

- Elasticidad: propiedad del material de volver a su forma original luego de la aplicación de una fuerza externa (presionar con la cuchara acostada).
- Sensación en la boca:
 - Suavidad: grado de escurrimiento del producto entre la lengua y el techo del paladar justo antes de deglutir.
 - Astringencia: sensación de aspereza y de boca seca luego de haber estado el producto en boca al menos quince segundos en contacto con la lengua y las paredes de la boca.
- Sabor:
 - Cocido: sabor a nuez tostada.
 - Sabores no deseados (“*off-flavors*”): presencia de sabor desagradable o no deseado, como “afrijolado” (poroto crudo o inmaduro), rancio o a moho.
 - Dulce

Aceptación general: para evaluar este atributo Cai y Chang (1999) definieron la calidad de tofu firme prensado. Un tofu de alta calidad debería combinar un grado de homogeneidad alto (sin espacios vacíos o agregados grandes), baja sinéresis, de textura caracterizada por media a alta firmeza y elasticidad, y de sabor balanceado combinando dulce, astringencia, sabor a cocido y ausencia de sabores no deseados.

Con respecto a los atributos texturales, se considera que la concentración de proteínas en la semilla se correlaciona positivamente con las propiedades de firmeza y elasticidad en tofu (Kim y Wicker, 2005), pero las diferencias entre calidad de tofu y

muestras de soja son más dependientes del tipo de metodología usada en la elaboración del tofu (Poysa y Woodraw, 2002; Wang *et al.*, 1983).

Otro punto para tener en cuenta: los atributos firmeza y elasticidad están alta y positivamente correlacionados y ambos se correlacionan de manera negativa con los atributos sinéresis, homogeneidad y cocido.

La semilla de soja tiene en promedio un 10% de sacarosa que otorga un sabor dulce a los productos derivados, principalmente observable en el extracto de soja y tofu blando (tipo de tofu que conserva el suero). La solubilidad de este disacárido determina que en el tofu prensado se pierda mayoritariamente en el suero, por lo tanto, la intensidad de dulce no es un parámetro característico del tofu tipo prensado firme.

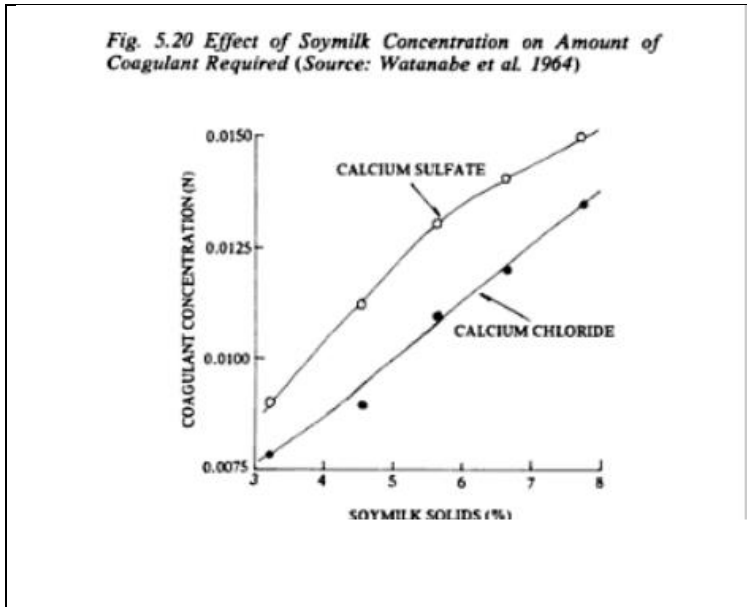
6.1.7. Rendimiento del tofu

En el grafico I se observa el efecto de la concentración de la “leche de soja” sobre la cantidad de coagulante requerido.

(Tofu & Soymilk Production: A Craft and Technical Manual,

https://books.google.com.ar/books/about/Tofu_Soymilk_Production.html?id=sYUq27wYcKMC&redir_esc=y)

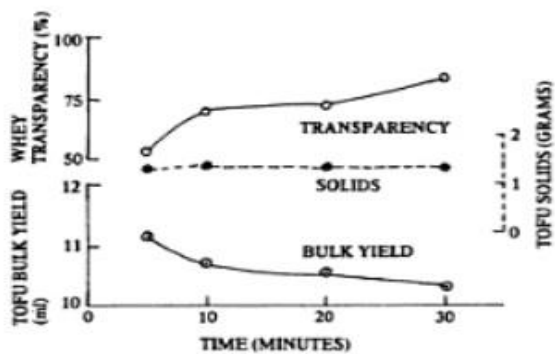
Gráfico I—Relación entre la concentración de la leche de soja y la cantidad de coagulante requerido



Nota: de Tofu & Soymilk Production: A Craft and Technical Manual. por W. Shurtleff, 2000

Gráfico II—Efecto del tiempo de reposo sobre el rendimiento de sólidos, la transparencia del suero, y el rendimiento total

Fig. 5.25 Effect of Coagulation and Firming Time on Tofu Whey Transparency, Solids Yield, and Bulk Yield (Source: Watanabe et al. 1964)



Nota: de Tofu & Soymilk Production: A Craft and Technical Manual. por W. Shurtleff, 2000

La gráfica II demuestra que el tiempo de reposo para mayor transparencia es 30 minutos y para el mejor rendimiento es 20 minutos, debido a que en ese momento llega al mejor punto de precipitación de sólidos.

TABLA IV– Porcentaje en peso de diversos coagulantes utilizados en la preparación de distintos tipos de tofu

tipo de / tofu	Coagulante	% en peso. de fríjoles secos	% en peso. de leche de soja	temperatura de coagulación
Regular; o firme	Nigari-tipo2	3.0	0.3	78-85°C
	Sulfato de calcio	2.2	0.27	70-75°C
	Lactona (GDL)	3.0	0.60	90°C
	Jugo de limón	21.0	2.1	80-90°C
	Vinagre	16.3	1.6	80-90°C
tofu sedoso	tipo nigari	3.1	0.8	65-68°C
	Sulfato de calcio	2.7	0.6	70°C
Sedoso / encapado	lactona	1.1	0.27	85°C ³
	Sulfato de calcio	1.8	0.4	90°C ³

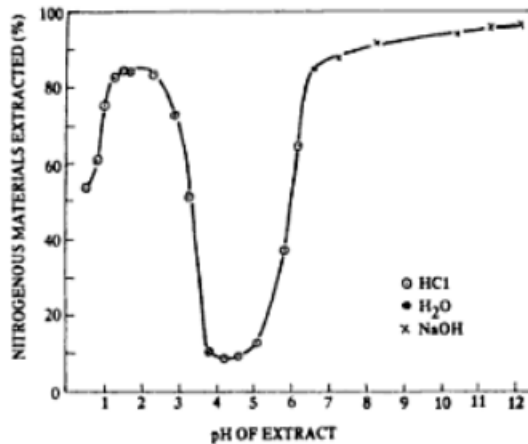
Notas: (1) La leche de soja procedente del tofu normal contiene un 6 % de sólidos; para tofu sedoso, 11% de sólidos. (2) Incluye nigari natural, cloruro de magnesio y cloruro de calcio. (3) Se añade coagulante a la leche de soja fría, que luego se calienta a 85 o 90°C.

Nota: de Tofu & Soymilk Production: A Craft and Technical Manual. por W. Shurtleff, 2000

El análisis de los datos establecidos por la tabla IV permite observar que el rango de temperatura entre 80°-90°C es el recomendado para el agregado de coagulantes debido a que en ese valor es donde la mayoría actúan. Debe destacarse el posterior mantenimiento de la temperatura hasta el momento de la coagulación.

Gráfico III- Extractabilidad de las proteínas en harina de soja desgrasada como función del Ph

Fig. 5.22 Extractability of Proteins in Defatted Soy Meal as a Function of pH (Adapted from Smith and Circle 1972)



Nota: de Tofu & Soymilk Production: A Craft and Technical Manual. por W. Shurtleff, 2000

Como se puede observar en el gráfico III extraído de la bibliografía utilizada, se demuestra que a PH ácido _es decir, menor a 7_ es donde mayor concentración de sólidos precipita, por lo cual, en algunos casos que no decanta el sólido, está también la opción de agregar vinagre o jugo de limón.

6.2. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es el análisis y medición de alimentos a través de los sentidos. La ventaja de este tipo de evaluación es que la persona que lo realiza lleva consigo los instrumentos de medición, es decir, sus cinco sentidos. Esta técnica es tan

importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos ya que se emplea para el control de calidad, en comparación con productos nuevos y la aceptabilidad en el mercado. Se basa en un proceso fisiológico de recepción y reconocimiento de sensaciones y estímulos que se produce mediante la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto que determinan el color, olor, gusto, sabor y textura de un alimento.

