



Fecha de presentación: 05/02/2021 Fecha de aceptación: 26/11/2021 Fecha de publicación: 21/01/2022

### ¿Cómo citar este artículo?

Hernández García, J. M., Giró Letourneaut, D., Pérez Rodríguez Y., Páez Pérez, A. y Rodríguez Díaz, J. A. (enero-abril, 2022). Valorización del residual líquido del yogurt de soya. Revista *Márgenes*, 10(1), 155-174. Recuperado de <https://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/workflow/index/1254/5>

## TÍTULO: VALORIZACIÓN DEL RESIDUAL LÍQUIDO DEL YOGURT DE SOYA

### TITLE: VALORIZATION OF THE LIQUID WASTE OF SOY YOGURT

**Autores:** Dr. C Juan Emilio Hernández-García<sup>1</sup>, Ing. Dayana Giró-Letourneaut<sup>2</sup>, Ing. Yulen Pérez-Rodríguez<sup>3</sup>, Ing. Ailén Páez-Pérez<sup>4</sup>, José Antonio Rodríguez-Díaz<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Doctor en Medicina Veterinaria. Doctor en Ciencias Veterinarias. Profesor Titular. Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez", Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Medicina Veterinaria, Sancti Spiritus, Cuba. Correo electrónico: [juanemilio@uniss.edu.cu](mailto:juanemilio@uniss.edu.cu) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7471-0561>

<sup>2</sup> Ingeniera en Agrónoma. Profesora instructora. Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez", Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía, Sancti Spiritus, Cuba. Correo electrónico: [dayanagiro@uniss.edu.cu](mailto:dayanagiro@uniss.edu.cu) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9890-788X>

<sup>3</sup> Ingeniero Mecánico. Unidad Empresarial de Base Pasteurizadora. Empresa Láctea "Río Zaza", Sancti Spiritus, Cuba. Correo electrónico: [mantenimiento@riozaza.aliment.cu](mailto:mantenimiento@riozaza.aliment.cu)

<sup>4</sup> Ingeniera Química. Unidad Empresarial de Base Pasteurizadora. Empresa Láctea "Río Zaza", Sancti Spiritus, Cuba. Correo electrónico: [mantenimiento@riozaza.aliment.cu](mailto:mantenimiento@riozaza.aliment.cu)

<sup>5</sup> Médico Veterinario. Especialista del Laboratorio de Referencia para Investigaciones y Salud Apícola (LARISA), Sancti Spiritus, Cuba. Correo electrónico: [diagnostico@larisa.ulcesa.minag.gob.cu](mailto:diagnostico@larisa.ulcesa.minag.gob.cu) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6451-5627>

\* El artículo se deriva del proyecto de investigación Utilización de fermentados de residuos de la industria láctea en la alimentación animal.

## RESUMEN

La soya (*Glycine max*) es uno de los granos más cultivados a nivel mundial por su valor nutritivo y diversos usos en la alimentación animal y humana. En el proceso tecnológico de la leguminosa (leche de soya, yogurt de soya, aislado de proteína, tofu y otros), se generan

*Márgenes* publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

diferentes residuos líquidos y sólidos portadores de niveles considerables de macro y micronutrientes; convirtiéndose en un sustrato adecuado para la biotransformación y así evitar la contaminación ambiental con su desecho. Este artículo de revisión tiene como objetivo evaluar el estado actual de la utilización de los residuales de la industrialización de la soya con énfasis en el residual líquido del proceso productivo del yogurt de soya. Los residuales de la agroindustria constituyen una problemática medioambiental a escala mundial; los estudios realizados hasta la fecha de los principales residuales del procesamiento de la soya (suero de soya y okara) demuestran la viabilidad de diferentes tecnologías para producir una variedad de ingredientes funcionales y alimentos beneficiosos para uso humano y animal. Existe menos exploración en la valorización del agua amarilla del proceso de remojo y cocción de la soya a pesar de tener igualmente niveles importantes de nutrientes que son lixiviados del grano en estas fases tecnológicas. El desarrollo actual y prospectivo de la producción de yogurt de soya en Cuba necesita tener una mirada sobre la valorización de este residual líquido, se sugiere como referencia la experiencia alcanzada en el bioprocesamiento del suero de soya y okará.

