



**Universidad de
Concepción del
Uruguay**

**Facultad de Ciencias Médicas
Centro Regional Santa Fe
Licenciatura en Nutrición**

**VALORACIÓN DE TOFU ARTESANAL ENRIQUECIDO CON SEMILLAS DE
LINO Y CHIA COMO FUENTE DE OMEGA 3**

*Tesina presentada para completar los requisitos del Plan de Estudios de la Licenciatura
en Nutrición*

MARIA LORENA MUSURUANA

DIRECTORA: DRA. ELISA ALE

CO-DIRECTORA: LIC. MAGALÍ PETEAN

Santa Fe, 8 de junio de 2022

*“Las opiniones expresadas por el autor de esta Tesina no representa necesariamente los
criterios de la Carrera de Licenciatura en Nutrición de la Universidad de Concepción del
Uruguay”*



LORENA MUSURUANA

DNI 30.554.247

Directora:



Dra. ELISA ALE

DNI 32.895.895

Co-Directora:



Lic. MAGALÍ ESTEFANÍA PETEAN

DNI 33.726.245

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis, Elisa y Co-directora Magalí por estar en cada detalle, con su trato cálido y amable. Por la paciencia, y predisposición que siempre tuvieron. Les agradezco cada corrección, cada momento que dedicaron a acompañarme, y guiarme en todo este proceso.

Al tribunal evaluador por el tiempo dedicado, y por las sugerencias para enriquecer mi trabajo.

A mis hijos Valentino, Catalina, y a mi sobrina Lucía que se adaptaron a horarios, y respetaron mis tiempos de estudio. Por alentarme, y brindarme todo su amor.

A mi mamá por estar siempre sin necesidad que se lo pida.

A mi hermana Lea y cuñado Mariano, por su tiempo, acompañamiento, y por apoyarme siempre.

A mi hermano Nacho que estuvo acompañándome, y que junto a mi papá colaboraron con el cuidado de Valen y Cata para generarme espacios de estudio.

A Manuel, que estuvo ahí apoyándome y ayudando con su toque de sabor.

A mis amigas Lore y Jesi por los ánimos brindados en todo momento.

RESUMEN

El tofu es un alimento de origen vegetal que se obtiene a partir de granos de soja, agua y un coagulante. Es considerado de gran valor nutricional por su alto contenido proteico y por ser libre de grasas saturadas. El enriquecimiento con semillas de chía y lino ha surgido como estrategia para aportar ácidos grasos poliinsaturados, principalmente α -linolénico (omega 3).

Teniendo en cuenta el bajo costo de producción, se propuso como objetivo de este trabajo la elaboración de tofu artesanal a partir de soja obtenida de una chacra agroecológica, enriquecido con semillas trituradas de chía y lino. Se realizó un estudio de aceptabilidad sensorial y preferencia (con respecto al tofu tradicional sin semillas), analizando los parámetros sabor, textura, aroma, y aceptabilidad global. Se estimó también el aporte de α -linolénico por porción, y se incorporó el tofu elaborado a una preparación (tarteletas individuales) para evaluar sus atributos sensoriales.

Los resultados indicaron que el agregado de semillas trituradas aportó un contenido aproximado de α -linolénico de 0,3514 g/porción, y aumentó significativamente el sabor, la textura y la aceptabilidad global, en comparación con un tofu control. Además, se observó que la aceptabilidad global y el aroma presentaron puntuaciones más elevadas entre las mujeres encuestadas con respecto a los hombres.

Las tarteletas individuales también presentaron altos valores en todos los parámetros evaluados, sugiriendo que este ingrediente es versátil para ser incorporado en alimentos de consumo frecuente.

PALABRAS CLAVES: TOFU, SOJA, SEMILLAS, OMEGA 3, VALORACIÓN SENSORIAL

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	1
1.1	Marco teórico	3
1.1.1	Legumbres.....	3
1.1.2	Soja.....	4
1.1.3	Tofu.....	6
1.1.4	Enriquecimiento de alimentos.....	9
1.1.5	Ácidos grasos esenciales	10
1.1.6	Ácidos grasos omega 3	10
1.1.7	Semillas de chía	11
1.1.8	Semillas de lino	12
1.1.9	Evaluación sensorial de los alimentos	13
1.2	Antecedentes	14
1.3	Planteo del problema	16
1.4	Hipótesis	17
1.5	Objetivos	17
1.5.1	Objetivo general	17
1.5.2	Objetivos específicos.....	17
2	MATERIALES Y MÉTODOS	18

2.1	Diseño metodológico	18
2.1.1	Tipo de estudio.....	18
2.1.2	Población y muestra.....	18
2.1.3	Variables de estudio.....	19
2.2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
2.2.1	Encuesta preliminar sobre la aceptación del producto.....	21
2.2.2	Elaboración de tofu.....	21
2.2.3	Elaboración de tarteletas.....	23
2.2.4	Análisis sensorial.....	24
2.2.5	Estimación del contenido de omega 3.....	25
2.2.6	Análisis estadístico.....	25
3	RESULTADOS	26
3.1	Encuesta preliminar sobre la aceptación del producto.....	26
3.2	Evaluación sensorial de tofu con y sin semillas.....	28
3.3	Estimación del contenido de ácido α -linolénico en el tofu con semillas.....	30
3.4	Evaluación sensorial de la preparación.....	31
4	DISCUSIÓN	33
5	CONCLUSIONES	35
6	RECOMENDACIONES	36
7	LIMITACIONES	36

8	GLOSARIO	37
9	BIBLIOGRAFIA	38
	ANEXO 1: Consentimiento informado	42
	ANEXO 2: Encuesta para el análisis sensorial, de aceptabilidad y preferencia para el tofu con semillas y tofu control	44
	ANEXO 3: Encuesta para el análisis sensorial y de aceptabilidad para la preparación	46

1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Según el Codex Alimentarius¹, el tofu es un alimento que se prepara a partir de granos de soja secos que son hidratados en agua y procesados para producir una bebida a base de soja. Esta bebida, mediante el agregado de un coagulante y posterior prensado, puede formar una cuajada (tofu). Este alimento es de gran valor nutricional ya que conserva las propiedades nutritivas del grano y se destaca por su alto contenido proteico.

Es importante destacar que los cultivos de soja alcanzan una gran superficie de siembra en Argentina, y al ser la principal leguminosa producida en nuestro país, es accesible y económica, posibilitando su aplicación en el desarrollo de distintos alimentos (Storti, 2019).

En la alimentación actual de la población argentina, se evidencian hábitos alimenticios no saludables: desequilibrio en el consumo de ácidos grasos omega 6 en relación al de omega 3, elevado consumo de sodio, azúcares refinados y grasas saturadas, los cuales se encuentran asociados al aumento de enfermedades crónicas cardiovasculares, obesidad, diabetes, hipertensión y cáncer (Ministerio de Salud, 2016).

En este contexto, se presentan como una estrategia saludable y comienzan a tener protagonismo los alimentos funcionales, definidos por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT)² como aquellos que poseen un efecto benéfico sobre una o varias funciones específicas del organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales. Para su elaboración, se opta por el enriquecimiento con vitaminas, antioxidantes, minerales y fibras dietarias, como así también con ácidos grasos poliinsaturados.

¹https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192e.pdf

²http://www.anmat.gov.ar/publicaciones/alimentos_funcionales.asp#:~:text=Para%20que%20un%20alimento%20pueda,el%20riesgo%20de%20una%20enfermedad.

Las semillas de lino y chía constituyen las principales fuentes de origen vegetal que aportan ácidos grasos omega 3 del tipo α -linolénico (Jiménez y col., 2013), que son esenciales para el organismo y poseen importantes efectos benéficos para la salud. Dentro de los mismos se pueden mencionar efectos antiinflamatorios, antitrombóticos y reductores de la concentración de colesterol y triglicéridos en plasma. Además, contribuyen a la reducción de la presión sanguínea y son esenciales para el desarrollo y funcionamiento del cerebro y sistema nervioso (Valenzuela y col., 2015; Carrero y col., 2005).



Figura 1. Gráfica de la alimentación diaria. Fuente: Guías Alimentarias para la Población Argentina (Ministerio de Salud, 2016).

En la Figura 1 se representan los diferentes grupos de alimentos que se deben consumir a lo largo del día según las Guías Alimentarias para la Población Argentina (Ministerio de Salud, 2016), para lograr una alimentación completa y balanceada. Incluye todos los grupos de alimentos que deberían consumirse en las cuatro comidas diarias recomendadas (desayuno, almuerzo, merienda y cena).

Para prevenir los problemas de salud relacionados a la dieta y promover estilos de vida saludables, las GAPA ofrecen diez recomendaciones contempladas en diferentes mensajes, de los cuales este trabajo pretende abordar dos de ellos:

Mensaje 8: “consumir legumbres, cereales preferentemente integrales, papa, batata, choclo o mandioca, y Mensaje 9 “consumir aceite crudo como condimento frutas secas o semillas”.

Las legumbres y cereales integrales aportan energía, vitaminas (del complejo B), minerales (hierro, zinc y calcio), fibras en sus versiones integrales y proteínas. La incorporación de este grupo de alimentos contribuye además a la prevención de ciertos tipos de enfermedades como el cáncer de intestino grueso, entre otras (Ministerio de Salud, 2016).

Por otro lado, los aceites de origen vegetal, semillas y frutas secas aportan ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico (omega 6) y ácido alfa-linolénico (omega 3), y vitamina E (antioxidante). Consumir la cantidad recomendada de estos alimentos protege la salud cardiovascular (Ministerio de Salud, 2016).

A partir de lo expuesto anteriormente, surge como principal objetivo de este proyecto combinar estos dos importantes grupos de alimentos mediante la elaboración artesanal de tofu, enriquecido con semillas de lino y chía trituradas como fuentes de omega 3, con el fin de evaluar distintos parámetros sensoriales (sabor, textura, aroma y aceptabilidad global), y de preferencia con respecto a un tofu tradicional. Además, se incorporó este alimento a una preparación de consumo habitual.

1.1 Marco teórico

1.1.1 Legumbres

Según lo establecido por el Código Alimentario Argentino (CAA) en el Artículo 877 (Resolución Conjunta SCS y SAByDR N° 31/2021), con el nombre de legumbres, se entiende a los frutos y las semillas de las leguminosas. Asimismo, se clasifican en legumbres frescas (de cosecha reciente y consumo inmediato en las condiciones habituales de expendio), y legumbres secas (desechadas o deshidratadas con un contenido de agua inferior al 13% determinado a 100-105° C).

Las legumbres, aportan vitaminas de complejo B, minerales como hierro, zinc y calcio, y además brindan saciedad, son económicamente accesibles, rendidoras, y fáciles de conservar (Ministerio de Salud, 2016). Además, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura designó al año 2016, como el “Año internacional de las legumbres” (FAO, 2016) en reconocimiento a la importante función en la alimentación saludable.