- El **olor** es provocado por sustancias volátiles liberadas del alimento y son captadas por el olfato. El **color**, reconocido por la vista, es la luz reflejada en la superficie.

- La **textura**: de gran complejidad, debido a que es el resultado de la acción de estímulos de distinta naturaleza; es de gran importancia porque es una de las características primarias que conforman la calidad sensorial. Es la propiedad apreciada por los sentidos del tacto, la vista y el oído y se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. La textura no puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado.

- El **gusto**: o sabor básico de un alimento puede ser ácido, dulce, salado, amargo, o bien, puede haber una combinación de dos o más de estos. Esta propiedad es detectada por la lengua; se debe determinar qué sabores básicos puede detectar cada juez para poder participar en la prueba.

- El **sabor**: esta propiedad de los alimentos es muy compleja ya que combina tres propiedades: olor, aroma, y gusto. Por lo tanto, su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado. El sabor es una propiedad química, ya que involucra la detección de estímulos disueltos en agua, aceite o saliva por las

papilas gustativas, localizadas en la superficie de la lengua, así como en la mucosa del paladar y el área de la garganta.

Los jueces no deben ponerse perfume antes de participar en las degustaciones, ya que este del perfume puede interferir con el sabor de las muestras.

6.2.4. Tipos de pruebas

Tipos de análisis

- **Análisis descriptivo:** descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). Se entrena a los evaluadores para elaborar un conjunto de diez a quince adjetivos y nombres con los que se denominan a las sensaciones. Se suelen emplear unas diez personas por evaluación.
- **Análisis discriminativo:** para conocer si hay diferencias entre dos productos. Este entrenamiento de los evaluadores es más rápido que en el análisis descriptivo. Se emplean cerca de 30 personas.
- **Análisis del consumidor:** prueba hedónica para evaluar si el producto agrada o no. En este caso, se trata de evaluadores no entrenados; las pruebas deben ser lo más espontáneas posibles.
- **Pruebas cuantitativas de consumo**, también conocidas como **pruebas orientadas al consumidor**, se utilizan para evaluar las preferencias, aceptabilidad o grado en que gusta un producto. Las mismas se llevan a cabo con consumidores no

entrenados. Este método se puede diferenciar en a) sensorial o hedónica, b) conveniencia (facilidad de compra, traslado, accesibilidad, etc.) o c) beneficios del producto relacionado con la salud.

La aceptabilidad o preferencia de un producto depende de varios factores, principalmente de los hábitos y prácticas alimenticias de los consumidores. También se van a detectar los posibles defectos. Para una mayor precisión de análisis se requiere de un amplio panel de participantes y que la misma se realice en el lugar de consumo. Los consumidores participan de una encuesta o entrevista para poder identificar sus preferencias. Se pueden reconocer dos métodos diferentes: el de preferencia, muy sencillo: de todas las muestras cuál prefiere, y el de aceptación: el consumidor deberá indicar el nivel de agrado en una escala determinada.

- **Escalas de intervalo:** permiten ordenar muestras de acuerdo a una sola magnitud o a la preferencia o aceptabilidad. Además, indican el grado de diferencia entre las muestras con el objetivo de asegurar la validez de los métodos estadísticos paramétricos.

- **Pruebas de preferencia:** se llevan a cabo entre dos o más muestras; son de fácil realización y de comprensión para todas las edades. Para establecer las diferencias se aplica análisis estadístico no paramétrico lo que no determina el nivel de gusto.

- **Prueba de preferencia pareada:** hace referencia a la comparación de pares de muestras. Los consumidores sólo deben identificar qué muestra prefieren de las dos presentadas.

- **Pruebas de aceptabilidad:** son un componente valioso y necesario para los análisis sensoriales, dado que permiten medir el grado de aceptación y desagrado de cada producto. Pueden utilizar pruebas de ordenamiento, escalas categorizadas y pruebas de comparación pareadas. Los **dos tipos de pruebas** más utilizadas son las siguientes: a) **Prueba de aceptabilidad por ordenamiento:** se les entrega a los participantes tres o más muestras en forma aleatoria con un número de tres dígitos y se les solicita que las ordenen en base a su aceptabilidad. No se les permite que haya dos muestras en la misma posición. Luego se suman los valores asignados a cada muestra según lo establecido en la encuesta. b) **Prueba hedónica:** escala de los 9 puntos (también puede ser de 7, 5 o 3). Desde su invención se utilizó en gran variedad de productos y con éxito. En esta prueba el degustador debe indicar qué muestra le gusta más que otra; las mismas se pueden presentar de a una o todas juntas para poder volver a evaluar y comparar. Para el análisis de los datos se tabulan y analizan los porcentajes numéricos según análisis de varianza.

7. METODOLOGIA

7.1. Tipo de diseño

El diseño del trabajo es exploratorio, de corte transversal, realizado en la Asociación Civil “Jesús Misericordioso” de la ciudad de Venado Tuerto, provincia de Santa Fe.

Para conocer la aceptabilidad de los distintos tofu se realizó una evaluación sensorial utilizando pruebas de preferencias donde los niños elegían el tofu que más les gustaba de la misma base.

En la degustación de las madres se llevó a cabo una prueba de aceptabilidad por ordenamiento en la cual debían clasificar las muestras por orden de preferencia y un análisis sensorial descriptivo con el fin de identificar las características sensoriales de las distintas variedades de tofu. Para este análisis las madres debieron seleccionar opciones para los atributos color, textura y sabor. Los descriptores de los atributos sensoriales se obtuvieron a partir de la bibliografía y de la percepción de la autora de la tesina y su co-directora, la ingeniera Ferrari, los atributos fueron definidos y luego validados con el cuestionario piloto.

En ambos casos ni madres ni niños estaban entrenados y se enteraron de la actividad al momento de realizarla. Se realizó una encuesta piloto para validar los instrumentos de recogida de datos.

Para medir rendimiento se comparó el peso final de los cuatro tipos de tofu luego de haber sido prensados, teniendo en cuenta que se inició con la misma cantidad de leche inicial.

7.2. Referente empírico

La Asociación Civil “Jesús Misericordioso” es una capilla ubicada en uno de los barrios menos favorecidos de la ciudad de Venado Tuerto. Por tal motivo, y gracias a un grupo de personas que colaboran en el lugar, se realizan distintas actividades como apoyo escolar, deportes y catequesis para los niños y talleres de cocina para las madres.

La Ing. Agrónoma Bibiana Ferrari, quien se hizo cargo de las actividades del taller de cocina, pensó en la elaboración de alimentos nutritivos con el objetivo de que luego de la clase las madres los lleven para sus familias, siempre teniendo en cuenta que concurren a estos talleres dos veces por semana.

La Ingeniera Ferrari comenzó trabajando en proyectos destinados a la obtención de las maquinarias y equipos necesarios y así adquirió la máquina de *Sojamet* utilizada para producir leche de soja y okara, materias primas fundamentales para los talleres.

Variedad de Soja

La soja seleccionada para la elaboración de la “leche de soja” en esta investigación es denominada “Kumagro”. Se trata de una variedad de alta proteína, no transgénica, cuenta con certificado de trazabilidad como no-OGM. (Organismo Genéticamente Modificado) Dentro de las características organolépticas se distinguen que es de hilo

amarillo, tegumento más fino, sabor dulce debido al mejoramiento en los azúcares bajando así el valor de estaquiosa y rafinosa y aumentando sacarosa.

Otra modificación con la que cuenta es el aumento de ácidos linolénico, linoleico y oleico, disminuyendo los ácidos grasos saturados como palmítico y esteárico. Además, se aumentó el valor de isoflavonas, siendo el Genistein el antioxidante más potente de ésta, siguiéndolo el Daidzein. Lo más importante de estas mejoras es su alto valor proteico, con un 42 %, siendo que la soja convencional cuenta con el 35%.

Proceso de obtención de “leche de soja”

En la Asociación Civil “Jesús Misericordioso” se obtiene la “leche de soja” mediante el siguiente procedimiento:

Remojado: se comienza un día antes dejando doce horas los porotos remojados en agua potable. La relación es, por cada kilogramo de soja, 3 litros de agua potable. Luego de ese tiempo de reposo, el volumen del grano aumenta casi tres veces su tamaño.

Molienda: se deja calentar el agua hasta llegar a la temperatura del proceso, es decir, entre 90° y 95°. Los siguientes 15 minutos se realiza la molienda del grano y los últimos 30, la cocción del producto. Es recomendable que antes de volcar la soja, el molino esté en marcha y debe ser abastecido de manera regular para obtener un molido continuo y rápido.

