

# Valoración de tofu artesanal con el agregado de semillas de lino y chía como fuente de omega 3

Musuruana, M. Lorena<sup>1</sup>; Petean, Magali E.; Ale, Elisa C.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Médicas - Centro Regional Santa Fe - Universidad de Concepción del Uruguay (UCU). Santa Fe, Argentina.

<sup>2</sup>Cátedra de Química Biológica - Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) - Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

<sup>3</sup>Instituto de Lactología Industrial (INLAIN, UNL-CONICET). Santa Fe, Argentina.

\*eliale@fiq.unl.edu.ar

## 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. El agregado de semillas de chía y lino ha surgido como estrategia novedosa para aportar ácidos grasos poliinsaturados, principalmente  $\alpha$ -linolénico (omega 3). Teniendo en cuenta el bajo costo de producción, se propuso como objetivo de este trabajo la elaboración de tofu artesanal con semillas trituradas de chía y lino a partir de soja obtenida de una chacra agroecológica. 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  $\alpha$ -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  $\alpha$ -linolénico de 0,35 g/porción, y aumentó significativamente el sabor, la textura y la aceptabilidad global, en comparación con un tofu control. 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 clave:** soja, tofu, semillas, omega 3, valoración sensorial.

## INTRODUCCIÓN

En la alimentación actual de la población argentina se evidencian hábitos no saludables, como un desequilibrio en el consumo de ácidos grasos omega 6 en relación al de omega 3 y un 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).

Los ácidos grasos omega 3 son ácidos grasos poliinsaturados que en los alimentos se encuentran como ácido  $\alpha$ -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 el ácido linoleico (18:2, omega 6) usan las mismas enzimas en el proceso de metabolización, resulta interesante la búsqueda de alternativas alimenticias que posibiliten el aumento de alimentos fuentes de omega 3 para alcanzar la relación recomendada.

Las semillas de lino y chía constituyen las principales fuentes de origen vegetal que aportan ácidos grasos omega 3 del tipo  $\alpha$ -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).

Por otro lado, para prevenir los problemas de salud relacionados a la dieta y promover estilos de vida saludables, las Guías Alimentarias para la Población Argentina (GAPA, Ministerio de Salud, 2016) ofrecen diez recomendaciones contempladas en diferentes mensajes, entre los que se incluye el consumo de legumbres, aceites, frutas secas y semillas a diario. Dentro de las legumbres se encuentra la soja (*Glycine max* (L.) Merr.), cuyo cultivo en la Argentina alcanza una cobertura del 60% de la superficie sembrada de nuestro país. Según un informe de cadenas de valor del Gobierno Nacional (2019), la soja sobresale ampliamente con una participación cercana al 93% y, si se considera el promedio de los últimos cinco años de la producción de granos argentinos, este cultivo ocupa el primer lugar (más de 53 millones de toneladas anuales). La soja se comercializa en forma de granos y sus principales

derivados son aceites, pellets y biodiesel. Al ser la principal leguminosa producida en nuestro país, es accesible y económica, posibilitando su aplicación en el desarrollo de distintos alimentos (Storti, 2019).

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).

Uno de los productos derivados de la soja es el tofu, definido según el Codex Alimentarius como un alimento que se prepara a partir de granos de soja secos que son hidratados en agua y procesados para producir una bebida. Esta bebida, mediante el agregado de un coagulante y posterior prensado, puede formar una cuajada (tofu). Presenta un gran valor nutricional, ya que conserva las propiedades

**CERSA**  
CENTRO ENOLÓGICO RIVADAVIA S.A.

COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN ARGENTINA Y LATINOAMÉRICA DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA

■ MENDOZA  
 Tels: 54 (0261) 4932626 / 2666 / 2502 - mendoza@centro-enologico.com  
 Maza Norte 3237 Gutiérrez (5511) Maipú, Mendoza.

■ CERSA atiende directamente las siguientes zonas en Argentina:  
 Neuquén, San Luis, San Juan, La Rioja, Salta, Tucumán, Catamarca y Jujuy.