Este grupo de alimentos no forma gran parte de la alimentación habitual de la población argentina, a pesar de ser económico, versátil, rico en fibra, y que al ser complementado con cereales brinda proteínas de alto valor biológico.

Algunos obstáculos que limitan el consumo son el tiempo de elaboración, y el desconocimiento en las formas de preparación. Como se evidencia una falta de variedad en las elecciones alimentarias, ocupando los alimentos no saludables una gran proporción, es necesaria la búsqueda de estrategias que faciliten la incorporación de legumbres (y sus derivados) a la dieta de la población argentina (Ministerio de Salud, 2016).

1.1.2 Soja

Contemplada en el CAA, en el artículo Artículo 886 (Resolución Conjunta SPRel N° 169/2013 y SAGyP N° 230/2013), con el nombre de soja o soya, se entiende a la semilla del *Glycine max (L.) Merr.* Esta leguminosa deberá someterse, para su consumo, a procesos específicos a fin de desactivar los antinutrientes presentes.

El desarrollo del cultivo de soja en Argentina alcanza en la actualidad una cobertura del 60% de la superficie sembrada de nuestro país. Según un informe de cadenas de valor del Gobierno Nacional³ (2019), la soja sobresale ampliamente con una participación cercana al 93% y, si se considera el promedio de los últimos 5 años de la producción de granos argentinos, este cultivo ocupa el primer lugar (más de 53 millones de toneladas anuales). Buenos Aires, concentra el 32,9% de la producción del país, seguida por Córdoba (29,2%), Santa Fe (17,5%) y Santiago del Estero (4,8%) (Storti, 2019).

³ https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_soja.pdf

La FAO además considera y cataloga a los cultivos de soja como prometedores para garantizar y aportar a la seguridad alimentaria de la humanidad, dada su riqueza nutritiva, variabilidad genética, adaptabilidad y costo productivo (Chito Trujillo, 2017).

La composición del grano es, en promedio, 36,5% de proteínas, 20% de lípidos, 30% de hidratos de carbono, 9% de fibra alimentaria, 8,5% de agua y 5% de cenizas, por lo que podría ser un buen recurso para complementar la alimentación (Ridner, 2006).

Las proteínas son el nutriente más abundante y destacable en el grano de soja. Según un informe de la ANMAT, este grano posee un alto valor nutritivo y un mayor porcentaje de proteínas de buena calidad en comparación con las demás leguminosas (Castillón y Fernández, 2006).

La calidad de la proteína está determinada por la composición de aminoácidos esenciales, y la digestibilidad, es decir la relación entre el nitrógeno consumido en relación al absorbido. La proteína del grano de soja tiene un perfil de aminoácidos y digestibilidad adecuados, lo que permite su utilización para reemplazar a la proteína de origen animal (Ridner, 2006). En la Tabla 1 se puede observar el perfil de aminoácidos esenciales.

Tabla 1. Comparación del perfil de aminoácidos esenciales para el grano de soja y los patrones de los requerimientos para adultos (g/100g proteína), adaptada de Chito Trujillo (2017).

Aminoácido Esencial	Grano de soja Promedio	Patrón FAO/OMS. Adulto (>18 años)
Histidina	2,5	1,5
Isoleucina	4,4	3,0
Leucina	7,8	5,9
Lisina	6,2	4,5
Metionina	1,8	2,2
Cisteína	1,5	2,2
Fenilalanina + tirosina	8	3,8
Treonina	3,9	2,3
Triptófano	2,1	0,6
Valina	4,5	3,9

Además, el poroto de soja crudo contiene una gran cantidad de componentes biológicamente activos llamados isoflavonas (ginesteína, daidzeína y gliciteína), a una concentración que varía entre 2 y 4 mg/g en base seca. Aunque existen pérdidas en la elaboración de los subproductos de soja, se considera que el tofu es una fuente rica de isoflavonas (Ludueña y col., 2006). Estos compuestos presentan propiedades antioxidantes y actividad estrogénica, que intervienen en el organismo produciendo acciones protectoras (Mariotti y Tomé 2000).

Es importante señalar que esta leguminosa presenta sustancias “antinutrientes”, fitatos, oxalatos y taninos que reducen su valor nutritivo, por lo que necesita un tratamiento previo (lavado, remojo y cocción) antes de su aplicación en la elaboración de alimentos para poder inactivarlos o eliminarlos (ANMAT).

1.1.3 Tofu

La palabra tofu es un término japonés, que significa “carne sin hueso”, y hace referencia al producto obtenido a partir de la cuajada de la leche de soja.

Este producto de origen vegetal se elabora a partir de granos de soja, agua y un coagulante.

En su composición presenta un alto contenido en proteínas (50% en base seca), además de 27% de grasas (base seca), de las cuales la mayoría son ácidos grasos insaturados. Es destacable aclarar que también es una buena fuente de calcio (McHugh, 2016). En la Tabla 2 se puede observar la composición del grano de soja y su derivado, el tofu.

Tabla 2. Composición del grano de soja y tofu (ambos crudos) para productos comercializados (100 g), adaptada de Mariotti y Tomé (2000).

	Grano de soja	Tofu
Energía (Kcal)	416	76
Proteínas (g)	36,5	8,1
Lípidos (g)	19,9	4,8
Polinsaturados (g)	11,3	2,7
Glúcidos (g)	30,2	1,9
Fibras (g)	9,3	1,2
Calcio (mg)	277	105
Hierro (mg)	15,7	5,4

Este producto está tomando relevancia debido al contenido de proteínas vegetales saludables como alternativa a las fuentes tradicionales de proteínas, obtenidas principalmente por alimentos de origen animal (Lee, 2015).

Existen estudios que señalan posibles beneficios del consumo de productos vegetales, como prevención de cáncer, aterosclerosis o enfermedades inflamatorias, debido a sus componentes (Scalbert y Williamson, 2018).

En Argentina, este alimento fue principalmente difundido por la población vegana, que por gustos y costumbres elige no consumir productos de origen animal. Con el correr de los años, múltiples derivados de esta oleaginosa han ido ganando terreno en los mercados locales, aportando una gran variedad de productos a la población. Actualmente, el consumo de tofu se va expandiendo,

fundamentalmente en las grandes ciudades, siendo menos accesible en el interior del país, donde sólo se consigue en comercios específicos.

En el Codex Alimentarius, el tofu se encuentra entre los productos de soja no fermentados cuyos principales ingredientes son la soja o sus derivados y el agua. Se lo clasifica en: tofu (cuajada de soja), tofu semisólido, y tofu compactado.

Como producto alimenticio envasado, de acuerdo al CAA, comercialmente este alimento a base de soja deberá presentar en el rótulo la declaración de la presencia de soja como alérgeno.

Una de las empresas en Argentina que se dedica a la elaboración de esta pasta de soja es “Soyana”. Ofrece un “Tofu tradicional” y “Tofu Sazonado”, elaborados a partir de semillas de soja orgánica certificada, libre de transgénicos. El precio aproximado de 350 g en la ciudad de Santa Fe es de aproximadamente \$350 al día de la fecha.

Otra de las industrias del mercado es “Soyland”, ubicada en Libertador San Martín, Entre Ríos. Utiliza soja no transgénica, sus productos son “Tofu original”, “Tofu hierbas”, y “Quesoja”. Con un peso de 320 g para los dos primeros y 360 g para el último, se comercializan a un precio aproximado de \$350.

Una alternativa más económica consiste en su elaboración de forma artesanal, cuyo costo se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3. Costo necesario para elaborar 350 g de tofu a partir de granos convencionales (2021).

Ingrediente	Cantidad (g)	Precio (\$)
Poroto de soja	500	60
Cloruro de magnesio	10	8
TOTAL		68

Otra opción contempla la utilización de porotos de soja obtenidos de productores agroecológicos, con el fin de evitar la contaminación con residuos agroquímicos. En la Tabla 4 se detallan los costos para elaborar 350 g de tofu a partir de porotos agroecológicos.

Tabla 4. Costo necesario para elaborar 350 g de tofu a partir de granos agroecológicos (2021).

Ingrediente	Cantidad (gramos)	Precio (\$)
Poroto de soja	500	130
Cloruro de magnesio	10	8
TOTAL		138

Este alimento a base de porotos de soja, conocido como “Tofu” es muy versátil, se puede consumir crudo utilizarse en preparaciones dulces o saladas. Sería entonces una alternativa interesante para reemplazar alimentos de origen animal, como el queso, ya que puede incorporarse a múltiples preparaciones.

La adición de semillas de chía y lino no solamente aumentaría su valor nutricional, aportando elementos nutricionales beneficiosos para la salud, sino que además este enriquecimiento mejoraría sus propiedades organolépticas, y su textura.

1.1.4 Enriquecimiento de alimentos

Las crecientes evidencias científicas acerca del papel de la dieta y/o sus componentes en el bienestar y la salud han favorecido la aparición de alimentos funcionales, que en la actualidad constituyen uno de los principales impulsores del desarrollo de nuevos productos (Jiménez y col., 2013). Desde la ciencia de los alimentos y la salud, la industria busca elaborar alimentos funcionales, pensando en los beneficios para el organismo. El origen de éstos surge como respuesta a la asociación de ciertas enfermedades con estilos de vida moderna (Sarmiento Rubiano, 2006).

Según la ANMAT (2002), los alimentos funcionales son aquellos capaces de aportar sustancias con funciones fisiológicas definidas, brindando beneficios para la salud de quien los consume.

Dentro del término alimentos funcionales, se encuentra el de “alimentos enriquecidos”, que según el CAA se definen como aquellos a los que se han adicionado nutrientes esenciales (vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos

esenciales y/o ácidos grasos esenciales) con el objetivo de resolver deficiencias de la alimentación que se traducen en fenómenos de carencia colectiva. Por sus implicancias en la salud, los ácidos grasos poliinsaturados han tenido gran importancia en el desarrollo de estos productos.

1.1.5 Ácidos grasos esenciales

Los ácidos grasos esenciales son aquellos que nuestro cuerpo no puede biosintetizar por lo que deben aportarse a través de la alimentación. Estos son los ácidos grasos polinsaturados linoleico (18:2 omega-6, LA) y el ácido α -linolénico (18:3 omega 3, ALA),

La ingesta recomendada es de 2,5-9% de la ingesta energética diaria para el LA, y 0,6-2 % ingesta energética diaria para el ALA (Ministerio de Salud, 2016).

En una alimentación equilibrada, una relación de omega 6: omega 3 entre 5-10:1 favorecería la disminución del riesgo de enfermedad cardiovascular, la reducción de la proliferación celular en cáncer colorrectal y la disminución de la inflamación en artritis reumatoidea (Gómez y col., 2011).

A través de diversas reacciones de desaturación y elongación, pueden convertirse en ácidos grasos polinsaturados de cadena larga (FAO, 2012), con múltiples beneficios para la salud. El ALA, por ejemplo, es precursor en pequeñas cantidades de EPA (ácido eicosapentaenoico) y DHA (ácido docosahexaenoico).