**Palabras claves:** Agua residual de soja; biotransformación de la soya; grano de soja; residuo de leche de soja; residuo de yogur de soja,

#### ABSTRACT

Soy (*Glycine max*) is one of the most widely cultivated grains worldwide for its nutritional value and various uses in animal and human nutrition. In the technological process of legumes (soy milk, soy yogurt, protein isolate, tofu and others), different liquid and solid wastes are generated that carry considerable levels of macro and micronutrients, which makes them a suitable substrate for biotransformation and avoiding environmental contamination with its waste. The objective of this review article is to evaluate the current state of the use of residuals from soybean industrialization with emphasis on the liquid waste of the soy yogurt production process. Agro-industrial waste represents an environmental problem on a global scale. Studies carried out to date by various researchers with the main residuals from soy processing (soybean whey and okara) have demonstrated the viability of different technologies to produce

---

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

a variety of functional ingredients and beneficial food for human and animal use. The valorization of the yellow water from the soybean soaking and cooking process is less addressed, despite having equally important levels of nutrients that are leached from the grain in these technological phases. The current and prospective development of soy yogurt production in the country needs to take a look at the valorization of this liquid waste, taking as a reference the experience achieved in the bioprocessing of soybean whey and okara.

**Keywords:** soy liquid waste; soy biotransformation; soybean; soy milk waste; soy yogurt waste.

## INTRODUCCIÓN

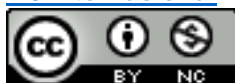
La soya se encuentra dentro de los cultivos de más desarrollo a escala mundial para atenuar la actual escasez mundial de alimentos, y a la vez constituirse en fuentes alternativas de proteína animal, particularmente para los países en desarrollo, donde existe desnutrición por ser relativamente barata y excelente fuente de nutrientes, fundamentalmente energía, aceite y proteínas (Raja et al., 2014 y Ahmad et al., 2020).

Uno de los métodos más simples para convertir la soja en un alimento rico en proteínas es mediante la producción de leche de soja. Tradicionalmente, la leche de soja se elabora con un remojo de las semillas de soja, moliéndolas en agua, se cocina la lechada y luego filtrado para eliminar los lodos (Pan y Tangratnavalee, 2003). Sin embargo, la generación de subproductos o residuos agroindustriales en las diferentes etapas de los procesos productivos, es actualmente una problemática a nivel mundial, debido a que en la mayoría de los casos no son procesados o dispuestos adecuadamente, situación que contribuye al proceso de contaminación ambiental (Vargas y Pérez, 2018).

Muchos de los subproductos agroindustriales (melaza, suero de leche, suero de soya, vinaza, almidón, salvado de trigo, yuca) son fuentes disponibles de nutrientes que se pueden emplear de forma eficiente como sustratos para el desarrollo de diferentes procesos tecnológicos, donde se incluye los mediados por microorganismos (Santos et al., (2016) y en esa línea investigadores exploran la valorización de los residuos de la soya para darle un valor agregado o la creación

---

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

de valor (Chua y Liu, 2019), al reutilizar los compuestos como ingredientes funcionales en diferentes productos alimenticios (Galanakis, 2012), mirada que puede tener el procesamiento de la soja para la producción de yogurt.

En la agroindustria de la provincia de Sancti Spíritus, se liberan sin ningún tratamiento aquellos provenientes de la industrialización de la soja, ello genera altas cargas contaminantes; sin embargo existen varios reportes del uso del residual sólido (okará) Vong y Liu (2016), no obstante, son menos los estudios sobre el aprovechamiento de los residuales líquidos de soja a pesar de tener una gran diversidad de nutrientes (Lavari et al., 2015); (Coghetto et al., 2016); Beret, 2018 y Serventi, 2020).