CALIDAD DE PRODUCTO, SERVICIO, SEGURIDAD Y EXPERIENCIA  
 www.CENTROENOLOGICO.COM.AR

**DEXTRÓGENO Y LEVÓGENO GEMAS ARAÚCAS**  
 • Bacteria de Levadura  
 • Bacteria de Levadura

**VINTAGE**  
 • Bacteria de Levadura  
 • Bacteria de Levadura

**FRUITAN**  
 TARTLETAS  
 Químico, Sabor, Acidez, etc.

**FRANCIS FRÈRES**  
 CONFISERIE

**Roussetot**  
 Color Compost

**TATE & LYLE**

**SOLVAY**

**HENKEL**  
 Adhesivo Tecnológico

**AB MAURI**  
 Enzymes

**BASF**  
 The Chemical Company

**CERSA**  
 FERMENTACION

• Azúcar Glucosa  
 • Colorante Alimentario  
 • Carbonato de Calcio  
 • Metacelulosa de Potasio  
 • Metacelulosa de Sodio  
 • Sarcosinato de Potasio

nutritivos del grano y se destaca por su alto contenido proteico. En su composición presenta un alto contenido de proteínas (50% en base seca), además de 27% de grasas (base seca), de las cuales la mayoría son ácidos grasos insaturados. Además, es una buena fuente de calcio (McHugh, 2016). A pesar de que en la Argentina su consumo no está ampliamente difundido, en los últimos años ha ido incrementando paulatinamente, debido al interés creciente de la población por la búsqueda de alimentos saludables, especialmente de origen vegetal.

A partir de la problemática planteada sobre el desbalance en el consumo de omega 3 y omega 6, y considerando las indicaciones señaladas por las GAPA para una alimentación saludable (entre ellas el consumo de legumbres), en el presente trabajo se propone el agregado de semillas de lino y chia trituradas sobre la superficie del tofu, con el fin de mejorar sus propiedades nutricionales y sensoriales (sabor, textura, aroma y aceptabilidad global). Además, el tofu elaborado con semillas se utilizó en una preparación (tarteletas individuales), demostrando su potencialidad para ser incorporado a alimentos de consumo cotidiano.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

**Población y muestra.** La población que realizó el análisis sensorial estuvo compuesta por una muestra aleatoria de 30 personas de las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, de 18 a 45 años, que aceptaron participar. Para la evaluación sensorial de la preparación, la

muestra fue aleatoria y consistió en diez personas del mismo rango de edad de las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé. Se excluyeron aquellas personas que se negaron a participar del estudio, que declararon tener alguna enfermedad que afectaba sus órganos sensoriales, personas alérgicas a la soja o personas con alguna patología que les impida consumir soja.

**Encuesta preliminar sobre la aceptación del producto.** Se realizó a través de un formulario de Google con un total de 93 encuestados. La encuesta consistió en nueve preguntas, de las cuales siete se respondieron con opciones preestablecidas y dos eran abiertas.

**Elaboración de tofu.** La materia prima consistió en semillas de soja de la chacra agroecológica "Monteflore" (Alvear, Santa Fe). Los demás ingredientes, tales como nigari (cloruro de magnesio), que fue usado como coagulante, como así también las especias (laurel y canela) y semillas (de chia 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 y col. (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. Finalizado este proceso, el coágulo obtenido se presó para eliminar el líquido, obteniendo un tofu firme. Finalmente, se refrigeró y se cortó en porciones (cubos de 2 cm de lado y de 20 g). Se realizaron dos tipos de muestras, una rebosada con semillas de lino y chia molidas (1 g de cada semilla/porción), y un tofu control sin agregado de semillas (Figura 1).

Figura 1 - Tofu con semillas trituradas (izquierda) y tofu sin semillas (derecha)



Figura 2 - Tarteletas elaboradas con tofu y semillas trituradas



**Elaboración de tarteletas.** Para la elaboración de diez tarteletas (Figura 2), en un bowl se colocaron 100 g de harina de trigo, 35 ml de aceite de girasol, 35 ml de agua y 1 g de 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°C durante 10 minutos. Para el relleno, se mezclaron 70g de cebolla cortada y 50 g de zanahoria rallada con aceite y se cocinaron cinco minutos, aproximadamente. Luego se agregaron 200 g de tofu, 10 g de ciboulette picado y 10 g de cada semilla previamente trituradas. Con esta preparación se rellenaron las tarteletas y se decoraron con 60 g de tomate fresco cortado en trozos pequeños. Se conservaron en la heladera hasta su consumo. Es importante señalar que las proporciones de tofu, semillas de lino y chia por porción fueron consistentes con las utilizadas en la preparación de tofu con semillas.