1.1.6 Ácidos grasos omega 3

Los ácidos grasos omega 3 son ácidos grasos polinsaturados que en los alimentos se encuentran como ácido α -linolénico (18:3, ALA), eicosapentaenoico EPA (20:5, EPA), y docosahexaenoico (20:6 DHA). Es importante destacar que el ALA es precursor, en pequeñas cantidades, de los otros dos.

Debido a que el ALA y LA usan las mismas enzimas en el proceso de metabolización resulta interesante la búsqueda de alternativas alimentarias que posibiliten el aumento de alimentos fuentes de omega 3 para alcanzar la relación de los parámetros recomendados.

Los alimentos fuentes de EPA Y DHA son los productos marinos (FAO, 2012; Carrero y col., 2005). El ALA se encuentra en alimentos de origen vegetal como semillas de chía y lino.

En la población argentina, el ácido graso omega 3 es considerado un nutriente crítico (Ministerio de Salud, 2016), y su aporte en la alimentación tendría efectos hipotriglicéridémicos, hipocolesterolémicos, antitrombóticos y antiinflamatorios, propiedades que benefician en su conjunto a la disminución sustancial del riesgo de enfermedades cardiovasculares (Sánchez Ginestet, 2016). Además, un estudio de determinación de ingesta concluyó que un aumento 1 g/día en el consumo de ALA, provocó una disminución de aproximadamente el 10% del riesgo de mortalidad por enfermedad cardíaca (Pan y col., 2012).

La utilización de las semillas de chía y lino como fuente de omega 3, en lugar de las fuentes de origen animal, ofrece la ventaja de no transmitir el olor característico a pescado (Ayerza y Coates, 2005). Además, estas fuentes vegetales no aportan grasas saturadas, ni colesterol, su contenido en sodio es bajo, y no aportan gluten. Es importante destacar que la chía y el lino son las especies vegetales que contienen en su composición mayor concentración de omega 3, por lo que resulta una manera interesante de incorporar estos ácidos grasos a la dieta (Jiménez y col., 2013).

1.1.7 Semillas de chía

Según el Código Alimentario Argentino en el capítulo 11, artículo 896 bis (Res. Conj. SPRel N° 201/2008 y SAGPyA N° 567), las semillas de chía comprenden semillas sanas, limpias y bien conservadas de *Salvia hispánica L.* Las semillas de chía, que respondan a la especie mencionada, serán de color marrón oscuro, de tamaño muy pequeño y de buena fluidez. El aroma deberá ser suave, agradable y propio de la semilla.

El contenido de agua permitido a 100-105°C es de 7%, con un mínimo de grasa de 33%, y debe tener menos de 0,5% de semillas dañadas y estar libre de insectos vivos. Las semillas no deben contener más de 1% de materias extrañas, de las cuales no más de 0,25% será de material mineral. Los de insectos muertos,

fragmentos o restos de insectos y/u otras impurezas de origen animal no deben superar el 0,10% (CAA, 2008).

Además del destacado contenido en ácidos grasos polinsaturados omega-3, la fracción no lipídica es rica en proteínas, fibra y antioxidantes (Coates, 2011). La semilla de chía tiene un porcentaje de ácidos grasos esenciales de 82%, del cual el ácido linolénico representa el 62% y el linoleico el 20% (Di Sapia y col., 2008).

Con respecto al aporte proteico son consideradas una buena fuente de proteínas, su contenido es de 20-23%, presentando valores superiores al de otros cereales como el trigo (14,7%) y maíz (14%) (Coates, 2011). La ausencia de gluten permite que sean aptas para personas celíacas.

Entre los minerales se destaca el contenido de calcio, hierro, magnesio, potasio, fósforo, zinc y manganeso, y vitaminas del grupo B. Otra característica importante es su bajo contenido en sodio (Di Sapia y col., 2008).

1.1.8 Semillas de lino

La semilla de lino (*Linum usitatissimum*) en los últimos años comenzó a cobrar relevancia debido a los beneficios para la salud. Tiene una longitud de 4-6 mm, de forma ovalada con un extremo aguzado. Presenta una cubierta de apariencia suave y brillante (Figuerola y col., 2008).

El contenido de proteínas varía de 22,5 a 31,6 g/100 g, entre las que predominan globulinas (77%) y albúmina (27%) (Figuerola y col., 2008). El contenido de lípidos es de aproximadamente 40%, en el cual predomina el ácido graso poliinsaturado α -linolénico. Los hidratos de carbono representan un 30% del peso, destacándose por su contenido de fibra (Figuerola y col., 2008).

Posee un contenido de lípidos de 40%, 30% de fibra dietética y 20% de proteínas, y también se destaca por su alto contenido de potasio, fósforo, hierro, zinc, manganeso, y vitaminas del grupo B. Además, se la considera atractiva por la presencia de componentes bioactivos como lignanos y fibra (Figuerola y col., 2008).

Se debe tener en cuenta que la manera en que las semillas son consumidas influye sobre la biodisponibilidad. Consumirlas trituradas, o molidas, asegura una mejor digestión y un mayor aprovechamiento de sus componentes (Ministerio de Salud, 2016; Di Sapio y col., 2008). Lamentablemente, en las selecciones alimentarias de la población argentina se evidencia un bajo consumo de semillas en general (Ministerio de Salud, 2016).

1.1.9 Evaluación sensorial de los alimentos

Las nuevas tendencias de consumo, la elección de alimentos asociados al placer, el aumento en el interés de los consumidores por los alimentos que forman parte de su alimentación, requieren la implementación de diversas pruebas de evaluación sensorial. En éstas, se analizan las respuestas de los consumidores mediante las sensaciones experimentadas por los sentidos, cuando valoran la calidad o la aceptabilidad de los productos (Rodríguez y col., 2015). Los parámetros sensoriales son de gran importancia debido a que el consumidor califica el producto según su preferencia o aceptabilidad.

En el análisis sensorial es el hombre el instrumento de medición. Manfugás (2007) clasifica las pruebas utilizadas para valorarlas en dos grandes grupos:

- Pruebas analíticas: Las pruebas analíticas se realizan bajo condiciones controladas de laboratorio, y los jueces analíticos se seleccionan y entrenan previamente. Dentro de estas pruebas se encuentran las discriminatorias, escalares y descriptivas.

Las pruebas discriminatorias están dirigidas a determinar la igualdad o diferencia de dos o más productos, mientras que para las pruebas escalares se utiliza una escala para medir la intensidad de una propiedad sensorial determinada. En las pruebas descriptivas los jueces establecen atributos que definen las características sensoriales, y que permiten cuantificar las diferencias entre varios productos.

- Pruebas afectivas: En las pruebas afectivas el panelista, potencial consumidor del producto, expresa aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios alimentos. Dentro de estas se encuentran las de

aceptación, preferencia, y escalares. Las primeras utilizan la percepción de las personas para medir el grado de aceptación o rechazo. Se recomienda un número elevado de jueces (no entrenados) para lograr una mejor representatividad de la población.

Las pruebas de preferencia utilizan jueces no entrenados, y se usan para definir el grado de aceptación y preferencia de un producto. Por último, las pruebas escalares son utilizadas con el objetivo de conocer el grado de satisfacción de un producto. Utilizan escalas hedónicas, en las que se le pide al consumidor que informe sobre el agrado o no del producto, a través de una escala con anclajes verbales en los extremos para definir el máximo y el mínimo.

1.2 Antecedentes

Existen en la bibliografía numerosas investigaciones sobre la formulación, elaboración, y valoración fisicoquímica y sensorial de tofu. Por ejemplo, Perez Pomares (2016) en España realizó un estudio en el que se evaluó el impacto del agregado de quinoa y microalgas sobre las propiedades organolépticas del tofu. En este trabajo, se agregaron dos especies de microalgas (*Spirulina platensis* y *Tetraselmis chuii*) y se realizaron análisis sensoriales para cuatro tratamientos: tofu con cremogenado de quinoa, dos tofus con cremogenado de quinoa, uno con cada microalga en estudio, y un tofu control.

La valoración se realizó con un panel de 30 catadores no entrenados y voluntarios, y con una escala hedónica de 9 puntos. Las muestras con microalgas tenían color y sabor distinto a los de soja y soja y quinoa, y no se percibieron diferencias significativas para la firmeza, aspecto global, dureza, consistencia, jugosidad y textura. Con respecto a la aceptabilidad, el que tuvo mejores resultados fue el que contenía *Tetraselmis chuii*.

En Perú, Peramaz-Matos y col. (2018) realizaron una investigación en la cual se evaluó el efecto de la adición de cloruro de sodio (NaCl) sobre la textura y las características organolépticas de tofu. En este caso, la evaluación sensorial fue realizada por 12 panelistas, calificando cada uno de los parámetros en una escala de 1 (no perceptible) a 5 (muy perceptible).

Se consideraron como parámetros uniformidad visual (presencia de grietas o rajaduras, aglomerados, ojos), firmeza al tacto (resistencia de la muestra a la compresión y deformación con el dedo) y friabilidad (capacidad de generar numerosos trozos al masticar). Además, se evaluó la percepción del sabor salado de las muestras.

Según los resultados obtenidos, se concluyó que la presencia de NaCl afectó negativamente la formación del cuajo, obteniéndose un tofu menos firme y más frágil. Se sugirió el estudio de la utilización de otros agentes coagulantes como los ácidos cítrico y acético, gluconolactona, y el uso de otros aditivos que permitan mejorar el perfil sensorial del tofu, como por ejemplo, aceites esenciales de algunas especias.

En otro estudio realizado en la Universidad Nacional de Comahue (Argentina) por Mellado y col. (2019), se elaboró un tofu con el agregado de gírgolas (*Pleurotus ostreatus*) y se realizó una evaluación sensorial y de aceptabilidad. Las muestras tenían consistencia tipo "ricota" y tipo "paté". La evaluación sensorial se realizó con un panel de 15 personas no entrenadas. La muestra de tofu con gírgolas tipo paté fue la más aceptada, y los atributos destacados para este producto fueron su textura, intensidad de sabor, persistencia en boca y agradable.

Por otro lado, en un trabajo realizado por Marioli Nobile (2016) se evaluaron las propiedades sensoriales de tofu elaborado con granos de variedades especiales no transgénicas y se analizaron las propiedades químicas, nutricionales y sensoriales del tofu. En la evaluación sensorial, el panel estuvo constituido por 16 jueces (8 hombres y 8 mujeres) familiarizados con el consumo diario de tofu. La intensidad de los atributos se midió en una escala lineal no estructurada.

En su investigación se concluye que aquellos granos de soja de variedades especiales de alto contenido proteico responden bien en la preparación de tofu y son una alternativa alimenticia interesante para el agregado de valor de una materia prima de bajo costo como la mencionada. Además, en cuanto a la evaluación sensorial del tofu, se observó una buena aceptabilidad.

Todos estos estudios señalan al tofu como una matriz alimentaria versátil cuyas propiedades tanto nutricionales como organolépticas pueden ser mejoradas mediante la aplicación de diversas estrategias.