El desarrollo presente y futuro del sector agroindustrial en Cuba implica una generación considerable de residuales con altos niveles de materia orgánica y nutriente que necesitan ser valorizados y encadenados por diferentes métodos para reincorporarlos a la cadena alimentaria y disminuir su carga contaminante. El procesamiento de la soja para la producción de yogurt debe incrementarse en el país a partir de la proyección hacia el 2030 del Ministerio de la Industria Alimenticia. En particular en la planta de Sancti Spíritus se generan sin ningún tratamiento de la línea de ablandamiento del grano de soja, cerca de 13 500 L/día del líquido residual; volumen que en el año asciende a más de 4 000 000 de litros.

El objetivo de esta revisión es examinar el estado actual del aprovechamiento de los residuales de la industrialización de la soja con énfasis en la valorización del residual líquido del proceso productivo del yogurt de soja.

## DESARROLLO

### Residuos agroindustriales y sus usos

Según Saval (2012) y Rosas et al., (2016), los residuos agroindustriales pueden ser definidos como materiales en estado sólido o líquido que se generan a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización, y que ya no son de utilidad para el proceso que los generó, pero que son susceptibles de aprovechamiento o transformación para generar otro producto con valor económico, de interés comercial, social y ambiental (Saval, 2012);

---

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

(Romero y González, 2013); (Hull et al., 2014); (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, por sus siglas en inglés, 2018); (Corredor y Pérez 2018).

Existen diferentes tecnologías para la recuperación de residuos agroindustriales; este trabajo hace énfasis en la valorización biológica pues esta permite a partir de residuos orgánicos obtener una amplia variedad de productos y principios activos de uso humano y animal; así mejora la calidad del ambiente y evita afectaciones para la salud humana (Valdés y Palacio, 2016), pudiéndose atenuar el aumento del precio de la materia prima, pues varios de los residuos agroindustriales presentan una composición química y física que permiten ser utilizados en la producción de alimentos o aditivos para rumiantes, cerdos, aves y otras especies (Saval, 2012), como bioenergéticos, abono orgánico o compost (Chibás et al 2017); (Pérez et al., 2017).

Dentro de los residuos agroindustriales más utilizados para estos fines se incluyen las pastas proteicas, lodos, suero, salvado, mostos residuales, vinaza, residuos de material verde (cáscaras, hojas, tallos, bagazo de frutas), así como los derivados de las leguminosas y dentro de ellas la soya (Hernández et al., 2016).

### **Leguminosas**

Las leguminosas pertenecen a la familia *Leguminosae* y en los trópicos, constituyen el cultivo alimenticio más importante después de los cereales; son fuentes de proteínas y minerales vegetales dietéticos de bajo costo en comparación con productos animales y factibles de incluir en sistemas agrícolas sostenibles (Snapp et al., 2019) y (Jensen et al., 2020), especialmente en África, Asia y América Latina, donde se consumen predominantemente para abordar la desnutrición proteica y los problemas de seguridad alimentaria (Subuola et al., 2012).

Generalmente, las legumbres se consumen después del procesamiento. La cocción de las mismas aumenta la biodisponibilidad de nutrientes y calidad sensorial. También inactiva la tripsina, las hemaglutininas, los inhibidores del crecimiento y se logra una mayor disponibilidad de almidón y proteínas (Caballero, 2019).

---

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

## Usos de la soya

La soya (*Glycine max* (L.) Merr.), es una leguminosa de mucha importancia en el mundo y se constituye en una de las líneas estratégicas de la seguridad alimentaria por su gran cantidad de usos, alto contenido de proteína y energía; en promedio el grano seco contiene 20% de aceite y 40% de proteína y al compararla con otras leguminosas Subuola (2012), la soya se ve favorecida (Tabla 1).