Cocción: cuando el poroto es totalmente molido, empieza la cocción para inhibir la enzima lipoxigenasa durante 10 minutos. Luego de este paso, se procede a la extracción de la leche.

Extracción de leche: se coloca un filtro y es expulsada por la descarga lateral de la máquina. La okara se acumula en el filtro recolector.

Estos últimos tres pasos se llevan a cabo mediante la procesadora de poroto de soja CERYMAQ LO-M 50l-kg/proceso de Sojamet que posee la capacidad de producir 40 litros de “leche de soja” y 10 kg de okara en el transcurso de media hora aproximadamente y dado que se abastece de agua potable caliente lo que acelera el procedimiento. Cuenta con un tanque cocinador fabricado de acero inoxidable, con una capacidad de 60 litros, conexiones fácilmente desarmables para su limpieza y mantenimiento. Puede verse en la parte superior una tolva por donde ingresa el grano remojado, y en la parte lateral, por donde se expulsa la okara ya filtrada. En el interior posee un molino con aletas de acero que le permite la recirculación de la okara, provocando su adecuada desactivación y el constante movimiento del líquido en la parte inferior del tanque para evitar que se queme.

Ilustración I- Máquina de elaboración de “leche de soja”



Fuente: manual de la máquina, industria SOJAMET

Proceso de elaboración de tofu:

La “leche de soja” debe tener una temperatura aproximada de 80°C. Una vez alcanzado ese valor, se le agrega el coagulante: Nigari (cloruro de magnesio), por cada litro de “leche”, se adiciona 5 gramos de coagulante diluidos en 40 ml de agua caliente a 80°C.

Se adiciona en forma de cruz, haciendo líneas que se entrecruzan sin revolver. Se deja reposar durante 30 minutos, para conservar los 80°C, es necesario el encendido del horno con la puerta abierta y colocar la olla entre las hornallas, esto lleva a la coagulación en menor tiempo, el suero se separa mejor del cuajo y mayor facilidad en la eliminación de restos evitando así pérdidas de producto final y un mayor rendimiento.

Una vez transcurrido ese tiempo de espera, el cuajo se separa del suero y se deposita en el fondo del recipiente. El líquido sobrenadante resulta ser de color amarillo translúcido, lo que permite comprobar que la leche había cuajado totalmente.

Luego se coloca en una tofutura con una tela filtrante de color blanco que, al tener orificios, elimina el suero y queda el coágulo. Se lo tapa y se le ejerce presión; la misma es de 20 gramos por cada cm^2 . En este caso donde las tofutas miden 20 cm x 20 cm, la presión es de 8000 gramos.

A continuación, se deja reposar en heladera a una temperatura de $2,5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Al día siguiente, se lleva a cabo el desmolde para analizar las características organolépticas y realizar el pesado

Gráfico IV- DIAGRAMA DE FLUJO- OBTENCIÓN DE “LECHE DE SOJA”

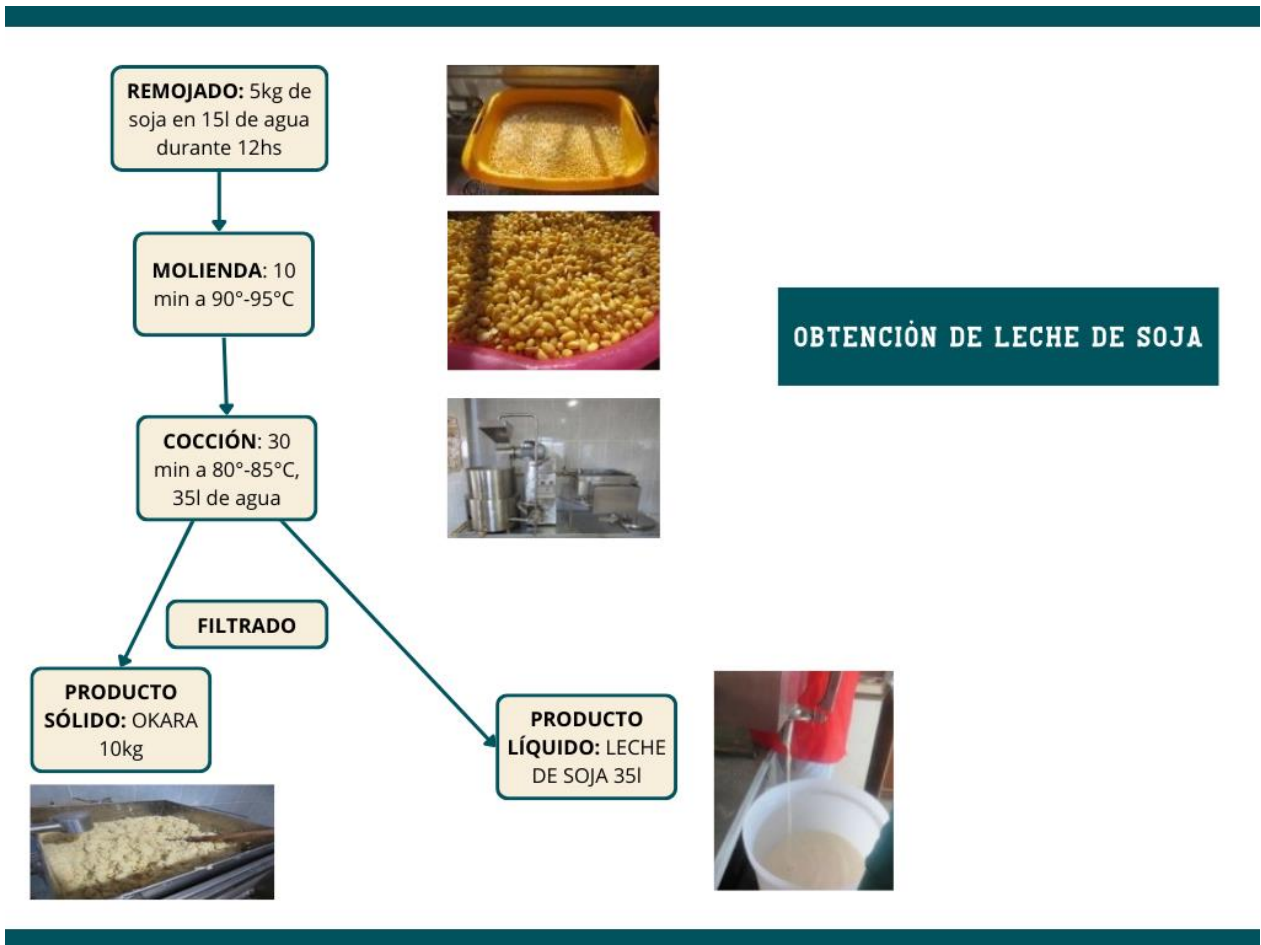
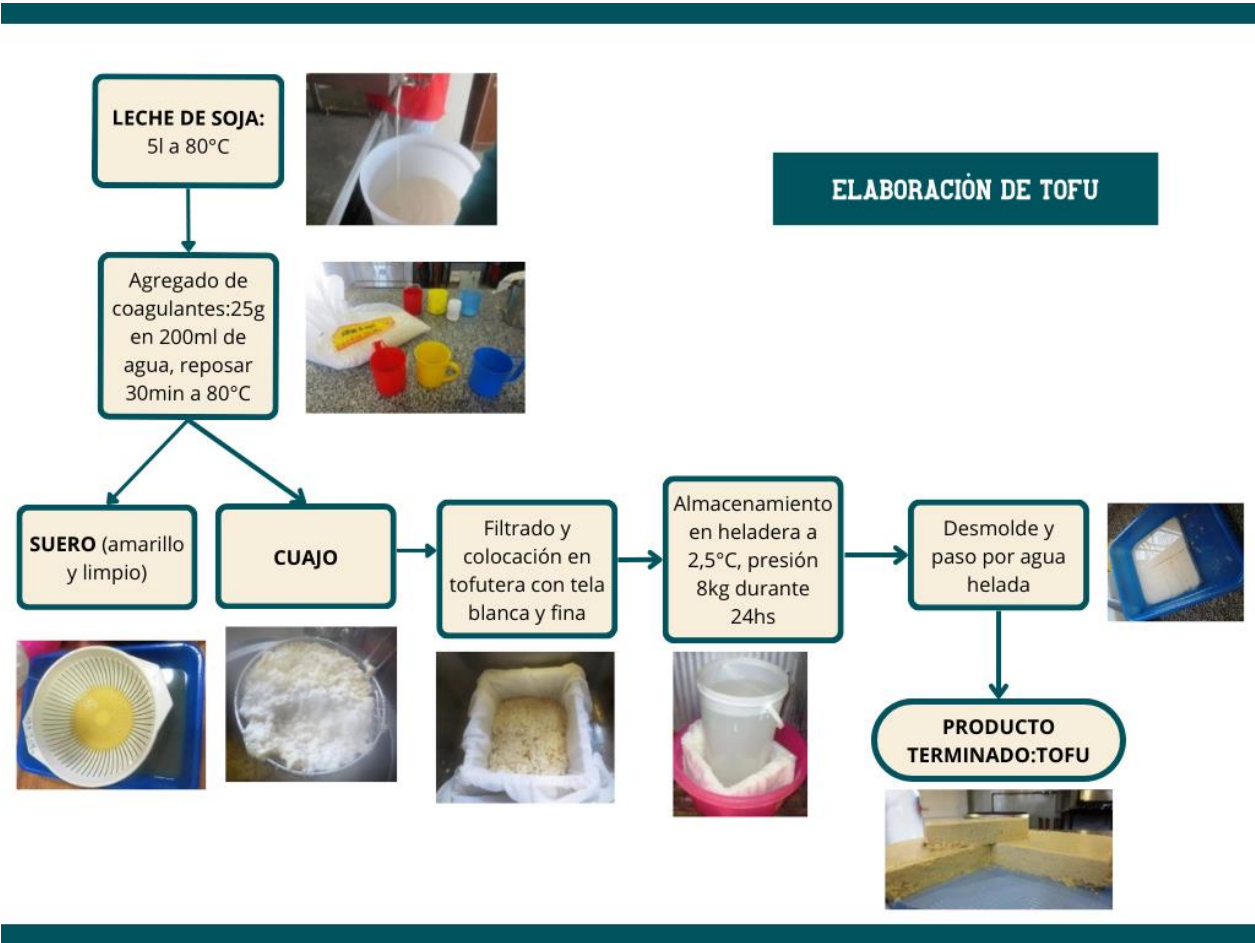


