



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

EVALUACIÓN DEL USO DE GELATINA DE SALMÓN COMO BIOMATERIAL PARA LA IMPRESIÓN 3D DE ALIMENTOS

Carvajal-Mena N.^a, Tabilo-Munizaga G.^a, Pérez-Won M.^a, Lemus-Mondaca R.^b

^a Departamento de Ingeniería en Alimentos, Universidad del Bío-Bío, Av. Andrés Bello 720, Chillán, Chile.

^b Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Universidad de Chile, Av. Dr. Carlos Lorca 964, Santiago, Chile.

RESUMEN

El desarrollo de matrices alimentarias para la impresión 3D requiere un estudio exhaustivo de las propiedades físicas del material para obtener una impresión exitosa y estable. El objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades físicas (reológicas, texturales y de capacidad de impresión) y la estabilidad dimensional de geles de gelatina de salmón (SGGs) a diferentes concentraciones (2%, 5%, 8%, 11% y 14%). La caracterización reológica se realizó a través de pruebas estáticas y dinámicas. Se estudió el perfil de textura y la capacidad de impresión de la SGG mediante la determinación del módulo de cizallamiento y la dureza extruida. También se determinó la desviación en las tres dimensiones (largo, ancho y altura) de cubos de SGG impresos. Los resultados mostraron que los SGGs presentan un adelgazamiento por cizallamiento y un comportamiento viscoelástico ($G' > G''$) en el que predominaba el componente elástico. El análisis de las propiedades de textura junto con el análisis de capacidad de impresión mostró que el SGG al 8% se puede extruir fácilmente y formar estructuras estables después de la impresión. El biomaterial viable para ser impreso en 3D fue el SGG al 8%; además, los objetos impresos se ajustaron a los modelos 3D diseñados y mantuvieron su estabilidad dimensional a lo largo del tiempo. Este trabajo proporciona información sobre la idoneidad del uso de gelatina de salmón para aplicaciones de impresión 3D en alimentos.

Palabras claves: Geles de gelatina de salmón, impresión 3D; propiedades físicas; estabilidad dimensional; capacidad de impresión.

MATERIALES Y MÉTODOS

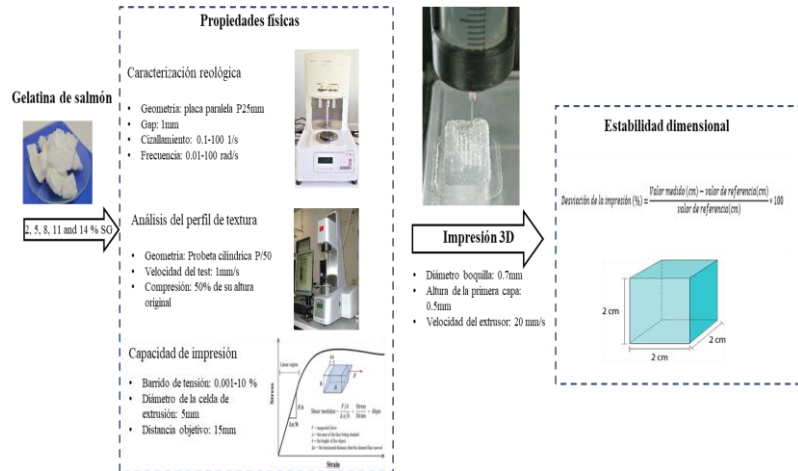


Tabla 1. Parámetros texturales de los geles de gelatina de salmón (SGGs).

SGG (%)	Dureza (N)	Adhesividad (N.s)	Elasticidad	Resiliencia
2	5.09 ± 0.29 ^a	0.49 ± 0.09 ^a	0.78 ± 0.02 ^{a,b}	0.23 ± 0.005 ^a
5	7.74 ± 0.28 ^{a,b}	1.18 ± 0.08 ^b	0.84 ± 0.01 ^c	0.83 ± 0.003 ^b
8	9.32 ± 0.31 ^b	1.37 ± 0.00 ^c	0.77 ± 0.05 ^a	0.81 ± 0.001 ^b
11	22.16 ± 0.43 ^c	1.37 ± 0.09 ^c	0.78 ± 0.01 ^a	0.82 ± 0.006 ^b
14	36.38 ± 0.92 ^d	1.57 ± 0.07 ^d	0.81 ± 0.02 ^{b,c}	0.79 ± 0.001 ^c

El estudio del módulo elástico y de la dureza de extrusión reveló que era imposible imprimir con el SGG del 2% porque los objetos no mantenían su forma después de la impresión, mientras que el SGG del 14% no era extruible porque presentaba una fuerza de extrusión superior a la suministrada por la impresora.