**Tabla 1.** Composición química de algunas leguminosas (g/100g)

Leguminosas	Proteínas	Grasas	Carbohidratos	Fibra	Minerales
Soya	37-41	18-21	30-40	4-6	4-5
Guisante	22-26	1-2	60-65	4-5	3-4
Maní	20-33	42-48	22-25	3-4	2-3
Frijol jacinto	24-28	1-2	65-70	7-9	4-5
Frijol común	20-27	1-2	60-65	4-5	4-5
Gandul	15-29	1-3	60-66	5-10	3-4
Frijol Lima	19-25	1-2	70-75	4-6	3-5
Frijol Alado	30-40	15-20	35-45	6-7	3-5
Cacahuete Bambara	16-18	6-8	50-57	3-6	3-4

**Fuente:** Subuola (2012)

Actualmente la soya es la oleaginosa que más se produce en el mundo (Li et al., 2019), el Departamento de Agricultura de Estados (USDA, 2020) estima que la **Producción** Mundial de Soja 2020/2021 crecerá en un 7,93%. Los tres países mayores productores a nivel mundial son: Brasil, Estados Unidos y Argentina; mientras que la demanda de soya se encuentra encabezada por China y otros países asiáticos; debido a que su cultura alimentaria incluye en su dieta productos elaborados de soya, como el queso de soya (tofu). En Cuba se conoce la soya desde el año 1904; sin embargo, el país no se autoabastece e importa grandes volúmenes, al resultar un componente importante en la producción intensiva de carne de aves y cerdos, producción de leche, yogurt, aceite y otros alimentos (Romero, 2013).

## Residuales del proceso tecnológico de la soya y sus usos

La soya es un producto agrícola que ha sido utilizado ampliamente para cubrir necesidades de la industria y en la formulación de diferentes alimentos. En general, el uso y la utilización de la

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

misma son limitados a las semillas, mientras los subproductos, como cáscara de la soja y otros residuales, es todavía descartado en muchos lugares a pesar de su valor biológico (Hidanah et al.,2018).

Según Rivera et al., (2004), en el mundo existen diversas tecnologías para el procesamiento de la soja; no obstante, en sentido general, puede decirse que cualquiera que sea la tecnología empleada puede obtenerse dos tipos de residuos en estos procesos: I) Sólidos secos o de baja humedad. Consistentes en cascarillas de frijol de soja, cuando el comienzo del proceso es a partir de granos sin descascarar, que pueden ser obtenidas en forma seca o húmeda en dependencia del proceso tecnológico de descascarado seguido, su eficiencia y del proceso posterior de obtención del producto, II) Efluentes líquidos. Consistentes en residuos líquidos generados durante el proceso de remojado o cocción de la soja, fermentación de productos y limpiezas de equipos de procesos.

Los principales residuos internacionalmente referidos del procesamiento industrial de la soja son el Okara y el suero de soja. El okara es el residuo insoluble que se obtiene durante el proceso de elaboración de la leche de soja, del queso de soja (tofu) y otros productos del grano, y constituye el principal subproducto generado por esta industria alimentaria. Tradicionalmente el mismo se usa como pienso o abono, aunque también se podría utilizar en alimentación humana y animal (Hu et al., 2019), por su alto contenido en nutrientes (Gupta et al., 2018 y Thian et al., 2020,). Además, es un aditivo dietético adecuado en repostería (Hu et al., 2019).

Otro residuo importante en la industrialización de la soja, es el suero de soja subproducto obtenido durante el proceso de producción de aislado de proteína de soja y tofu (queso de soja). Si bien el tofu y otros productos de soja se han producido y consumido ampliamente en los países asiáticos durante muchos siglos, los consumidores de todo el mundo aceptan cada vez más los productos de soja debido a sus beneficios asociados con la salud (Benedetti et al., 2016). El suero de soja contiene grandes cantidades de compuestos beneficiosos, no obstante, el mismo se desecha comúnmente en las aguas residuales

---

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

después de que se genera, y esto contamina los cuerpos de agua; se sugiere un proceso de filtración cruda antes de su eliminación; sin embargo, su descarga aún conduciría a la eutrofización debido a sus nutrientes restantes (Zhu et al., 2019).

### **Propiedades y posibles usos de residuos líquidos del remojo y cocción de la soya**

El reciclaje de los productos en ingredientes alimentarios de valor agregado puede mantener los nutrientes en la cadena alimentaria y reducir la carga sobre el medio ambiente. Desde los subproductos hasta los ingredientes alimentarios, las innovaciones propuestas se encaminan a reducir los residuos, optimizar el uso de los recursos naturales y agregar valor para el desarrollo de productos (Serventi, 2020).