1.3 Planteo del problema

El tofu es un alimento nutritivo de alto contenido proteico que al día de la fecha no se encuentra ampliamente difundido y comercializado en el país. Además, gran parte de la población no lo incluye en su dieta, a veces por desconocimiento o bien porque sus propiedades organolépticas no lo hacen atractivo para su consumo.

En los últimos años, debido al interés creciente de la población por la búsqueda de alimentos saludables, especialmente de origen vegetal, el consumo de tofu se ha ido difundiendo poco a poco. Es por esto que, en el presente proyecto, se planteó un mejoramiento de las propiedades sensoriales y nutricionales del tofu mediante el agregado de semillas de lino y chía trituradas sobre su superficie.

De esta manera, se buscó aportar textura y sabor a este alimento para favorecer su aceptación por parte de la población en general, brindando, al mismo tiempo, una alternativa novedosa, saludable y económica para aquellos consumidores que no incluyen productos de origen animal en su dieta. Este alimento también podría ser adecuado para personas que presenten alergias a las proteínas de la leche vacuna o intolerancia a la lactosa.

En función de lo expresado anteriormente, con este estudio se plantearon las siguientes preguntas:

- ¿El agregado de semillas de chía y lino trituradas podrá mejorar las propiedades sensoriales del tofu?
- ¿Qué aceptabilidad tendrá el producto por parte de adultos de la ciudad de Santa Fe?
- ¿Cuál será la preferencia entre el tofu control y el tofu experimental?
- ¿Cuál será el contenido estimado de omega 3 que proporcionarán las semillas de chía y lino al tofu?

- ¿Se podría incorporar este alimento a una preparación de consumo frecuente por parte de la población?

1.4 Hipótesis

El agregado de semillas de chía y lino trituradas sobre la superficie del tofu de soja no sólo incrementaría el aporte de omega 3, sino que también mejoraría las propiedades sensoriales de este alimento, y por ende su aceptabilidad por parte de adultos (de entre 18 y 45 años) de la ciudad de Santa Fe y Santo Tomé, Argentina, además de favorecer su versatilidad para ser incorporado en otras preparaciones.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Determinar las propiedades sensoriales, aceptabilidad y preferencia (con respecto a un control) de tofu enriquecido con semillas de chía y lino trituradas como fuente de omega 3, en adultos de la ciudad de Santa Fe y Santo Tomé.

1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar la aceptación del producto de manera preliminar mediante una encuesta virtual.
- Desarrollar la formulación de tofu de forma artesanal a partir de porotos de soja, con el posterior agregado de semillas de lino y chía trituradas sobre su superficie.
- Realizar la evaluación sensorial, de aceptabilidad y preferencia (con respecto a un tofu control) del producto recién elaborado.
- Estimar teóricamente el contenido de omega 3 aportado por las semillas en el producto final.
- Realizar la evaluación sensorial y de aceptabilidad de una preparación elaborada con tofu con semillas.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Diseño metodológico

2.1.1 Tipo de estudio

Exploratorio: Se analizó de manera preliminar la aceptación del producto mediante una encuesta virtual (formulario de Google), y a través de un ensayo sensorial se evaluaron las propiedades sensoriales, de aceptación y preferencia del tofu elaborado. De la misma forma, se evaluaron las propiedades sensoriales y de aceptación de una preparación elaborada con el producto.

Descriptivo: Se especificaron propiedades y características organolépticas del tofu enriquecido con distintas semillas, como así también de la preparación.

Transversal: Se describieron variables y se analizaron incidencias e interrelaciones en un momento dado.

Cuantitativo: Se realizó una recolección de datos para probar la hipótesis en base a medición numérica y el análisis estadístico para establecer la aceptación del producto estudiado.

2.1.2 Población y muestra

La población que realizó el análisis sensorial estuvo compuesta por una muestra aleatoria de 30 personas de la ciudad de Santa Fe y Santo Tomé, que aceptaron voluntariamente participar. El rango de edad estuvo comprendido entre 18 y 45 años.

Para la evaluación sensorial de la preparación, la muestra fue aleatoria y consistió en 10 personas también entre 18 y 45 años de la ciudad de Santa Fe y Santo Tomé.

Criterios de inclusión o exclusión de personas en el muestreo:

Criterios de inclusión: Adultos que acepten voluntariamente participar del estudio de la ciudad de Santa Fe y Santo Tomé que tengan entre 18 y 45 años de edad (el modelo utilizado para el consentimiento informado se encuentra en el Anexo 1).

Criterio de exclusión: Personas que se nieguen a participar del estudio, que declaren tener alguna enfermedad que afecte negativamente los órganos sensoriales (rinitis, resfrío, etc.), personas alérgicas a la soja, o personas que presenten alguna patología que les impida consumir soja.

2.1.3 Variables de estudio

Variables independientes:

- **Sexo**

Definición: Lo que diferencia por características anatómicas y fisiológicas a hombre de mujer.

Tipo de variable: Cualitativa dicotómica (Femenino/Masculino).

- **Edad**

Definición: Se refiere al tiempo que ha vivido una persona desde el nacimiento hasta que se realicen las pruebas.

Tipo de variable: Cuantitativa.

- **Tipo de muestra**

Definición: representa la variedad de muestras a evaluar, en este caso, tofu control (sin semillas), tofu experimental (con semillas trituradas) y alimento elaborado con tofu.

Tipo de variable: Cualitativa.

- **Contenido de omega 3**

Definición: Se refiere al cálculo porcentual estimativo de omega 3 que aportarán por porción las semillas en el producto final.

Tipo de variable: Cuantitativa.

Variables dependientes:

- **Sabor**

Definición: Se refiere a la cualidad de una sustancia percibida por el sentido del gusto.

Tipo de variable: Cuantitativa.

- **Textura**

2.2.1 Encuesta preliminar sobre la aceptación del producto

Se realizó a través de un formulario de Google⁴ con un total de 93 encuestados. La encuesta consistió en 9 preguntas, de las cuales 7 se respondieron con opciones preestablecidas y 2 eran abiertas.

2.2.2 Elaboración de tofu

La materia prima consistió en semillas de soja de la chacra agroecológica, “Monteflore” (Alvear, Santa Fe). Los demás ingredientes utilizados en la preparación, tales como nigari (cloruro de magnesio), que fue usado como coagulante, como así también las especias (laurel y canela) y semillas (de chía y lino), se obtuvieron de comercios habilitados de la ciudad de Santa Fe.

La elaboración de tofu se realizó según la adaptación del método utilizado por Mellado (2019). Brevemente, los pasos a seguir consistieron en lavar los granos de soja con abundante agua corriente, y dejarlos en remojo por 12 horas. Al día siguiente, se lavaron nuevamente y se trituraron con agua (2,4 L de agua/kg de poroto de soja seco). Luego, se procedió a realizar una filtración con gasa de la mezcla obtenida y el filtrado resultante se sometió a ebullición. Se añadió el coagulante (cloruro de magnesio o nigari) a una concentración de 20 g/kg poroto seco y se dejó reposar durante 20 minutos, aproximadamente, para que coagule. Finalizado este proceso, el coágulo obtenido se prensó para eliminar el líquido, obteniendo un tofu firme.

Finalmente, se refrigeró y se cortó en porciones (cubos de 2 cm de lado). El diagrama de flujo del proceso se muestra en la Figura 2. Se realizaron dos tipos de muestras, una rebozada con semillas de lino y chía molidas, y un tofu control sin agregado de semillas (Figura 3).

⁴ https://docs.google.com/forms/d/1VqNy5b1x6Xe-uVc09DYQF_5xdlurwCSluumKx-NYI5M/prefill

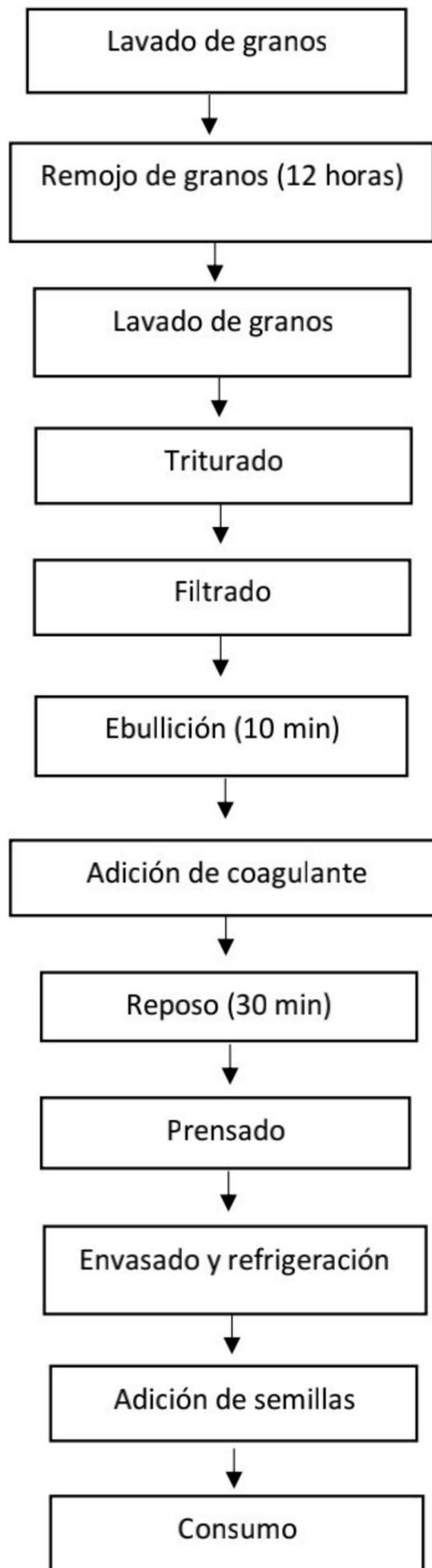


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de tofu.



Figura 3. Tofu con semillas trituradas (izquierda) y tofu sin semillas (derecha)

2.2.3 Elaboración de tarteletas

Ingredientes para la elaboración de 10 unidades:

- 100 g de harina leudante de trigo
- 35 cc de aceite de girasol
- 35 cc de agua
- 70 g de cebolla
- 50 g de zanahoria
- 60 g de tomate
- 200 g de tofu
- 10 g de semilla de lino
- 10 g de semilla de chía
- 10 g de ciboulette
- 1 g de sal

Procedimiento:

En un bowl se colocó la harina de trigo, aceite, agua y sal, y se unieron los ingredientes hasta obtener una masa suave, la cual se estiró hasta alcanzar 0,5

cm de alto. Se le dio forma de canastitas utilizando moldes de 5 cm de diámetro, y se procedió a cocinar la masa en el horno a 180°, durante 10 minutos.

Para el relleno, se mezclaron cebolla cortada y zanahoria rallada con aceite, y se cocinaron las verduras 5 minutos, aproximadamente. Luego se agregó el tofu, ciboulette picada, y las semillas de lino y chía (previamente trituradas). Con esta preparación se rellenaron las tarteletas, y se decoraron con trozos de tomate fresco cortado. Se conservaron en la heladera hasta su consumo (Figura 4). Es importante señalar que las proporciones de tofu, semillas de lino y chía por porción fueron consistentes con las utilizadas en la preparación de tofu con semillas descrita en la Sección 2.2.2.