**Análisis sensorial.** El análisis sensorial se realizó según la metodología descripta por Pavón (2014) con un panel de 30 evaluadores no entrenados de las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé (Argentina). Las valoraciones (aroma, sabor, aceptabilidad global, textura y preferencia) se realizaron en el día de la elaboración del producto utilizando una escala hedónica de 10 cm con anclajes verbales en los extremos y en el medio (extremo izquierdo: "me disgusta mucho"; en el medio: "me es indiferente";

extremo derecho: "me gusta mucho"). Las muestras consistieron en: i) tofu con semillas trituradas adicionadas en la superficie, y ii) tofu control sin semillas. 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 se procedió de igual manera a realizar una nueva etapa valorativa con diez evaluadores no entrenados para la preparación. En esta etapa se estudiaron los atributos aroma, textura, sabor y aceptabilidad global.

**Estimación del contenido de omega 3.** El contenido de omega 3 ( $\alpha$ -linolénico) de las semillas adicionadas al tofu se determinó mediante el uso de los datos de composición de ácidos grasos poliinsaturados presentes en las semillas de chia y lino descriptos por Jiménez y col. (2013).

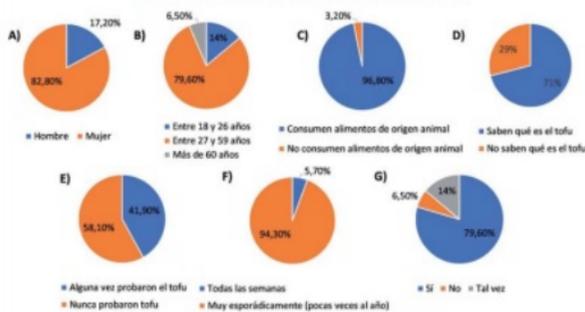
**Análisis estadístico.** Se realizó T-Test para comparar los resultados obtenidos para las muestras de tofu con semillas y tofu control utilizando el programa InfoStat (versión 2020e). Las diferencias se consideraron significativas cuando  $p < 0,05$ , y en algunos casos para  $p < 0,1$ , según se indique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

#### RESULTADOS

##### Encuesta preliminar sobre la aceptación del producto

En la Figura 3 se pueden observar las respuestas obtenidas para la encuesta preliminar virtual. 93 personas respondieron a la encuesta, de los cuales casi el 83% eran mujeres. En su mayoría (79,6%), 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 pre-

Figura 3 - Encuesta virtual preliminar y respuestas obtenidas



N= 93 encuestados. Las preguntas formuladas fueron: A) Género; B) Edad; C) ¿Consumis productos de origen animal?; D) ¿Sabés qué es el tofu?; E) ¿Alguna vez lo probaste?; F) En caso de responder que sí en la pregunta anterior, ¿Con qué frecuencia lo consumís?; G) Sabiendo que el tofu es una preparación derivada de la soja, ¿Te interesaría probar un tofu con semillas (lino y chia) como fuente de proteínas y omega3?

paraciones, 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 tofu con semillas, 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 porque no era de su agrado. Esta encuesta mostró resultados alentadores para proseguir con la elaboración del tofu con semillas trituradas; 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 tarjetitas 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 argentina se encuentra familiarizada.

#### Evaluación sensorial de tofu con y sin semillas

En la Figura 4 se muestran los Box-Plots obtenidos para la evaluación sensorial y de aceptabilidad del tofu control (A) y tofu con semillas trituradas (B).

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 5 se pueden observar estos mismos datos resumidos en un gráfico de barras, en el que se marcan las diferencias que han sido significativas ( $p < 0.05$  o  $p < 0.1$ , según se indique). 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.

Es importante destacar que de los 30 encuestados, menos de la mitad (40%) conocían el tofu, y el 90% prefirió el tofu con semillas (sólo 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 6 se pueden ver estos mismos resultados en función del género. Se pudo observar que las mujeres fueron más sensibles al aroma, otorgando valores más altos que los hombres, tanto en

Figura 4 - Puntuaciones obtenidas para los parámetros sensoriales evaluados (N=30). A) Tofu control (sin semillas); B) Tofu con semillas triturada

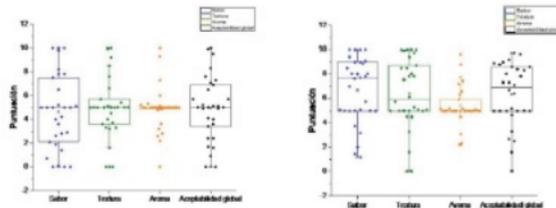
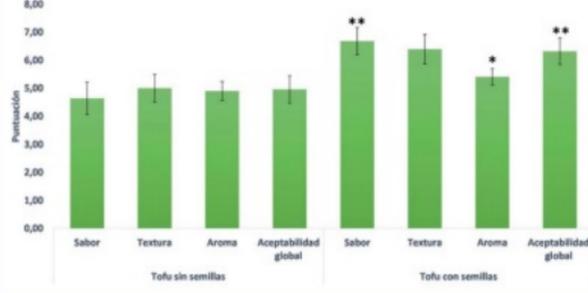


Figura 5 - Puntuaciones para el tofu sin semillas (izquierda) y con semillas (derecha).