La utilización del suero de soja está sustentada en investigaciones y tecnologías que tienen menos alcance y extensión que las empleadas con el okara, pero si hay un énfasis en valorar sus potencialidades y usos con varios fines (Xiao et al., 2015); (Fei et al., 2017); (Chua et al., 2018) y Tu et al., (2019).

Para procesar la soya en productos alimenticios digeribles, como es el caso del yogurt se necesitan procesos de remojo y cocción adecuados. Estos procesos de las legumbres provocan pérdidas de macronutrientes, micronutrientes y fitoquímicos (Tabla 2); en el caso particular de la soya este proceso aumenta la absorción de humedad aproximadamente hasta un 120%, mientras tanto, alrededor del 5,7% de sólidos se pierden, que se identifican principalmente como carbohidratos rafinosa y estaquiosa (Huang et al., 2018). Además, varias investigaciones indican que, durante los procesos de remojo y cocción de legumbres, algunas proteínas y fitoquímicos solubles en agua como las saponinas también se pueden lixiviar en el agua (Güzel y Sayar, 2012); (Serventi, 2020).

Este residual conocido también como agua amarilla de soya (Yellow soybeans en inglés) o agua residual (wastewater) contiene una cantidad de nutrientes y una alta proporción de agua, por lo que requiere un tratamiento adicional antes de que pueda eliminarse en las aguas residuales y este es un proceso costoso que contribuye significativamente al costo de fabricación de los productos de la soya (Belén et al., 2013).

---

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)



**Tabla 2.** Pérdidas de nutrientes de leguminosas por los procesos industriales

Procesos	Proteína	Fibra dietética	Oligosacáridos	Vitaminas	Fenoles	Saponinas
Remojo	0.7%	5%	50–75%	10–60%	10–40%	8–35%
Hervor/cocción	-	30%	60–85%	24–70%	30–50%	40%
Hervido	1–5%				25%	23%
Enlatado		16%	16%	46–65%		

**Fuente:** Serventi (2020)

El contenido de nutrientes en el agua amarilla de soya en los procesos de remojo y cocción pueden verse en las tablas 3 y 4 (Huang, 2018 y Serventi, 2020), donde la comparación que hacen estos autores del agua de remojo de soya con otras leguminosas como los frijoles, garbanzos, lentejas y guisantes, la misma muestra los mejores niveles, con diferencias significativas en los minerales Fósforo, Magnesio, Calcio, Hierro, y Molibdeno, y en el proceso de cocción en Fósforo, Magnesio, Hierro y Calcio. Estos nutrientes unidos a otras características físico químicas (Tabla 5), colocan a este residual en posibilidades de ser utilizados con varios fines y propósitos antes de su eliminación.

**Tabla 3.** Composición aproximada del agua amarilla de remojo y cocción de la soya

Nutritional information	Agua amarilla del remojo del grano de soya	Agua amarilla de la cocción del grano de soya (SCW).
Materia seca (g/100 g)	0.26±0.18	5.59 ± 0.10
Carbohidratos solubles en agua (g/100 g)	0.04±0.00	1.66 ± 0.03
Fibra insoluble (g/100 g)	0.12±0.18	2.46 ± 0.10
Proteína (g/100 g)	0.03±0.00	0.68 ± 0.00
Grasa (g/100 g)	<dl	<dl
Minerales (g/100 g)	0.07±0.00	0.78 ± 0.02
Fuente	Huang et al., 2018	Serveti et al., 2018



**Tabla 4.** Contenido mineral del agua amarilla de remojo y cocción de la soya (mg / 100 g de materia seca)

Contenido de minerales (mg/100 g de Materia Seca)	Agua amarilla del remojo	Agua amarilla de la cocción
Potasio (K)	7800	5915
Fósforo (P)	1093	814
Azufre (S)	342c	315
Magnesio (Mg)	694	711
Calcio (Ca)	480	178
Sodio (Na)	34.5	23.7
Zin (Zn)	5.94	3.48
Hierro (Fe)	18.4	23.4
Cobre (Cu)	1.21	1.98
Molibdeno (Mo)	1.36	N/A
Manganeso (Mn)	1.52	0.72