Figura 4. Tarteletas elaboradas con tofu y semillas trituradas.

2.2.4 Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó según la metodología descrita por Pavón (2014). un panel de 30 evaluadores no entrenados de la ciudad de Santa Fe y Santo Tomé, Argentina, probaron las preparaciones.

Las valoraciones se realizaron en el día de la elaboración del producto. Cada consumidor recibió una muestra de 20 gramos en forma de cubo, en un recipiente plástico.

Cada muestra consistió en: *i*) tofu con semillas trituradas adicionadas en la superficie, y *ii*) tofu control, sin semillas. La cantidad de semillas agregadas fue de

2 gramos (lino y chía en proporción 1:1). Junto con las muestras, los participantes, recibieron el consentimiento informado (Anexo 1) y una encuesta (Anexo 2).

Las propiedades sensoriales (sabor, aroma y textura), aceptabilidad global y preferencia se evaluaron mediante una escala hedónica continua de 10 cm con anclajes verbales (Anexo 2). Una vez finalizada la encuesta, se midió con ayuda de una regla la distancia entre el inicio de dicha escala y la marca realizada por la persona encuestada.

Luego de la valoración realizada por los 30 participantes, se procedió a realizar una nueva etapa valorativa en 10 evaluadores no entrenados utilizando la encuesta de del Anexo 3, para la cual, se utilizó el tofu enriquecido en una preparación culinaria. La misma consistía en una tarteleta elaborada con la misma cantidad del producto, que inicialmente consumieron en la primera muestra. Para la preparación se procedió de la misma manera, determinando dichas propiedades sensoriales y aceptabilidad global.

2.2.5 Estimación del contenido de omega 3

El contenido de omega 3 (α -linolénico) de las semillas adicionadas al tofu se determinó mediante el uso de los datos de composición de ácidos grasos polinsaturados presentes en las semillas de chía y lino descritos por Jiménez y col. (2013).

2.2.6 Análisis estadístico

Se realizó T-Test para comparar los resultados obtenidos para las muestras de tofu con semillas y tofu control utilizando el programa InfoStat (versión 2020e) de descarga gratuita. Las diferencias se consideraron significativas cuando $p < 0,05$, y en algunos casos para $p < 0,1$, según se indique en cada figura. Los gráficos fueron realizados utilizando el programa OriginPro 2016 y Microsoft Excel.

3 RESULTADOS

3.1 Encuesta preliminar sobre la aceptación del producto

En la Figura 5 se pueden observar las respuestas obtenidas para la encuesta preliminar virtual realizada. 93 personas respondieron la encuesta, de los cuales, casi el 83% eran mujeres. En su mayoría la edad de los participantes estaba comprendida entre 27 y 59 años.

Aproximadamente el 97% de las personas encuestadas consumen alimentos de origen animal y el 71% conocían el tofu, sin embargo, más de la mitad (cerca del 58%) nunca lo probaron. Entre las personas que sí consumen tofu, el 94,3% lo consumen pocas veces al año, en distintos tipos de preparaciones, como ensaladas, en tostadas, salteados, sándwiches y pastas. Algunos encuestados lo consumen solo o manifestaron no saber cómo incorporarlo.

Alrededor del 80% presentó interés en probar el producto propuesto para la presente tesina, un 14% presentó dudas, y sólo un 6,5% se negó, dando distintos motivos, tales como falta de interés, preocupación por el uso de semillas transgénicas, o bien no es de su agrado.

Esta encuesta mostró resultados alentadores para proseguir con la elaboración del tofu con semillas trituradas planteado desde un principio, y al observar que la mayoría de los encuestados no lo consumen habitualmente, y en parte no saben cómo incorporarlo en distintas preparaciones, se planteó además elaborar tarteletas con el tofu elaborado, con el fin de evaluar la aceptación del producto final individual e incorporado a una preparación con la cual la mayoría de la población se encuentra familiarizada.

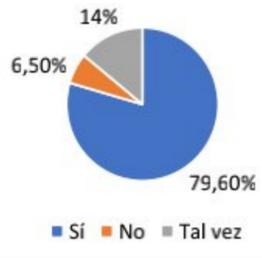
Pregunta	Respuesta
1. Género	 <p>82,80% 17,20%</p> <p>■ Hombre ■ Mujer</p>
2. Edad	 <p>6,50% 14% 79,60%</p> <p>■ Entre 18 y 26 años ■ Entre 27 y 59 años ■ Más de 60 años</p>
3. ¿Consumís productos de origen animal?	 <p>3,20% 96,80%</p> <p>■ Consumen alimentos de origen animal ■ No consumen alimentos de origen animal</p>
4. ¿Sabes qué es el tofu?	 <p>29% 71%</p> <p>■ Saben qué es el tofu ■ No saben qué es el tofu</p>
5. ¿Alguna vez lo probaste?	 <p>41,90% 58,10%</p> <p>■ Alguna vez probaron el tofu ■ Nunca probaron tofu</p>
6. En caso de responder Sí en la pregunta anterior: ¿Con qué frecuencia lo consumís?	 <p>5,70% 94,30%</p> <p>■ Todas las semanas ■ Muy esporádicamente (pocas veces al año)</p>
7. ¿En qué preparaciones lo utilizas?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Almuerzo ✓ Ensalada ✓ No sabía muy bien cómo usarlo ✓ En tostadas ✓ Lo probé solo ✓ Salteados, sandwiches, pastas
8. Sabiendo que el tofu es una preparación derivada de la soja ¿Te interesaría probar un Tofu enriquecido con semillas (lino y chía) como fuente de proteínas y omega-3?	 <p>14% 6,50% 79,60%</p> <p>■ Sí ■ No ■ Tal vez</p>
9. En caso negativo, ¿por qué?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No tengo interés en probar tofu ✓ Está elaborado con semillas transgénicas ✓ Preferiría incorporar esas semillas solas o en otros alimentos ✓ No me gusta el tofu

Figura 5. Encuesta virtual preliminar y respuestas obtenidas. N= 93 encuestados.

3.2 Evaluación sensorial de tofu con y sin semillas

En la Figura 6 se muestran los Box-Plots obtenidos para la evaluación sensorial y de aceptabilidad del tofu control (Figura 5A) y tofu con semillas trituradas (Figura 5B).

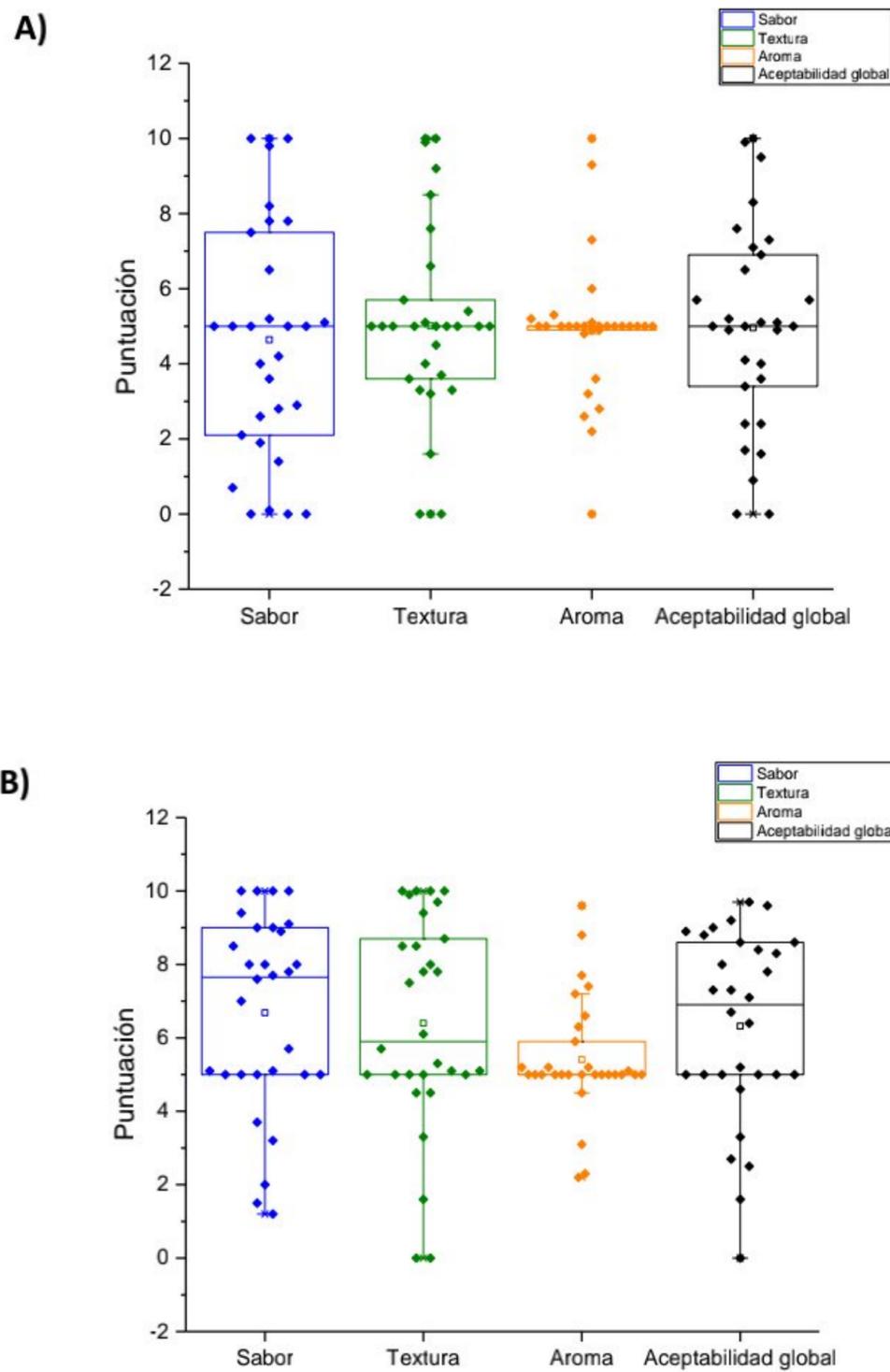


Figura 6. Puntuaciones obtenidas para los parámetros sensoriales evaluados (N=30). A) Tofu control (sin semillas); B) Tofu con semillas trituradas

Claramente se puede apreciar que las puntuaciones más altas fueron obtenidas para el tofu con semillas, especialmente para las variables sabor,

textura y aceptabilidad global. En la Figura 7 se pueden observar estos mismos datos resumidos en un gráfico de barras, en el que se marcan las diferencias que han sido significativas ($p < 0.05$). A partir de este gráfico, se puede apreciar que el tofu con semillas presentó valores de sabor, textura y aceptabilidad global significativamente mayores que el tofu control.