Los asteriscos señalan diferencias significativas entre ambos grupos ( $^{**}p < 0.05$ ;  $^{*}p < 0.1$ ) para cada parámetro. Las barras de error representan SEM.

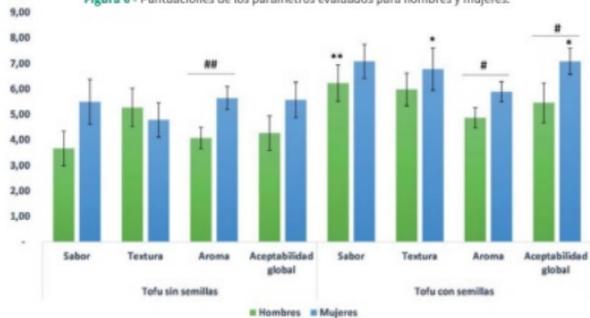


el tofu con semillas como sin semillas. Lo mismo se percibió en la aceptabilidad global para el tofu con semillas. Al comparar los parámetros sensoriales entre el tofu control y con semillas para las mujeres, el último presentó valores de textura y aceptabilidad global significativamente mayores con respecto al control. En cambio, los hombres puntuaron mejor al tofu con semillas en relación con su sabor ( $p < 0,05$ ), al compararlo con el tofu control.

#### Estimación del contenido de ácido $\alpha$ -linoléico en el tofu con semillas

En la Tabla 1 se muestra el contenido del ácido graso  $\alpha$ -linoléico 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 chia y un gramo de semilla de lino. Estas aportaron un contenido total aproximado de 0,3514 g/porción.

Figura 6 - 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 SEM.

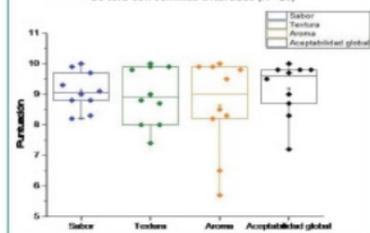
Si se tiene en cuenta que el tofu contiene una pequeña cantidad de ALA (0,5 g/100 g tofu, Saunders y col. 2013), lo aportado por el tofu en la porción utilizada en el presente trabajo (de 20 g) sería de 0,1 g, brindando un total de 0,45 g de este ácido graso poliinsaturado por porción. Es decir, que 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 según Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies (2002/2005) (1,1 g/d para mujeres y 1,6 g/d para hombres), el porcentaje que se cubriría con la por-

ción de tofu con semillas sería de 40,91% para mujeres y 28,12% para hombres.

**Evaluación sensorial de la preparación**

En la Figura 7 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 7 - Puntuaciones obtenidas para las tarteletas de tofu con semillas trituradas (N= 10)



En la Figura 8 se pueden observar las puntuaciones totales (A), de mujeres (B) y hombres (C), 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.

**DISCUSIÓN**

Las GAPA 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 ali-

mentos 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.

Existen otros trabajos en los que se evaluaron las propiedades sensoriales del tofu con el agregado de distintos ingredientes. Por ejemplo, Peramaz-Matos y col. (2018) estudiaron el efecto de la adición de cloruro de sodio, observándose alteración en la formación del coagulo, lo que afectó a 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, utilizándose hojas de laurel y canela en el momento de la preparación.

Por otro lado, 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. Asimismo, Han y

Figura 8 - Evaluación sensorial de las tarteletas de tofu con semillas A) total de encuestados (N=10), B) mujeres (N=6) y C) hombres (N=4)

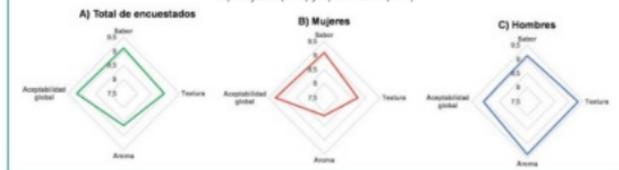


Tabla 1 - Contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico del producto elaborado

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