**Fuente:** Serventi (2020) y Serventi et al., (2018)

**Tabla 5.** Propiedades fisicoquímicas del agua amarilla de cocción del grano de soya (AAS).

Propiedades fisicoquímica	Agua amarilla del remojo del grano de soya
pH	5.8-6.1
Densidad (g/ml)	1.025-1.03
Viscosidad (mPa*s)	45
Capacidad de absorción de agua (g/g)	0.40-1.54
Capacidad de absorción de grasa (g/g)	2-2.68
Habilidad Espumante (%)	65
Índice de actividad emulsionante (m <sup>2</sup> /g)	18-20.3
Habilidad emulsificante (%)	49.3

**Fuente:** Elaboración propia (partiendo del criterio de Serventi y Huang (2018)

Si se toma como referencia las sugerencias dadas por Chua y Liu (2019) en la valorización del suero de soya, se nota que son aplicables muchas de ellas al agua amarilla del remojo y cocción del grano de soja (Tabla 6); ya sea solo o en combinación con otros residuales.



**Tabla 6.** Posibles usos del agua amarilla del remojo/cocción de la soya; se toma como referencia la propuesta para el suero de soya.

Métodos físicos	Métodos microbiológicos / enzimáticos
Recuperación de iones Producción de prebióticos Recuperación de oligosacáridos Producción de hidrógeno* Recuperación de isoflavonas Procesos de biocementación	Producción de prebióticos Producción de hidrógeno Proceso de bioconcreto Producción de ácido cítrico Cultivo de probióticos/ bacterias ácido lácticas
Producción de crioprotectores	Producción de nisina Producción de péptidos Producción de proteína fúngica (micelial) Producción de endopolisacáridos a partir de hongos. Producción de biodiésel a partir del cultivo de hongos Bebida de ácido láctico con leche Producción de bebida de suero de soja con ácido láctico Producción de bebidas alcohólicas Producción de kombucha
Producción de emulsionantes	

**Fuente:** Elaboración propia (partiendo del criterio de Chua y Liu (2019))

La clasificación que hace el autor Chua y Liu (2019), en dos categorías es válida: física y microbiológico/enzimático. Los métodos físicos incluyen la recuperación de micro y macronutrientes (por ejemplo, isoflavona, minerales) y la producción de diversos ingredientes funcionales (por ejemplo, emulsionantes), mientras que los métodos microbiológicos/enzimáticos incluyen; I) la producción de ingredientes funcionales con la utilización de microorganismos y enzimas (por ejemplo, ácido cítrico prebiótico), II) propagación de microorganismos (p. ej., probióticos), III) así como producción de biocombustibles. Si se parte de estas referencias como argumentos para las condiciones de Cuba, los métodos microbiológicos enzimáticos pudieran tener al corto plazo, las mejores posibilidades para el uso del agua de remojo y cocción del grano de soya como medio de

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

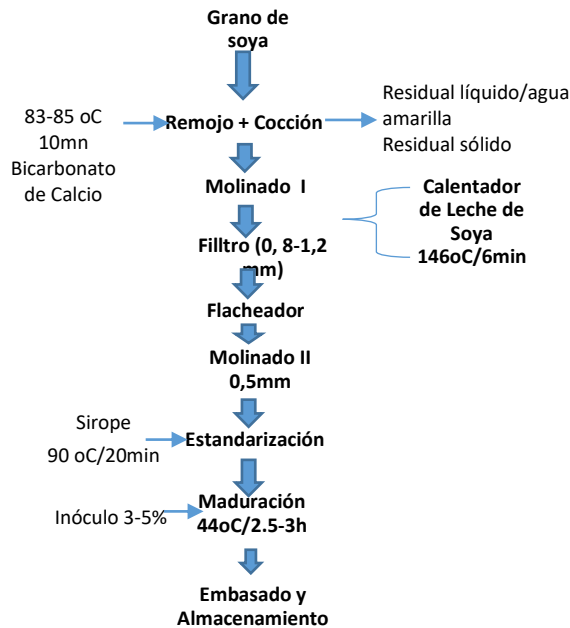
cultivo para el crecimiento de microalgas, mohos, levaduras y bacterias y generar proteína microbiana o aditivos zootécnicos.