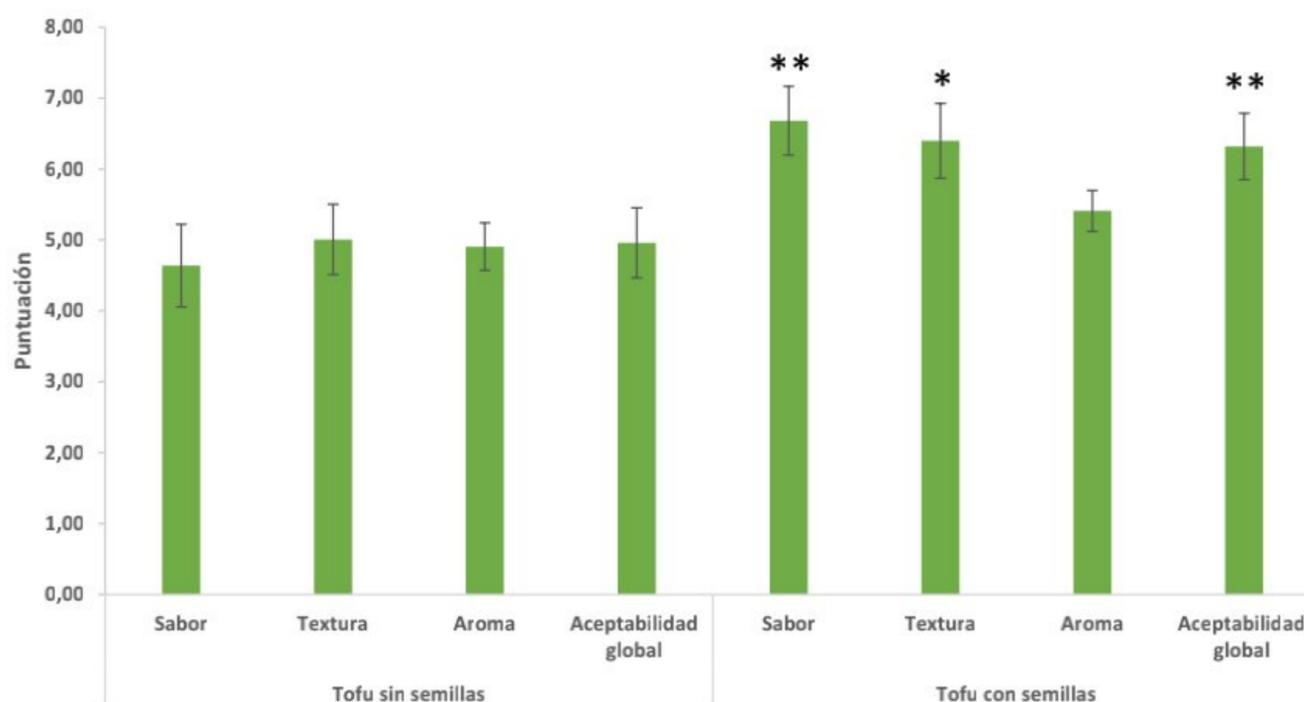


Figura 7. Puntuaciones obtenidas para el tofu sin semillas (izquierda) y con semillas (derecha). Los asteriscos señalan diferencias significativas entre ambos grupos (** $p < 0,05$; * $p < 0,1$) para cada parámetro. Las barras de error representan el SEM.

Es importante destacar que de los 30 encuestados, menos de la mitad (40%) conocían el tofu, y el 90% prefirió el tofu con semillas (solo tres mujeres prefirieron el tofu sin semillas). En general, las mujeres estaban más familiarizadas con este producto, ya que cerca del 44% de este grupo lo conocía (versus un 36% de los hombres).

En la Figura 8 se pueden ver estos mismos resultados en función del género, y se pudo observar que las mujeres fueron más sensibles al aroma, otorgando valores más altos que los hombres, tanto en el tofu con semillas como sin semillas. Lo mismo se percibió en la aceptabilidad global para el tofu con semillas.

Al comparar los parámetros sensoriales entre el tofu control y con semillas para las mujeres, el último presentó valores de textura y aceptabilidad global

significativamente mayores con respecto al control. En cambio, los hombres puntuaron mejor al tofu con semillas en relación a su sabor ($p < 0,05$), al compararlo con el tofu control.

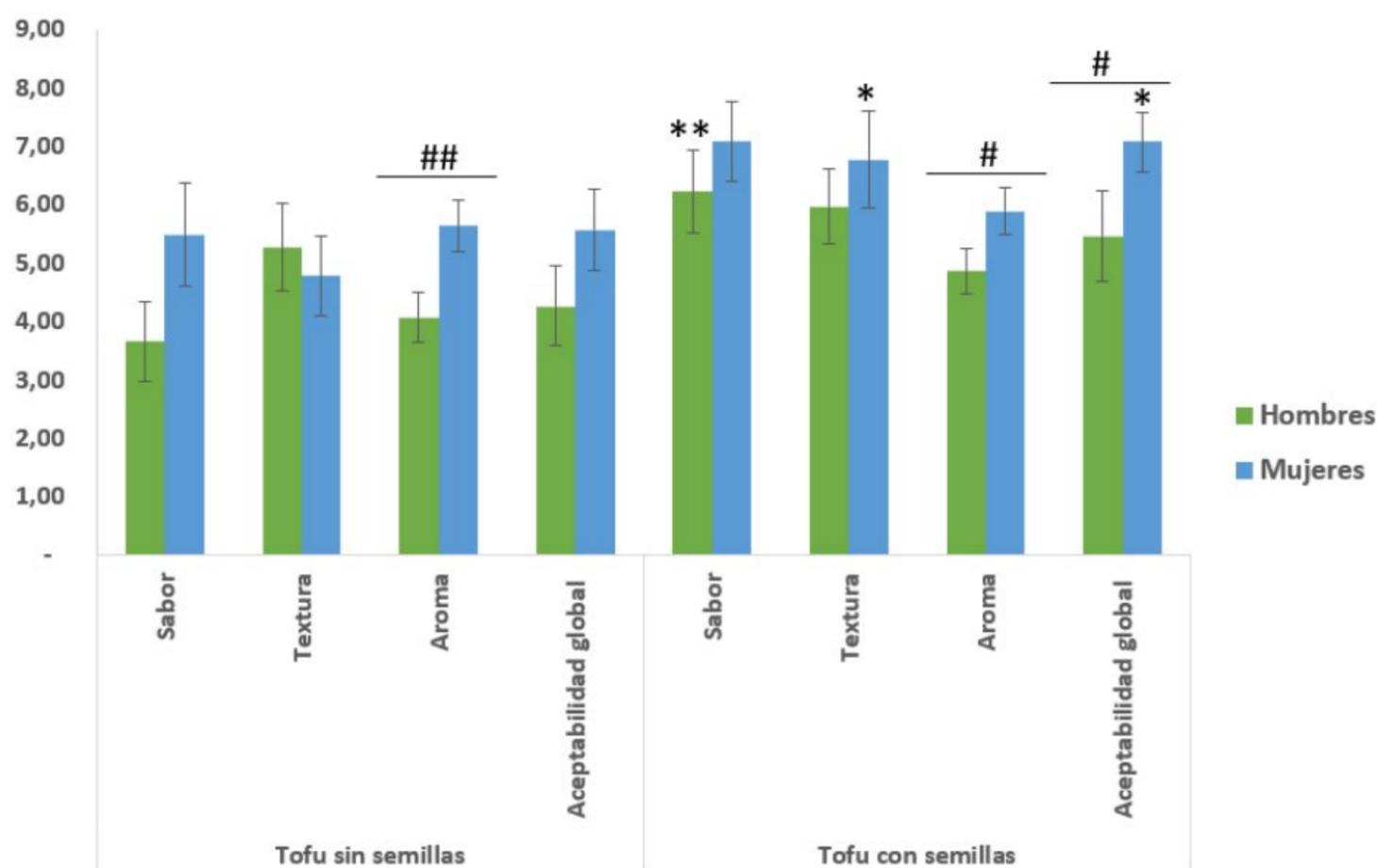


Figura 8. Puntuaciones de los parámetros evaluados para hombres y mujeres. Los numerales señalan diferencias significativas entre ambos géneros (##: $p < 0,05$; #: $p < 0,1$) para cada parámetro evaluado. Los asteriscos indican diferencias significativas (** $p < 0,05$; * $p < 0,1$) entre tofu control y con semillas para cada parámetro, analizando hombres y mujeres por separado. Las barras de error representan el SEM.

3.3 Estimación del contenido de ácido α -linolénico en el tofu con semillas

En la Tabla 5 se muestra el contenido del ácido graso α -linolénico que se aportó al tofu a través de las semillas agregadas. Se adicionaron a la porción de 20 gramos de tofu, un gramo de semilla de chía y un gramo de semilla de lino. Estas aportaron un contenido total aproximado de 0,3514 g/porción.

Tabla 5. Contenido de ácido α -linolénico del producto elaborado.

Semilla	Contenido de α -linolénico/100 g	Contenido de α -linolénico/g
Chía	14,46	0,1446
Lino	20,68	0,2068
TOTAL (g/porción tofu)		0,3514

Si se tiene en cuenta que el tofu contiene una pequeña cantidad de ALA (0,5 g/100 g tofu, Saunders y col. 2013), lo aportado por el tofu en la porción utilizada en el presente trabajo (de 20 g) sería de 0,1 g, brindando un total de 0,45 g de este ácido graso poliinsaturado por porción. Es decir, que el aporte aumentaría 4,5 veces en el tofu con semillas, en comparación con el tofu tradicional. Además, al considerar las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) recomendadas para adultos (Tabla 6), el porcentaje que se cubriría con la porción de tofu con semillas sería de 40,91% para mujeres, y 28,12% para hombres.

Tabla 6. Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) según Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies (2002/2005)

	Ácido α -linolénico (g/d)
Mujer	1,1
Hombre	1,6

3.4 Evaluación sensorial de la preparación

En la Figura 9 se muestran los Box-Plots para la evaluación sensorial de las tarteletas elaboradas con tofu con semillas (N=10). Se puede observar que se han obtenido puntuaciones elevadas (alrededor de 9 puntos) para todos los parámetros evaluados. Esto indicaría que el tofu elaborado fue apto para ser incorporado a este tipo de preparaciones, a pesar de que la mayoría de la población no está acostumbrada a consumir tofu en este tipo de alimentos.