Gráfico V-DIAGRAMA DE FLUJO- ELABORACIÓN DE TOFU



7.3. Muestra

En esta investigación se evaluó la aceptabilidad, el rendimiento y se identificaron las características sensoriales de cuatro variedades de tofu elaborados con los siguientes coagulantes: cloruro de calcio, cloruro de magnesio, sulfato de calcio + cloruro de calcio y sulfato de magnesio + cloruro de magnesio.

En la siguiente tabla se detallan las cantidades, las temperaturas y tiempos de los 4 tratamientos

Tabla V de Elaboración de Tofu: coagulantes, cantidades, temperatura y tiempo de reacción

Leche de soja (l)	Coagulante			Temperatura °C	Tiempo de coagulado en minutos
		(g)	Diluyente ml		
5	Tto 1 CaCl ₂	25	200	80-90	30
5	Tto2 MgCl ₂	25	200	80-90	30
5	Tto3 CaSO ₄ + CaCl ₄	25+25	200+200	80-90	30+30
5	Tto 4 MgSO ₄ + MgCl ₂	25+25	200+200	80-90	30+30

El día de la evaluación sensorial se encuestó a las 20 madres que concurren a diario al Taller de Cocina de la Asociación Civil “Jesús Misericordioso” y a 20 niños de 6 a 12 años, tomados al azar, ya que ellos asisten con sus madres para realizar otras actividades. Por otro lado, se calculó el mejor rendimiento por litro de “leche de soja” puesta a cocinar.

7.4. Variables e indicadores

En esta investigación se establecieron como variables independientes los 4 tipos de tofu coagulados con los 4 coagulantes (tabla V). Las variables dependientes fueron la aceptabilidad, las características sensoriales evaluadas por sus atributos descriptivos, color textura y sabor, y el rendimiento.

Estas comparaciones se realizaron dejando fijas las variables PH, concentración de los coagulantes, temperatura y tiempo de reposo para la coagulación para los cuatro productos elaborados, todas medidas para realizar una elaboración estandarizada y así poder realizar las comparaciones correspondientes.

Los indicadores de aceptabilidad dependían de las elecciones de niños/niñas al responder cuál de los 4 tofu elegían y en el caso de las madres el indicador de aceptabilidad fue el orden asignado y en una escala del 1 al 4 y la puntuación obtenida.

Los indicadores de las características sensoriales para los 3 atributos seleccionados fueron los siguientes descriptores:

Descriptores del color: ámbar, marfil, ámbar/gris, marfil/gris

Descriptores de la textura: consistente, blando, compacto, cremoso/blando

Descriptores del sabor: dulce, amargo

Indicador para el rendimiento: litro de leche de soja utilizada inicialmente en el proceso de elaboración, cantidad de granos de soja (kg) / peso final de tofu (kg)

7.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

7.5.1 Cuestionario

Con el objetivo de obtener los datos de aceptabilidad y características de los tofus se elaboró un cuestionario y para validar su aplicabilidad se llevó a cabo una encuesta piloto. El gran interrogante era conocer si las preguntas de este instrumento, resultaban comprensibles para los niños y las madres.

Se eligieron cinco (5) niños/niñas, de diferentes edades que concurren a la “Asociación Civil Jesús Misericordioso”, se los encuestó para saber si podían comprender el cuestionario (Ver Anexo A), en el que debían responder cuál de los tofus era el que más les gustaba y cuál el que menos y por qué.

Los niños pudieron manifestar sus preferencias, pero sus respuestas fueron más vagas a la hora de manifestar el por qué, por esta razón se quitó esa pregunta del cuestionario definitivo (Ver Anexo A).

También se buscó a cinco (5) madres y se les hizo el cuestionario piloto (Ver Anexo A) para verificar si podían graduar sus preferencias y si comprendían los descriptores de las características organolépticas.

Para evaluar la aceptabilidad se realizó una escala del uno (1) al cuatro (4), asignando el puntaje más alto, al que más les gustaba

Se estableció que detallaran con una palabra la textura, dando como descriptores: cremoso, compacto, blando o consistente; para el sabor, dulce o amargo y en el caso del

color, marfil o ámbar y sus variaciones, basándose en la información relevada en el marco teórico.

Las madres pudieron utilizar la escala para aceptabilidad y describir las características organolépticas del tofu como se observa en la tabla v. por lo tanto se mantuvo el mismo cuestionario para la encuesta definitiva

Tabla VI- Características organolépticas del tofu según los coagulantes utilizados

Coagulante	CaCl ₂	MgCl ₂	CaSO ₄ +CaCl ₂	MgSO ₄ +MgCl ₂
Sabor	Dulce	Amargo	Dulce	Amargo
Color	Marfil	Ámbar	marfil-gris	ámbar-gris
Textura	Consistente	Blando	compacto y firme	cremoso y blando

7.5.2 Ensayos preliminares

Luego de haber leído e investigado en varios libros sobre los distintos coagulantes de tofu y de hacer pruebas previas al día de la evaluación sensorial, se verificó que el sulfato de magnesio y el sulfato de calcio nunca hicieron coagular la “leche de soja”, por tal motivo, se mezcló en un recipiente sulfato de magnesio + cloruro de magnesio y en otro recipiente sulfato de calcio + cloruro de calcio y así se logró la coagulación.

Para una correcta comparación se debe tener en cuenta el control de las demás variables que pueden influenciar en el proceso como la variedad de soja utilizada, tipo de

coagulante, la cantidad de coagulante a agregar, la dilución de los mismos, la temperatura de la leche al agregar los coagulantes, el tiempo y temperatura durante la coagulación y el PH. (Shurtleff, 2006).

La cantidad de coagulante utilizada se definió luego de varios ensayos realizados teniendo en cuenta que en ningún libro o investigación está estipulado la cantidad de coagulante por litro de leche. Entonces se fue probando con 2, 3, 4 hasta los 5 gramos que resultó ser el valor indicado para llevar adelante el proceso con mayor rapidez.

También se ensayó la cantidad de agua con que se disolvían los distintos coagulantes. En una primera instancia, se los diluyó en 100 ml y se obtuvo una concentración muy baja que influyó en el tiempo de coagulación y calidad del tofu. Luego de varias pruebas en las cuales se fue disminuyendo la cantidad de agua y se llegó a la conclusión de que la indicada era de 40 ml.

Tabla VII- Cantidad de coagulantes y su reacción

Leche de soja (l)	Coagulante			Temperatura (°C)	Tiempo de coagulado min
		p.a (g)	Diluyente (ml)		
5	CaCl ₂	25	200	80-90	30
5	MgCl ₂	25	200	80-90	30
5	CaSO ₄	25	200	80-90	-
5	MgSO ₄	25	200	80-90	-

Tabla VIII: Mezcla de coagulantes

Leche de soja	Coagulante			Temperatura °C	Tiempo coagulado Min.
	Princ. act.	Gramos	Agua ml		
L					
5	CaSO ₄ + CaCl ₂	25+25	200+200	80-90	30+30
5	MgSO ₄ + MgCl ₂	25+25	200+200	80-90	30+30

También se realizaron pruebas de rendimiento. Se utilizó como instrumento de medición la misma balanza digital con la precisión de dos decimales, donde se pesó el producto final.