### **Procesamiento del yogurt de soya en Cuba**

En el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA) de Cuba se desarrolló una tecnología autóctona para la producción de leche integral de soya que se extendió en todo el país (García, 1998). La tecnología cubana para la obtención de leche y yogurt de soya también genera residuos sólidos y líquidos. En el proceso tecnológico del yogurt de soya (Figura 1), los efluentes líquidos (Figura 2), (Valdés y Rivera, 1997) pueden dividirse según su composición (Tabla 7) en dos corrientes principales:

1. Efluentes líquidos que abandonan el tornillo sinfín o aguas de remojo-cocción del grano de soya. El remojo proporciona ablandamiento de las semillas para permitir un mejor cocinado y el hervido es la forma más fácil y común de cocinar legumbres; en el caso del proceso de fabricación de la soya en Cuba se sucede una combinación de estos procesos.
2. Efluentes líquidos generados durante los procesos de limpieza manual de los equipos.





**Figura 1.** Resumen proceso tecnológico del yogurt de soya  
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 2.** Residuales líquido 1 generados en la Empresa “Río Zaza”  
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 7.** Características de los efluentes líquidos de la producción de leche de soya (n=10).

Parámetro	Unidad	Efluente 1	Efluente 2
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/ L	21 870	563
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/ L	15 000	250
pH		8.5	7.7
Sólidos Totales (ST)	mg/ L	19 716	515
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/ L	2 700	77
Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)	mg/ L	2 300	38
Nitrógeno Total (Nt)	mg/ L	348	29
Nitrógeno Orgánico (N-Org)	mg/ L	342	19
Fósforo Total (P)	mg/ L	54	2
Grasas	mg/L	80	

**Fuente:** Valdés y Rivera (1997)



El residual generado en la industria cubana posee un potencial contaminante superior a la media internacional, tiene su explicación en el hecho de que en la tecnología desarrollada en Cuba se hace un uso más integral del fríjol de soya, pero ello implica también un mayor aporte del contenido del fríjol a la corriente de residuales, sobre todo en polisacáridos, que aportan materia orgánica pero poca cantidad de nitrógeno y fósforo (Valdés y Rivera 1997).

### **Aplicaciones del agua de remojo de las leguminosas**

En los últimos años, varios estudios mostraron los posibles beneficios para la salud de las legumbres más allá de satisfacer los requisitos de nutrientes básicos para los humanos (Zhang et al., 2016 y Papandreou et al., 2019) varias de estos efectos benéficos se asocian a propiedades físico químicas y numerosos compuestos bioactivos en las leguminosas y muchos de ellos son lixiviados en los procesos de remojo y cocción.

Para Serventi (2020), el agua de remojo de las leguminosas permite una diversa gama de aplicaciones: I) mejoradores de textura (emulsionantes, estabilizantes y espesantes) y II) fuente de nutrición (minerales y fitoquímicos en particular); sobre todo para veganos y sin gluten.

Luna et al., (2011) incorporan el residual líquido del grano de soya para el crecimiento de micro algas con buenos resultados. Coghetto et al., (2016) en su investigación sobre el crecimiento y actividad fermentativa de cepas de *L. plantarum* BL011, utilizan un medio de cultivo alternativo libre de proteína animal donde incluyó residuo líquido ácido de la obtención de proteína de soya. Beret (2018), con el mismo principio de utilizar residuos agroindustriales, evaluó medios de cultivo más económico para la producción de biomasa de *Lactobacillus paracasei* 90, e incluye el residual líquido proveniente de la obtención de proteína de soya.

Díaz et al., (2019), evaluaron un medio de cultivo alternativo para el crecimiento en placa de *Lactobacillus* ssp (MISSEL) a partir del residual líquido de la línea de yogurt de soya como componente base (sacarosa 2%, extracto de levadura 0,5 %, agua amarilla de remojo-cocción de soya 100 mL, agar 1,5 %, pH 6,5). Como variables de medición se utilizó el nivel de

---

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

crecimiento. Los resultados sugieren que la utilización del medio alternativo permite obtener masa bacteriana y minimiza el uso de medios convencionales que son más costosos.