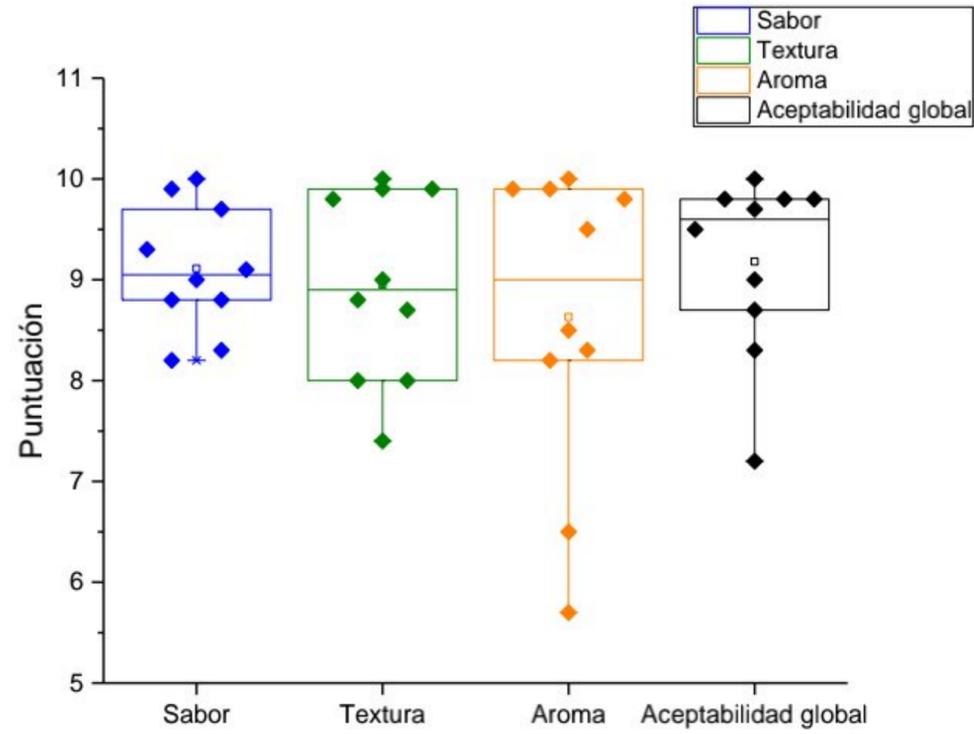


Figura 9. Puntuaciones obtenidas para las tarteletas de tofu con semillas trituradas (N= 10).

En la Figura 10 se pueden observar las puntuaciones totales (10A), de mujeres (10B) y hombres (10C), y se puede apreciar que, independientemente del género, las puntuaciones fueron altas para todos los parámetros medidos. Sólo las mujeres otorgaron valores un poco más bajos (alrededor de 8 puntos) al aroma, sin embargo, no deja de ser un resultado más que satisfactorio.

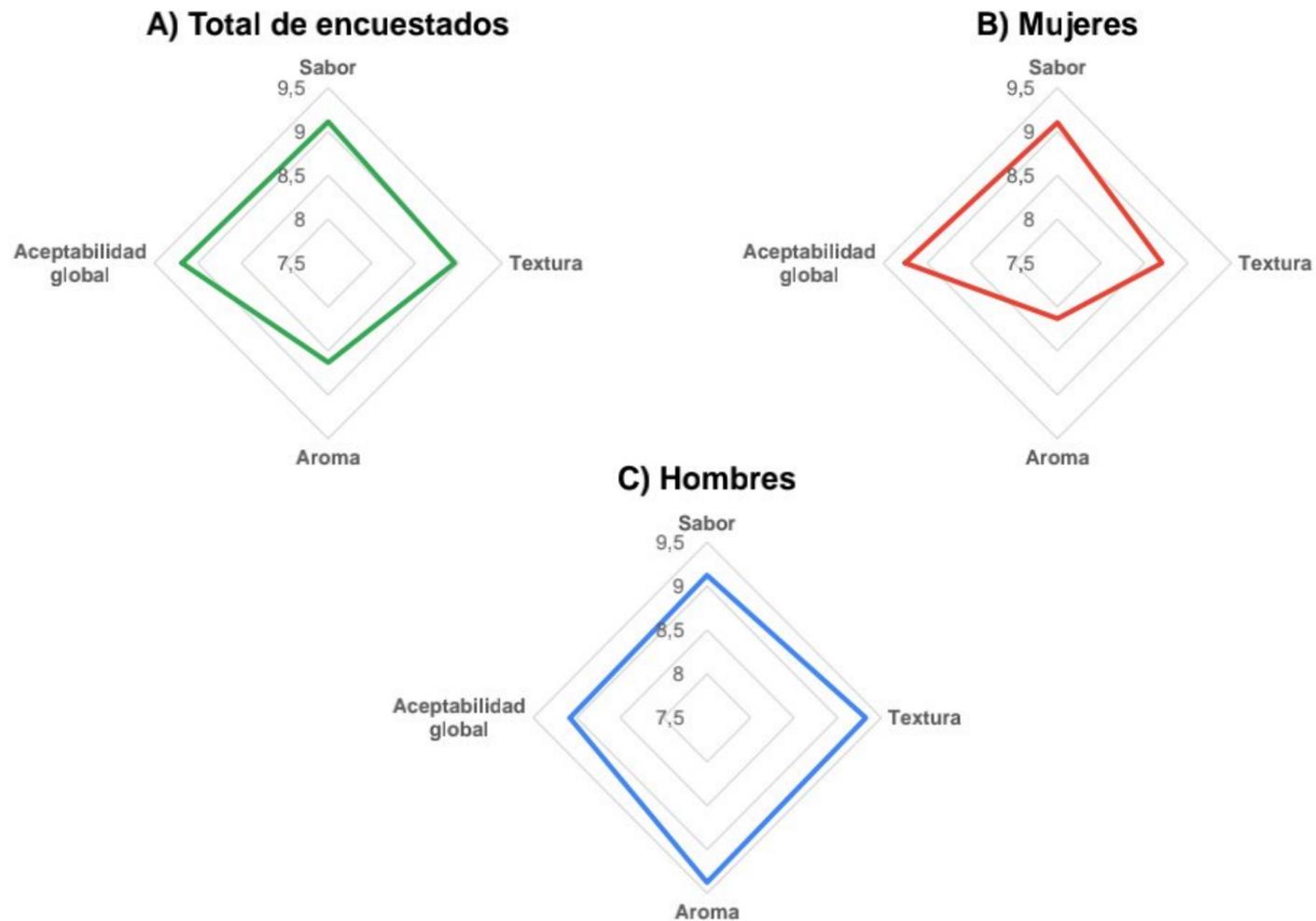


Figura 10. Evaluación sensorial de las tarteletas de tofu con semillas considerando: A) total de encuestados (N=10), B) mujeres (N=6) y C) hombres (N=4).

4 DISCUSIÓN

Las Guías Alimentarias para la población argentina concluyen que la alimentación del país se caracteriza por el elevado consumo de alimentos poco saludables de alta densidad energética. La cantidad y frecuencia de consumo de estos alimentos tienen alta incidencia en la ingesta con exceso de calorías, grasas totales, saturadas, sodio y azúcares (Ministerio de Salud, 2016).

En este contexto, es primordial la búsqueda de estrategias para incluir alimentos de alta calidad nutricional en la dieta de los argentinos. El tofu con semillas surge entonces como una opción novedosa, ya que, además de sus nutrientes (alto contenido proteico y omega 3 proporcionado principalmente por el agregado de semillas), a nivel económico se convierte en una alternativa accesible ante los elevados precios de los productos industrializados.

La elaboración de este producto de manera artesanal en los hogares, con asesoramiento nutricional, disminuiría por un lado el gasto monetario, y por otro evitaría la incorporación de aditivos alimentarios que se utilizan en alimentos procesados.

En este sentido, Peramaz-Matos y col. (2018) evaluaron el efecto de la adición de cloruro de sodio observándose alteración en la formación del coágulo afectando la firmeza y cohesividad. Debido a esto y a la sugerencia de limitar el agregado de sal en las comidas (Ministerio de Salud, 2016), en este trabajo se decidió no adicionar cloruro de sodio en la elaboración de tofu, utilizándose hojas de laurel y canela en el momento de la preparación.

En diversos estudios, se han obtenido resultados novedosos al combinar el tofu con distintos alimentos, por ejemplo, Jayasena y col. (2008) evaluaron la sustitución de los porotos de soja por lupines a distintos niveles (0 a 60%) y observaron que tanto el rendimiento, como los porcentajes de grasa y proteína disminuyeron con respecto al tofu control. También se percibió un color más amarillento, pero los parámetros de textura no se vieron afectados. Además, el producto presentó una aceptabilidad sensorial comparable al control, en porcentajes de hasta 40%, al igual que en el presente trabajo donde las puntuaciones de tofu con semillas fueron mayores a las del control, indicando que los panelistas en su mayoría preferían el tofu con el agregado de semillas.

Por otro lado, Han y Kim (2002) investigaron los efectos de un polisacárido natural, quitina-oligosacáridos (derivados de la quitina) en las propiedades de textura y sensoriales del tofu. Esta estrategia aprovecharía estos polímeros que se pueden extraer de residuos generados por la industria pesquera. Los autores observaron que la dureza del producto elaborado disminuyó con respecto al control, pero este tratamiento en general no afectó negativamente los atributos sensoriales (sólo generó un sabor amargo).

En este trabajo el agregado de semillas mejoró significativamente la textura del tofu, y de todos los parámetros evaluados, siendo un buen recurso incorporado a la preparación.

En un trabajo más reciente de Zeppa y col. (2021), se utilizó la pulpa de distintas variedades de uvas como coagulante para la elaboración del tofu, de esta manera aumentaron el contenido de polifenoles de este alimento (2 a 10 veces mayor que el tofu tradicional), y en general este tofu tuvo buena aceptación por parte de los consumidores, a pesar de que algunas variedades de uva produjeron un color azul-violeta en el producto final.

Estos trabajos resaltan la versatilidad del tofu como matriz alimentaria para incorporar alimentos que le brinden funcionalidad, es decir, brindar beneficios en la salud del consumidor más allá de las que pueda ofrecer el tofu convencional.

A partir de los resultados obtenidos, se puede observar que el producto elaborado en el presente trabajo presentó valores de sabor, textura y aceptabilidad significativamente mayores que los obtenidos para el tofu control, y fue exitosamente incorporado en tarteletas, alcanzando puntajes aún más elevados para todos los parámetros estudiados.

Finalmente, es importante destacar que se alcanzaron todos los objetivos planteados, superando las dificultades presentadas durante la pandemia a la hora de realizar los encuentros presenciales para las evaluaciones sensoriales.

5 CONCLUSIONES.

- La incorporación de semillas de chía y lino trituradas sobre la superficie de tofu casero, aportó sabor y textura, además de mejorar la aceptabilidad global en comparación con el tofu control (sin semillas).
- El 90% de los encuestados prefirió el tofu con semillas.
- La incorporación de semillas de lino y chía aumentó considerablemente el contenido de ALA (0,3514g/porción) con respecto al tofu tradicional.
- La incorporación del tofu elaborado en tarteletas presentó puntuaciones altas en todos los parámetros evaluados.

De esta forma, se logró elaborar un producto saludable utilizando como base un alimento de origen vegetal que aporta elevadas cantidades de proteínas y ácidos grasos omega 3, y que fue ampliamente aceptado por la población de

Santa Fe y Santo Tomé, destacando que la mayoría de los encuestados no conocía este alimento.