7.5.3 Procedimiento

Para este trabajo se siguió el procedimiento utilizado en la Asociación Civil “Jesús Misericordioso” para la obtención de la “leche de soja” ya descrito en el punto referente empírico.

Proceso de elaboración de tofu

La “leche de soja” debe tener una temperatura aproximada de 80°C. Una vez alcanzado ese valor, se le agregaron los distintos coagulantes: cloruro de calcio, cloruro de magnesio, sulfato de calcio y sulfato de magnesio en proporción 5 gramos por cada litro de leche.

Cada tratamiento (versión de tofu), se realizó con 1 litro de “leche” y se utilizaron 5 gramos de coagulante diluido en 40 ml de agua caliente a 80°C para no bajar la temperatura de la leche. Se adicionó en forma de cruz, haciendo líneas que se entrecrucen sin revolver. En estas condiciones se dejó reposar 30 minutos, manteniendo los 80°C. (Ver tabla V)

En los ensayos preliminares se pudo comprobar que, manteniendo la temperatura a 80°C en el ambiente, obtenida por el encendido del horno con la puerta abierta y colocando la olla entre las hornallas, la coagulación se llevaba a cabo en menor tiempo y el suero se separaba mejor del cuajo, lo que hacía más fácil la eliminación de restos evitando así pérdidas de producto final y un mayor rendimiento.

Una vez transcurrido ese tiempo de espera, el cuajo se separó del suero y se depositó en el fondo del recipiente. El líquido sobrenadante resultó ser de color amarillo translúcido, lo que permitió comprobar que la leche había cuajado totalmente.

Luego se colocó en una tofutura con una tela filtrante de color blanco que, al tener orificios, elimina el suero y queda el coágulo. Se lo tapó y se le ejerció presión; la misma fue de 20 gramos por cada cm². En este caso, donde las tofutas miden 20 cm x 20 cm, la presión fue de 8000 gramos.

A continuación, se lo dejó reposar en heladera a una temperatura de 2,5°C durante 24 horas. Al día siguiente, se llevó a cabo el desmolde para efectuar las pruebas de rendimiento, y la evaluación sensorial

Pruebas de rendimiento

Se realizó el pesado con la ayuda de la responsable del lugar y codirectora de esta tesina la Ingeniera Bibiana Ferrari.

Los tofu antes de ser cortados para la degustación fueron pesados con balanzas digitales para darle la mayor precisión y poder obtener un rendimiento objetivo.

El rendimiento se midió mediante el peso final del producto y luego por litro de leche de soja utilizada inicialmente en el proceso de elaboración.

Evaluación sensorial

Participaron en la evaluación sensorial la totalidad de madres (20) y niños/niñas (20) que concurren al hogar.

Una vez realizadas las pruebas de rendimiento, llevó a cabo la degustación. Se colocaron cubos de tofu en platos totalmente identificados y separados.

Para conocer la aceptabilidad de los menores se les hizo probar las cuatro versiones de tofu a los 20 niños/niñas con edades entre 6 y 12 años quienes respondían en forma oral qué tofu les gustó más y cuál menos.

Por otro lado, se encuestó a las 20 madres que concurren a la asociación. A ellas se les explicó que deberían ordenar las muestras de 1 a 4, siendo el 4 el que mas les gustaba y 1 el que menos, y seleccionar una característica de cada atributo teniendo en cuenta los descriptores.

Los niños sólo decían qué tofu les gustaba más y cuál menos, por lo que el resultado final fue de fácil lectura. En su mayoría eligieron los tofu elaborados con sales y la mezcla de sales de Calcio.

En el caso de las madres se les entregó los cuestionarios para que pudieran completarlos. Cada plato con cubos de tofu estaba totalmente identificado para así evitar que las madres reconocieran de qué producto se trataba. Entre cada degustación se les hizo ingerir agua para que no se mezclasen los sabores.

8 RESULTADOS

Se presentan aquí los resultados obtenidos

Tabla IX rendimiento de los diferentes tofus según los coagulantes utilizados

Coagulante	CaCl ₂	MgCl ₂	CaSO ₄ +CaCl ₂	MgSO ₄ +MgCl ₂
Rend. Total (k)	1,140	1,320	0,980	1,280
Rend/litro (k)	0,228	0,264	0,196	0,256

Como se puede observar en la tabla, los tofus coagulados con sales de magnesio obtuvieron mejores rendimientos, siendo el mgcl₂ el de mayor rendimiento con 0,264kg/l. El menor rendimiento le correspondió al tofu elaborado con la mezcla de sales de calcio, 0,196kg/l.

Tabla X Elección de tofu realizada por los niños

TOFU	NIÑOS
CaCl ₂	15
CaSO ₄ +CaCl ₂	5
TOTAL	20

Los niños/niñas sólo identificaron qué tofu les gustaba más sin especificar el porqué de la elección. Como se puede observar, quince (15) niños/niñas que representan el 75% de la población evaluada, prefirieron el tofu coagulado con cloruro de calcio y cinco (5) de ellos, el restante 25%, el coagulado con la mezcla cloruro de calcio más sulfato de calcio, mientras que ninguno prefirió los coagulados con magnesio.

Gráfico VI-Elección de los niños

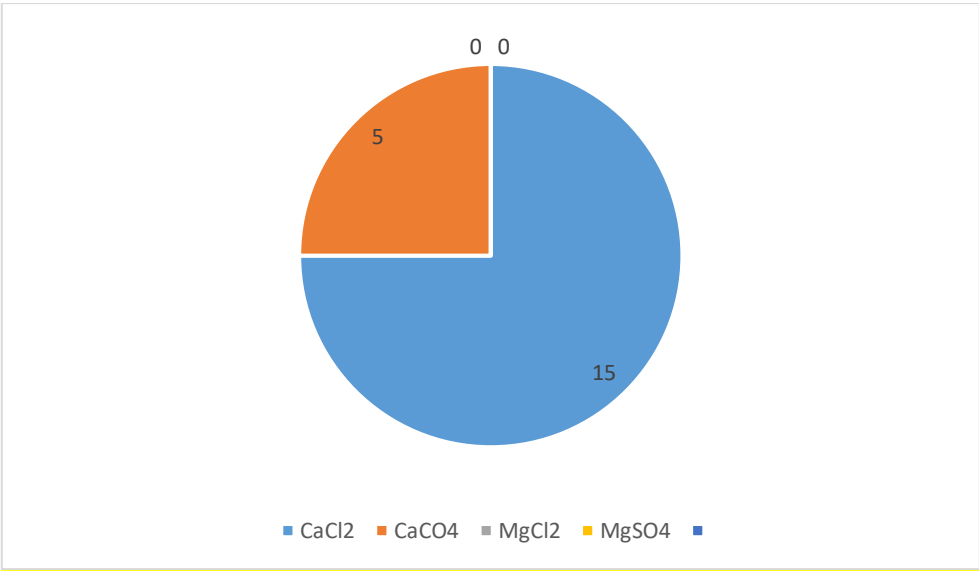
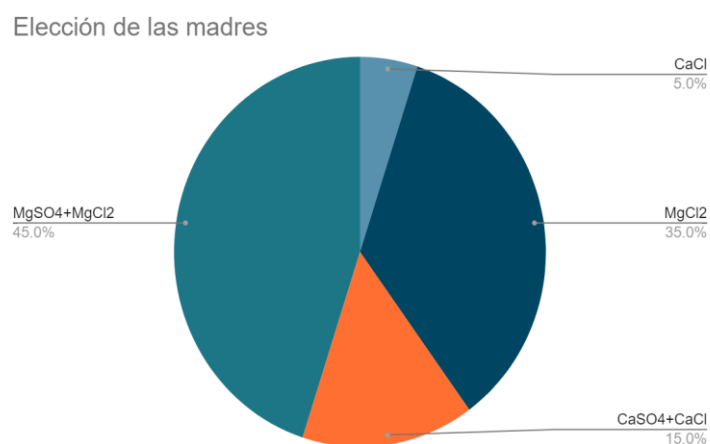


Tabla XI –Orden de preferencia y Puntuación asignada a los diferentes tofu según las madres

MADRES	CaCl₂	MgCl₂	CaSO₄+CaCl₂	MgSO₄+MgCl₂
M1	1	2	3	4
M2	1	3	2	4
M3	3	2	1	4
M4	1	4	2	3
M5	2	3	1	4
M6	3	1	4	2
M7	3	1	4	2
M8	1	4	2	3
M9	3	2	1	4
M10	4	1	2	3
M11	3	1	2	4
M12	1	4	2	3
M13	2	1	3	4
M14	3	4	2	1
M15	2	3	1	4
M16	1	4	2	3
M17	1	4	2	3
M18	3	4	1	2
M19	1	3	4	2
M20	1	3	2	4
TOTAL	40	54	43	63