Tabla 2. Evaluación de la capacidad de impresión de los geles de gelatina de salmón (SGGs).

SGG (%)	Módulo de cizallamiento (Pa)	Dureza extruida (N)	Clasificación de la estabilidad dimensional	Clasificación de las propiedades de manipulación
2	205.84 ± 19.3 ^a	18.83 ± 0.3 ^a	D	A
5	530.80 ± 20.1 ^b	32.06 ± 0.1 ^b	C	B
8	944.86 ± 34.5 ^c	56.68 ± 0.9 ^c	C	B
11	1,224.81 ± 52.0 ^d	86.00 ± 0.5 ^d	C	B
14	3,183.29 ± 72.9 ^e	110.82 ± 0.9 ^e	B	C

El biomaterial impreso con la concentración de SG del 8% tenían un aspecto más atractivo, lo que probablemente se deba a la no presencia de filamentos rotos durante la impresión y a la perfecta extrusión a través de la boquilla. También mantuvieron su forma a lo largo del tiempo y mostraron una resolución más fina; esto podría deberse a una adecuada G' que explicaría la suficiente fuerza proporcionada para soportar el peso de las capas y la buena resistencia a la deformación comprimida que permitió la retención de la forma.

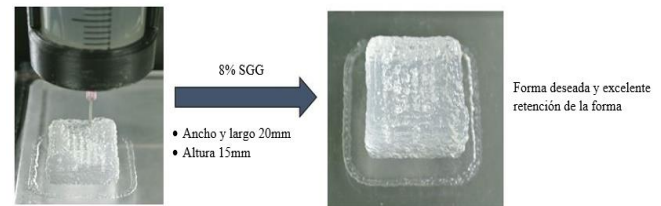


Fig. 2. Imágenes del biomaterial impreso (cubo) con gel de gelatina de salmón al 8%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los geles de gelatina de salmón en las diferentes concentraciones mostraron adelgazamiento por cizallamiento no newtoniano y comportamiento viscoelástico con predominio del componente elástico ($G' > G''$), lo que demuestra la capacidad del material para fluir como un filamento independiente y formar estructuras 3D.

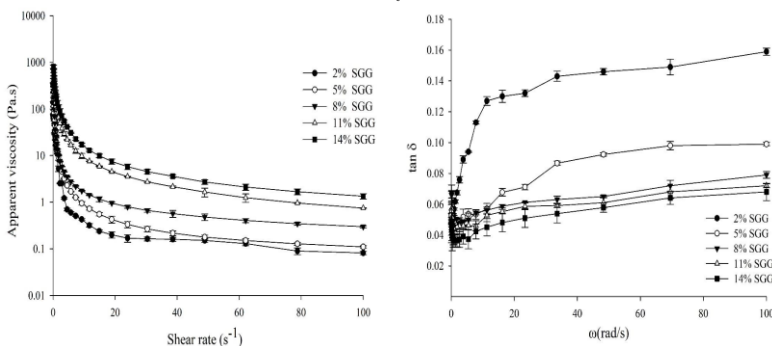


Fig. 1. Propiedades reológicas de los geles de gelatina de salmón. (a) viscosidad aparente; (b) tangente del ángulo.

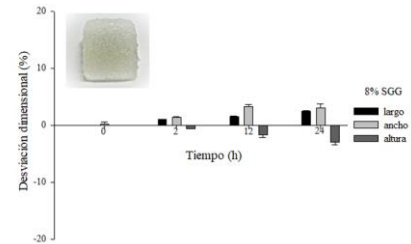


Fig. 3. Desviación dimensional de los biomateriales impresos del gel de gelatina de salmón al 8%.

CONCLUSIONES

El gel de gelatina de salmón al 8% fue la más apropiada para el proceso de impresión 3D porque exhibió una excelente imprimibilidad, retención de la forma y alta estabilidad dimensional. La información obtenida en este trabajo proporciona una base para el estudio de matrices alimentarias basadas en gelatinas de origen marino que serían muy útiles en la preparación de alimentos para personas con necesidades nutricionales específicas mediante el uso de la impresión 3D.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero brindado por ANID-Chile a través del Programa Avanzado de Formación de Capital Humano Beca Nacional de Doctorado 2019 (Folio 21190996) y el programa FONDECYT (proyecto No 1201578).