Esta alternativa alimentaria estratégica, está pensada principalmente en respuesta a las problemáticas por déficit de nutrientes planteadas en las guías alimentarias (bajo consumo de legumbres, bajo consumo de alimentos fuentes de omega 3, desequilibrio en la relación omega6/omega3), además en la disminución al gasto económico que produce.

En este sentido, el Licenciado en Nutrición tiene un rol fundamental, no solo para la elección y preparación de alimentos, sino también en la innovación y el desarrollo de propuestas saludables que ligadas a la realización de educación alimentaria nutricional logren empoderar a la población con el objetivo de mejorar su alimentación contribuyendo asimismo a mantener un buen estado de salud.

6 RECOMENDACIONES

- Estudiar los objetivos planteados en el presente trabajo en otra población y comparar los resultados.
- Determinar el tiempo de vida útil del tofu con el agregado de semillas de chía y lino.
- Realizar capacitaciones que valoren y resalten las características nutricionales del tofu, y que ofrezcan propuestas para su preparación de forma casera para luego incorporarlo en distintas preparaciones.
- Investigar las posibilidades de combinar el tofu con distintos alimentos que le aporten nutrientes.

7 LIMITACIONES

- El tamaño de la muestra, en el contexto de pandemia.
- Personas que no aceptaron realizar la prueba por desconocer el producto, o por no querer consumirlos por su asociación a organismos genéticamente modificados (OMG).

8 GLOSARIO

ALA: Ácido alfa-linolénico.

ANMAT: Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica.

CAA: Código Alimentario Argentino.

DHA (ácido graso polinsaturado docosahexaenoico).

EPA (ácido graso polinsaturado eicosapentaenoico).

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

GAPA: Guías Alimentarias para la Población Argentina (Ministerio de Salud).

LA: Ácido graso linoleico.

9 BIBLIOGRAFIA

- Ayerza, R., y Coates, W. (2005). Chia: rediscovering a forgotten crop of the Aztecs. University of Arizona Press.
- Carrero, J.J., Martín Bautista, E., Baró, L., Fonollá, J., Jiménez, J., Boza, J.J., y López Huertas, E. (2005). Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutrición Hospitalaria*, 20(1), 63-69.
- Castillón, E. H., y Fernández, R. J. (2006). Componentes de la soja de interés en alimentación, nutrición y salud humana. *La salud y la soja*, 61-92.
- Chito Trujillo, D. M., Ortega Bonilla, R. A., Ahumada Mamián, A. F., y Rosero López, B. (2017). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) versus soja (*Glycine max* [L.] Merr.) en la nutrición humana: revisión sobre las características agroecológicas, de composición y tecnológicas. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(2), 184-198.
- Coates, W. (2011). Semillas de chía entera y molida (*Salvia hispánica* L.), aceite de chía: efectos sobre los lípidos plasmáticos y los ácidos grasos. En *Nueces y semillas en la salud y prevención de enfermedades*. Prensa Académica, 309-315.
- Di Sapia, O., Bueno, M., Busilacchi, H. y Severin, C. (2008). Chía: importante antioxidante vegetal. *Agromensajes*, 11-13.
- FAO. Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos. Granada, España: Fundación Iberoamericana de Nutrición. 2012.
- Figuerola, F., Muñoz, O. y Estevez, A. M (2008). La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. *Agro sur*, 36(2), 49-58.
- Gómez Candela, C., Bermejo López, L. M., y Loria Kohen, V. (2011). Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health: nutritional recommendations. *Nutricion hospitalaria*, 26(2), 323–329.
- Han, J. S., y Kim, M. (2002). Effects of chitooligosaccharide on the physicochemical, textural and sensory properties of tofu. *Journal of Texture Studies*, 33, 1-14.

- Institute of Medicine. (2002). Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *National Academy Press, Washington, DC*2002 (Food and Nutrition Board.).
- Jayasena, V., Khu, W. S., y Nasar-Abba, S. M. (2008). The development and sensory acceptability of lupin-based tofu. *Journal of Food Quality*, 33(2010), 85–97.
- Jiménez, P., Masson, S., y Quitral, R. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2), 155-160.
- Lee, J.H. (2015). Physicochemical and sensory evaluation of whole soybean curd supplemented with pine needle powder. *Preventive Nutrition and Food Science*, 20(2),148-152.
- Ludueña, B., Mastandrea, C., Chichizola, C., y Franconi, M. (2007). Isoflavonas en soja, contenido de diadzeína y genisteína y su importancia biológica. *Bioquímica y Patología Clínica*, 71(1), 54-66.
- Manfugás, J.E. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Universitaria, La Habana, Cuba.
- Marioli Nobile, C. (2016). Variabilidad de la calidad nutricional de soja en Argentina por efecto ambiental. Evaluación nutricional y sensorial de tofu como producto derivado. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Argentina.
- Mariotti, F., y Tomé, D. (2000). “La soja en la alimentación”. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 7(2), 31-33.
- McHugh, T. (2016). How tofu is processed. *Chicago, USA: IFT, Institute of Food Technologists*, 70.
- Mellado, J.C., Coria, S.R., De Michelis, A., Luján, M.I., y Ohaco, E.H. (2019). Elaboración de un sucedáneo de queso-Tofu-con el agregado de gírgolas (*Pleurotus Ostreatus*). Ediciones INTA.
- Ministerio de Salud de la Nación. (2016). *Guías Alimentarias para la población Argentina*. Recuperado de

https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2020-08/guias-alimentarias-para-la-poblacion-argentina_manual-de-aplicacion_0.pdf.

- Ministerio de Salud y desarrollo Social. (2018). *Cuarta encuesta Nacional de Factores de Riesgo*. Recuperado de <https://fagran.org.ar/wp-content/uploads/2019/11/4ta-encuesta-nacional-factores-riesgo.pdf>.
- Pan, A., Chen, M., Chowdhury, R., Wu, J. H., Sun, Q., Campos, H., Mozaffarian, D., & Hu, F. B. (2012). α -Linolenic acid and risk of cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 96(6), 1262–1273.
- Pavón, Y.L. (2014). Producción y evaluación de leches fermentadas probióticas, con colesterol reducido. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería Química, Argentina.
- Peramaz-Matos, J., Gutiérrez-Aguirre, B., Jacobo-Dominguez, V., León-Vargas, J., y Vejarano, R. (2018). Efecto del NaCl en la textura y perfil sensorial de un queso de soya (tofu). *Agroindustrial Science*, 8(1), 33-37.
- Pérez Pomares, A. (2016). Informe del diseño y valoración de tofu con quinoa. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Ridner E. (2006). Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud. Grupo QSA, Sociedad Argentina de Nutrición.
- Rodríguez, S.D.C, Generoso, S.M., Gutierrez, D.R., y Questa, A. G. (2015). Aplicación del análisis sensorial en la evaluación de la calidad de productos frescos cortados. Sociedad Agronómica de Chile. *Simiente*, 85(3-4), 21-38.
- Sánchez Ginestet, M. (2016). Salmón y Chía: Ácidos grasos omega 3 y salud cardiovascular. Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas.
- Sarmiento Rubiano, L.A. (2006). Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. *Orinoquia*, 10(1), 16-23.
- Saunders, A.V., Davis, B.C., y Garg, M.L. (2013). Omega- 3 polyun-saturated fatty acids and vegetarian diets. *The Medical Journal of Australia*, 199(S4), S22–S26.

- Scalbert, A., y Williamson, G. (2018). Dietary intake and Bioavailability of Polyphenols. *Chocolate: Modern Science Investigates an Ancient Medicine*, 1, 273-285.
- Storti, L. (2019). Ministerio de Hacienda. *Informes de cadena de valor: oleaginosas-soja*. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_soja.pdf.
- Valenzuela, A., Sanueza, J., y Valenzuela, R. (2015). Las microalgas: una fuente renovable para la obtención de ácidos grasos omega-3 de cadena larga para la nutrición humana y animal. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(3), 306-310.
- Zeppa, G., Tedesco, M., Bertolino, M., y Tatar, B. C. (2021). Grape pomace as a new coagulant for tofu production: physicochemical and sensory effects. *Foods*, 10(8), 1857.

ANEXO 1: Consentimiento informado

El propósito de este consentimiento es proveer a los participantes de esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

Este estudio denominado: “Valoración de tofu artesanal enriquecido con semillas de lino y chía como fuente de omega 3”, se llevará a cabo por Maria Lorena Musuruana, estudiante de la Licenciatura en Nutrición de la Universidad de Concepción del Uruguay, sede Santa Fe, siendo parte de su trabajo final para la obtención del título de Lic. en Nutrición.

Usted está siendo invitado a participar de una prueba de degustación y aceptabilidad y preferencia de tofu con agregado de semillas de chía y lino. Si accede a participar en esta prueba, se le pedirá que complete los datos que se le solicitan.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria, no conlleva costo alguno ni compensación. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación. Igualmente, puede retirarse del mismo en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

Desde ya le agradecemos su participación.

María Lorena Musuruana DNI: 30.554.247 E-mail: mloremusu@gmail.com

Acepto participar voluntariamente en esta investigación (marque con una cruz según corresponda):

SI NO

He sido informado(a) sobre la meta de este estudio:

Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

ANEXO 2: Encuesta para el análisis sensorial, de aceptabilidad y preferencia para el tofu con semillas y tofu control

Sexo:

Edad:

1. Marque con una cruz lo que corresponda para el tofu sin semillas:

Sabor		
----- ----- -----		
Me disgusta mucho	Me es indiferente	Me gusta mucho

Textura		
----- ----- -----		
Me disgusta mucho	Me es indiferente	Me gusta mucho

Aroma		
----- ----- -----		
Me disgusta mucho	Me es indiferente	Me gusta mucho

Aceptabilidad global		
----- ----- -----		
Me disgusta mucho	Me es indiferente	Me gusta mucho

2. Marque con una cruz lo que corresponda para el tofu con semillas trituradas:

Sabor

|-----|-----|-----|

Me disgusta mucho Me es indiferente Me gusta mucho

Textura

|-----|-----|-----|

Me disgusta mucho Me es indiferente Me gusta mucho

Aroma

|-----|-----|-----|

Me disgusta mucho Me es indiferente Me gusta mucho

Aceptabilidad global

|-----|-----|-----|

Me disgusta mucho Me es indiferente Me gusta mucho

Finalmente, subraye la opción que le resultó más agradable en general:

Tofu sin semillas / Tofu con semillas trituradas

ANEXO 3: Encuesta para el análisis sensorial y de aceptabilidad para la preparación

Sexo:

Edad:

1. Marque con una cruz lo que corresponda:

Sabor		
----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----
Me disgusta mucho	Me es indiferente	Me gusta mucho

Textura		
----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----
Me disgusta mucho	Me es indiferente	Me gusta mucho

Aroma		
----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----
Me disgusta mucho	Me es indiferente	Me gusta mucho

Aceptabilidad global		
----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----
Me disgusta mucho	Me es indiferente	Me gusta mucho