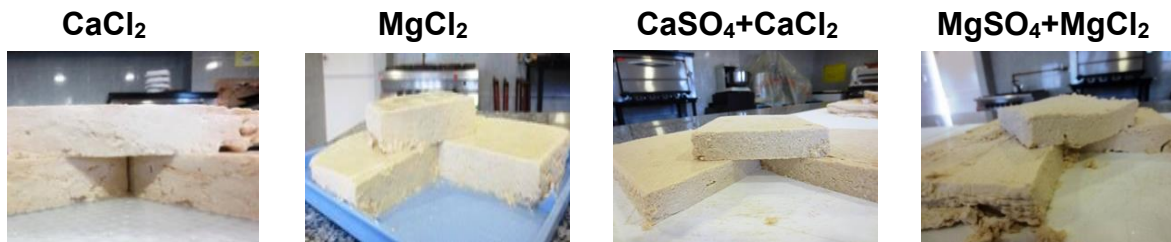
Teniendo en cuenta los valores de la tabla XI, se observa que el tofu con mayor puntuación, 63 puntos, fue el coagulado con la mezcla $\text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2$, seguido de el tofu elaborado con MgCl_2 , 54 puntos. En tercer lugar con 43 puntos se ubicó el tofu coagulado con la mezcla $\text{CaSO}_4 + \text{CaCl}_2$ y en último lugar puntuaron al tofu elaborado con CaCl_2 .

Grafico VII-Orden de preferencia-de las madres



Como se puede observar en el gráfico, que se desprende de los datos volcados en la tabla XI, el 80% de las madres asignó un 4 en la escala, a los tofus con coagulantes Mg, preferentemente, con el 45% la mezcla $\text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2$ y 35% MgCl_2 , y con un 20% los coagulantes con Ca, siendo el 15% para la mezcla $\text{CaSO}_4 + \text{CaCl}_2$ y sólo un 5% para el CaCl_2 .

Ilustración II- imágenes de la presentación de las muestras de tofu para evaluar las características organolépticas



Las tablas XII, XIII, XIV y XV muestran las percepciones de las madres en cuanto al color, textura y sabor de los tofus con diferentes coagulantes:

Tabla XII-Descripción de las madres muestra 1: CaCl₂

M	COLOR				TEXTURA				SABOR	
	Ámbar	Marfil	Ámbar/gris	Marfil/gris	Consistente	Blando	Compacto	Cremoso/ blando	Dulce	Amargo
M1		X			x				x	
M2		X			x				x	
M3				x	x				x	
M4		x					x		x	
M5		x			x				x	
M6		x					x		x	
M7				x	x				x	
M8		x			x				x	
M9		x			x				x	
M10		x			x				x	
M11		x			x				x	
M12		x					x		x	
M13				x	x				x	
M14				x	x				x	
M15		x					x		x	
M16		x			x				x	
M17		x			x				x	
M18				x	x				x	
M19		x					x		x	
M20		x			x				x	

Tabla XIII -Descripción de las madres para la muestra 2: MgCl₂

	COLOR				TEXTURA				SABOR	
	Ámbar	Marfil	Ámbar/gris	Marfil/gris	Consistente	Blando	Compacto	Cremoso/blando	Dulce	Amargo
M1	X					x				X
M2	X							X		X
M3			X			x				X
M4	X					x				X
M5	X					x				X
M6			X			x				X
M7	X					x				X
M8	X							X		X
M9	X							X		X
M10	X					x				X
M11	X					x				X
M12	X							X		X
M13	X					x				X
M14			X			x				X
M15	X					x				X
M16	X					x				X
M17	X							X		X
M18	X					x				X
M19	X					x				X
M20	X					x				X

Tabla XIV-Descripción para las madres de la muestra 3: CaSO₄ + CaCl₂

M	COLOR				TEXTURA				SABOR	
	Ambar	Marfil	Ambar/gris	Marfil/gris	Consistente	Blando	Compacto	Cremoso/ blando	Dulce	Amargo
M1		x					x		x	
M2				x			x		x	
M3				x			x		x	
M4				x			x		x	
M5				x	x				x	
M6				x			x		x	
M7		x					x		x	
M8				x			x		x	
M9				x			x		x	
M10				x			x		x	
M11				x			x		x	
M12				x	x				x	
M13		x					x		x	
M14				x			x		x	
M15				x			x		x	
M16		x					x		x	
M17				x			x		x	
M18				x			x		x	
M19				x	x				x	
M20				x			x		x	

Tabla XV- Descripción de las madres para la muestra 4: MgSO₄ + MgCl₂

M	COLOR				TEXTURA				SABOR	
	Ambar	Marfil	Ambar/gris	Marfil/gris	Consistente	Blando	Compacto	Cremoso/ blando	Dulce	Amargo
M1			x					x		x
M2	x							x		x
M3			x					x		x
M4			x					x		x
M5			x					x		x
M6			x			x				x
M7			x			x				x
M8	x							x		x
M9			x					x		x
M10			x					x		x
M11			x					x		x
M12			x					x		x
M13			x					x		x
M14			x					x		x
M15			x					x		x
M16	x							x		x
M17			x			x				x
M18			x					x		x
M19			x					x		x
M20			x					x		x

Gráfico VIII- Características sensoriales detectadas por las madres en tofu con el coagulante CaCl_2

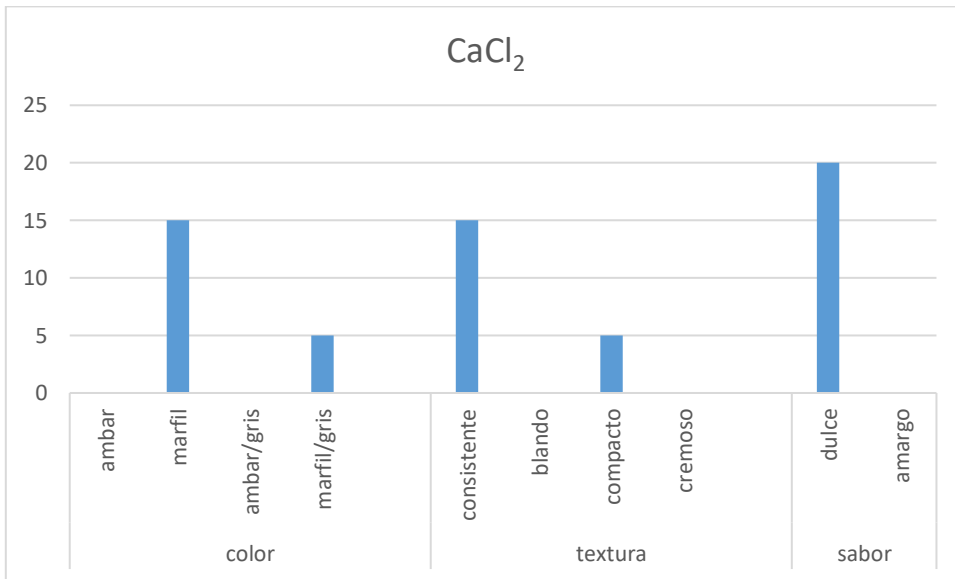


Gráfico IX - Características sensoriales detectadas por las madres en tofu con el coagulante MgCl_2

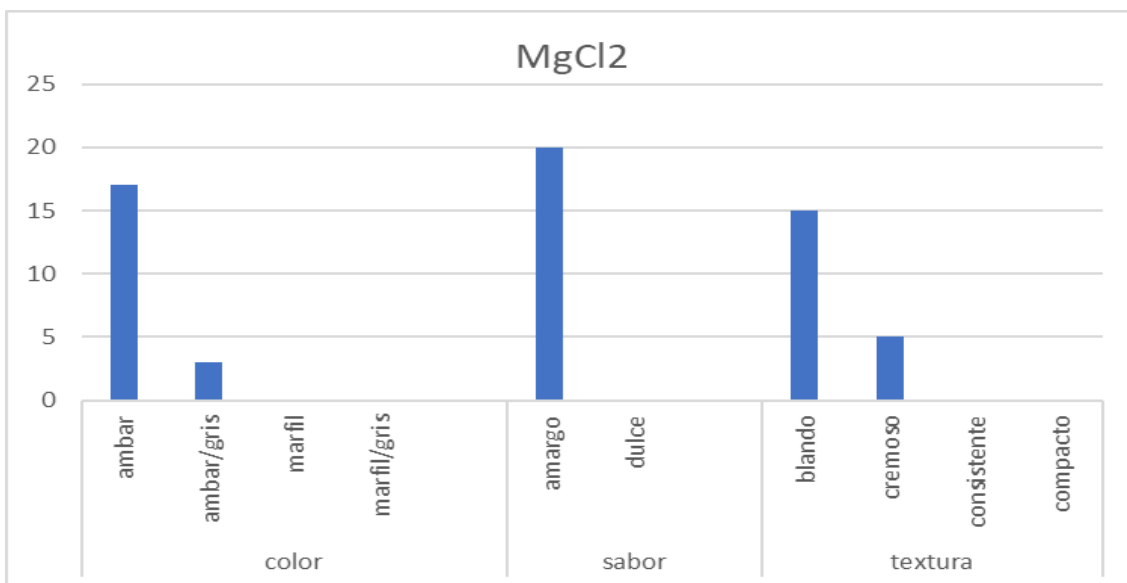


Gráfico X - Características sensoriales-detectadas por las madres en tofu con coagulante $\text{CaSO}_4 + \text{CaCl}_2$

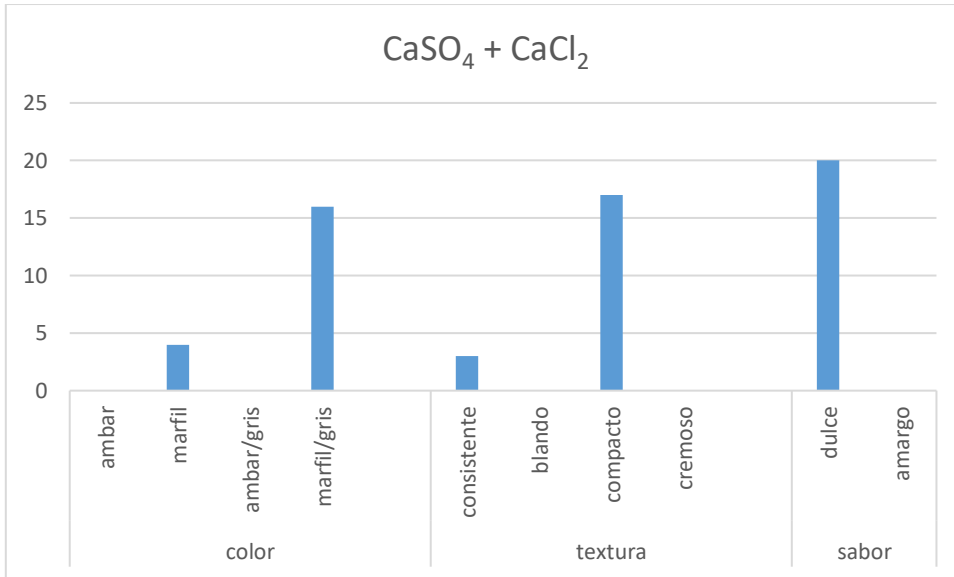
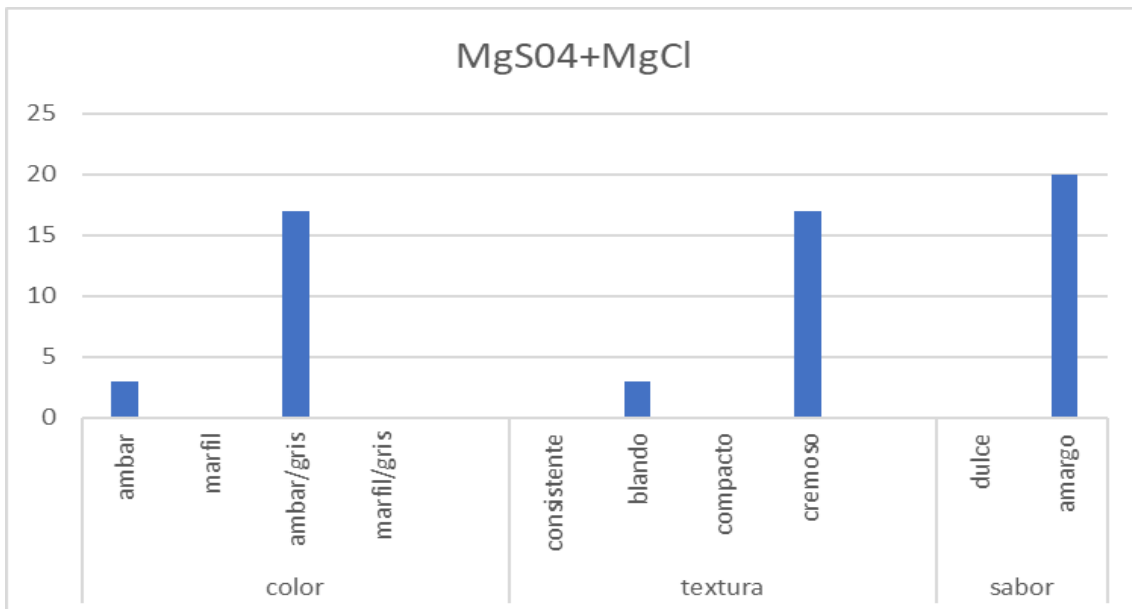


Gráfico XII - Características sensoriales-detectadas por las madres en tofu con coagulante $\text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2$



9.DISCUSIÓN

Esta investigación requirió de ensayos previos para ajustar temperaturas, tiempos de coagulación y concentración de coagulantes para la elaboración del tofu. Los datos obtenidos constituyen un aporte importante debido a que no se encontró información al respecto.

El tofu coagulado con $MgCl_2$ resultó en el de mayor rendimiento con 0,264kg/l mientras que el coagulado con $CaCl_2$ solamente 0,228kg/l. Entre los coagulantes con sales cloruro, el calcio produce un coágulo de mayor tamaño lo que disminuye las fuerzas de cohesión, por lo tanto, hay mayor pérdida de líquido y en consecuencia un menor rendimiento total, mientras que las versiones con catión magnesio producen un coágulo menor que resulta en mayor retención de líquido en los alvéolos por acción de fuerza capilar dando como resultado un tofu de mayor rendimiento, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo.

Con respecto a la velocidad de la formación del coágulo, que, si bien no fue planteado como objetivo en esta investigación, se pudo observar que conviene utilizar cualquiera de los dos coagulantes con base cloruro debido a que la producción del coágulo es más rápida, se utiliza menor cantidad de éstos, y los rindes son más altos en el producto final, coincidiendo con lo investigado en el marco teórico.

En el gráfico VI se observa que los niños/niñas en su mayoría eligieron los dos tofus más dulces con coagulantes de sales de calcio, siendo el resultado final claro debido

a que el 75% de los mismos prefirió el tofu con el coagulante cloruro de calcio a pesar de ser el más compacto.

En la prueba de aceptabilidad por ordenamiento, el tofu con mayor puntuación, 63 puntos, fue el tofu coagulado con la mezcla $MgSO_4 + MgCl_2$, este valor se debe a que la mayoría de las madres le otorgó el orden 4. En segundo lugar por muy pocos puntos, se ubicó el tofu elaborado con $MgCl_2$, en tercer lugar con 43 puntos se ubicó el tofu elaborado con la mezcla $CaSO_4 + CaCl_2$ y en último lugar puntuaron al tofu elaborado con sales $CaCl_2$, siendo éste al que más 1 le otorgaron, es decir, el que menos aceptabilidad obtuvo.

El análisis del gráfico VII permite observar que las madres prefirieron los tofu coagulados con sales magnesio, siendo el más clasificado con 4 la mezcla de las dos sales de magnesio. Los tofu coagulados con sales de calcio, fueron mucho menos elegidos: 15% para la mezcla $CaSO_4 + CaCl_2$ y 5% $CaCl_2$.

Con respecto del sabor, la totalidad de las madres describió a los tofu coagulados con sales de calcio como dulces y a los coagulados con sales de magnesio como amargos.

En cuanto al color, la mayoría describió al tofu coagulado con sales de $CaCl_2$ como de color marfil, a la mezcla de sales $CaSO_4 + CaCl_2$ de color marfil/gris, a los coagulados con $MgCl_2$ de color ámbar y a la mezcla de sales de $MgSO_4 + MgCl_2$ de color ámbar/gris.

En la descripción de la textura, la mayoría de las madres coincidió en que el tofu coagulado con sales de CaCl_2 era consistente, el coagulado con la mezcla de sales $\text{CaSO}_4 + \text{CaCl}_2$ era compacto, el coagulado con sales de MgCl_2 era blando y con sales de $\text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2$ era cremoso.

10 CONCLUSIONES

Los tofus coagulados con sales de magnesio tuvieron mayor rendimiento debido a la mayor retención de agua que provoca el cloruro de magnesio, lo que ocasiona un producto final más cremoso y blando. En cambio, los coagulados con sales de calcio son más firmes teniendo en cuenta que eliminan mayor cantidad de agua.

Los tofu elegidos por los niños fueron los coagulados con sales de calcio que fueron descritos por las madres como dulces. El de mayor aceptabilidad, 75%, fue el tofu con CaCl_2 y el restante 25% eligió el tofu con la mezcla $\text{CaSO}_4 + \text{CaCl}_2$.

El 80% de las madres eligió las versiones de tofu coagulados con sales de magnesio y el 20% los coagulados con sales de calcio, a gran diferencia con los niños.

El tofu de mayor aceptabilidad entre las madres, según la puntuación obtenida y el orden de preferencia asignado fue la mezcla $\text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2$, seguido el MgCl_2 . Los tofu coagulados con sales de calcio, $\text{CaSO}_4 + \text{CaCl}_2$ y CaCl_2 , resultaron menos elegidos. El tofu más aceptado, coagulado con la mezcla $\text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2$, fue descrito como cremoso-blando y amargo, mientras que el obtenido con sólo MgCl_2 , como blando y amargo. El tofu menos elegido, el coagulado con CaCl_2 , fue el descrito como dulce y compacto.

Con respecto de los tofus coagulados con sales de calcio, el 100% de las madres coincidió en que presentaban sabor dulce. El 75% describió al coagulado con CaCl_2

como de color marfil y de textura consistente y el 80% percibió al coagulado con la mezcla $\text{CaSO}_4+\text{CaCl}_2$ como de color marfil/gris y el 85% como de textura compacta.

En cuanto a los tofu coagulados con sales de magnesio, el 100% de las madres coincidió en que tenían sabor amargo. El coagulado con MgCl_2 fue descrito por el 85% como de color ámbar mientras que su textura fue percibida como blanda por el 75%. El 85% de las madres describió la mezcla de sales $\text{MgSO}_4+\text{MgCl}_2$ como de color ámbar/gris y textura cremosa.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Anzaldúa Morales, A.** (1994). *Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España.
- Ayernor, G. S., Dzikunoo J., Saalia Firibu K.** (2015) *Effect of Methods of Extraction on Physicochemical Properties of Soy Proteins (Tofu)*. American Journal of Food Science and Nutrition Research. Vol. 2, No. 5, pp. 138-144.
- Cerdan Cañigal, D. y Rosell Aguado, P.** (2012). *Procesos industriales para la elaboración de leche de soja y tofu*. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Nuevo León, México. Recuperado:
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/8/101.pdf>
- Cocio Olmos, J. A.** (2006) *Elaboración de Quesillo de Leche de Soya (Glycine max) con Adición de Bacterias Probióticas (Lactobacillus casei shirota y Bifidobacterium lactis Bb12)*. Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de licenciado en Ciencia de los Alimentos. Universidad Austral de Chile.
- Fadmusik, S., Puwastein, P., & Nitithamyong, A.** (2013). *Production of hard tofu from calcium fortified soybean milk and its chemical and sensory properties*. Recuperado de: <https://www.semanticscholar.org/paper/Production-of-hard-tofu-from-calcium-fortified-milk-Eadmusik/72f5b7455cccbcd5d5afa8e359ba3de008cc464e>
- Ferrari, B.** (2014). *Alimento de calidad = futuro vital*. Premio ArgenINTA, IX Edición, 2015.

Maluenda García, M. J. (2014) *Proyecciones en el comercio mundial de soja 2013-2022*.

Recuperado:

<https://docplayer.es/1243374-Proyecciones-en-el-comercio-mundial-de-soja-2013-2022.html>

Marioli Nobile, C. G. (2016). *Variabilidad de la calidad nutricional de soja de Argentina por efecto ambiental. Evaluación nutricional y sensorial de tofu como producto derivado*. Tesis Para optar al Grado Académico de Doctora en Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Recuperado:

<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4638/Marioli%20Nobile%2c%20C.%20Variabilidad%20de%20la%20calidad%20nutricional%20de%20soja%20en%20Argentina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martino, A. C. (2009). *Presence of soybean and its derivatives in masses food consumption. Soybean Research V Conference VIII*. Editado por Soybean Research V Conference VIII. Oral presentation Posters. Beijing. Recuperado de:

<http://www.acsoja.org.ar/wp-content/uploads/Investiga-Prod-soja.pdf>

Prabhakaran, M.P., Perera, C. O. y Valiyaveetil, S. (2006). *Efecto de diferentes coagulantes en los niveles de isoflavona y propiedades físicas del tofu firme preparado*. National University of Singapore. Recuperado:

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.011>

Proyecto Social Alimentación y Nutrición a bajo costo (s.f.). Recuperado de:

<http://www.sojamet.com/detalle.php?a=proyectos-sociales&t=1&d=3>

Ramírez Navas, J.B. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. Universidad del Valle Cali, Colombia. Recuperado de:

https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=4_TNm-72U7MC&oi=fnd&pg=PA85&dq=ANALISIS+SENSORIAL+CONSUMIDOR&ots=lb5NWJNHYu&sig=HJ7mV6znQ7NRQJ8AAb02j9p3ZDQ#v=onepage&q=ANALISIS%20SENSORIAL%20CONSUMIDOR&f=false

Ridley, E. (2006). *Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud*. Grupo Q S.A. Sociedad Argentina de Nutrición. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: https://bibliotecadigital.uchile.cl/discovery/fulldisplay/alma991004929789703936/56UDC_INST:56UDC_INSTChile.

Shurtleff, W. (2000). *Tofu & Soymilk Production: A Craft and Technical Manual*. Estados Unidos: Soyfoods Center. Recuperado de:

https://www.google.com.ar/books/edition/Tofu_Soymilk_Production/sYUq27wYcKMC?hl=es&gbpv=0

Springer-Verlag. (2008) *Efecto de diferentes coagulantes en el rendimiento y la calidad del tofu de la leche de soya. Investigación y Tecnología alimentaria europea*, pág. 226, 467-472. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/226424131_Effect_of_different_coagulants_on_yield_and_quality_of_tofu_from_soy milk

CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. Capítulo XVIII. Recuperado de:

https://w3.fcq.unc.edu.ar/sites/default/files/biblioteca/CAPITULO_XVIII_aditivos_alimentarios.pdf

DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Versión electrónica. Leche. Recuperado en 19 de octubre 2023, de <https://dle.rae.es/>

<https://infoalimentos.org.ar/temas/nutricion-y-estilos-de-vida/425-las-cosas-por-su-nombre-las-leches-vegetales-son-realmente-leches>

ANEXO A

Cuestionario PILOTO para niños:

- ¿Cuál es el *tofu* que más te gusta?

.....

- ¿Por qué?

.....

- ¿Cuál es el que menos te gusta?

.....

Cuestionario DEFINITIVO para niños:

- ¿Cuál es el *tofu* que más te gusta?

.....

Cuestionario PILOTO Y DEFINITIVO para las madres:

- **Colocar puntaje** de 4 a 1, siendo el **mejor puntaje 4** al que más le gusta y el **menor puntaje 1** al que menos le gusta:

- TOFU 1:.....

- TOFU 2:.....

- TOFU 3:.....

- TOFU 4:.....

- **Marque** con una cruz la característica que describe cada uno de los *tofu* de muestra.
- **Tofu 1:**
 - Cómo describiría el color: **Marfil (....) Ámbar (....) Marfil-gris (....) Ámbar-gris (....)**
 - Cómo describiría la textura: **Blando (....) Compacto (....) Cremoso y blando (....) Consistente (....)**
 - Cómo describiría el sabor: **Amargo (....) Dulce (....)**
- **Tofu 2:**
 - Cómo describiría el color: **Marfil (....) Ámbar (....) Marfil-gris (....) Ámbar-gris (....)**
 - Cómo describiría la textura: **Blando (....) Compacto (....) Cremoso y blando (....) Consistente (....)**
 - **Cómo describiría el sabor: Amargo (....) Dulce (....)**
- **Tofu 3:**
 - Cómo describiría el color: **Marfil (....) Ámbar (....) Marfil-gris (....) Ámbar-gris (....)**
 - Cómo describiría la textura: **Blando (....) Compacto (....) Cremoso y blando (....) Consistente (....)**
 - Cómo describiría el sabor: **Amargo (....) Dulce (....)**
- **Tofu 4:**

- Cómo describiría el color: **Marfil (....) Ámbar (....) Marfil-gris (....) Ámbar-gris (....)**
- Cómo describiría la textura: **Blando (....) Compacto (....) Cremoso y blando (....) Consistente (....)**
- Cómo describiría el sabor: **Amargo (....) Dulce (....)**