Como se ve en los segmentos anteriores, la valorización del suero de soya y *okara* cuenta con más estudios en comparación con el agua amarilla del remojo y cocción; al ser menos investigado se necesita una mayor profundización para tener una mejor comprensión de la fundamentación y factibilidad técnica para el desarrollo de procesos viables; el análisis realizado por Serventi (2020), crea pautas importantes para futuros trabajos. Se pueden observar dentro de las tendencias en la utilización de residuales líquidos, los logrados con el suero lácteo y el del suero de soya mediante el desarrollo de bebidas fermentadas con bacterias ácido lácticas o levaduras (Chua et al., 2018 y Tu et al., 2019), lo cual pudiera constituir una bioconversión favorable para el aprovechamiento del agua amarilla del remojo y cocción de la soya utilizada en la producción de yogurt; ya sea solo o combinado y destinarlo para uso animal o humano.

A pesar de que la investigación sobre la utilización del agua amarilla del remojo y cocción de la soya aumenta gradualmente a nivel internacional, todavía faltan en el país datos correspondientes a la cantidad de líquido generado por las fábricas de yogurt de soya, al tener en cuenta los niveles de eficiencia de cada fábrica; así como su caracterización física, química y microbiológica. Además, es importante que los investigadores realicen análisis de costo-beneficio para cada una de las tecnologías presentadas para garantizar que haya viabilidad económica cuando la tecnología se implemente a un nivel comercial.

## CONCLUSIONES

Los procesos de remojo y cocción de la soya producen por el lixiviado la eliminación de macro y micro nutrientes de alto valor que pueden tener amplia utilidad como nutrientes solos o combinados. La investigación de valorización del suero de soya puede constituir el referente más adecuado para el desarrollo de innovaciones eficientes. Por ello, el agua amarilla del remojo y cocción del yogurt de soya no debe considerarse simplemente como aguas residuales en la industria de la soya, sino como material crudo para diversas aplicaciones

---

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

alimentarias e industriales. Las tecnologías más sugerentes para los residuales líquidos de la soya a partir de la experiencia que se tiene por varios investigadores es la bioconversión, donde la fermentación en estado líquido y sólido a partir de microorganismos identificados en diferentes instituciones del país constituyen métodos viables para obtener bioproductos para uso animal y humano y así contribuiría al encadenamiento productivo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad T. et al.,(2020). Utilization of wastewater from edible oil industry, turning waste into valuable products: A review. *Trends in Food Science & Technology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.017>
- Belén F. et al., (2013). Behavior of functional compounds during freeze concentration of tofu whey. *Journal of Food Engineering*, 116(3), 681-688. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.019>
- Benedetti S. et al., (2016). Utilization of tofu whey concentrate by nanofiltration process aimed at obtaining a functional fermented lactic beverage. *Journal of Food Engineering*, 171, 222-229. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.10.034>
- Beret, M. V. (2018). *Medio de cultivo económico para la producción de biomasa de lactobacillus paracasei 90*. [https://www.conicet.gov.ar/new\\_scp/detalle](https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle)
- Caballero Sanabria, F. O. (2019). *Determinación de las condiciones de temperatura y tiempo más favorables para lograr la inactivación de los inhibidores de tripsina en el frijol soya a través del proceso de cocción*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/31956>
- Coghetto, C et al., (2016). Lactobacillus plantarum BL011 cultivation in industrial isolated soybean protein acid residue. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47(4), 941-948. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjm.2016.06.003>
- Corredor, Y. A. V., & Pérez, L. I. P. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 59-72. [doi.org/10.18359/rfcb.xxxx](https://doi.org/10.18359/rfcb.xxxx)
- Chibás, G. O. et al., (2017). Comparación de la eficiencia de los biodigestores de Cúpula Fija y de Geomembrana en los Sistemas de Producción Porcina en la Provincia Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas (Cuba)*, 5(1), 79-83.
- Chua, J.-Y., & Liu, S.-Q. (2019). Soy whey: More than just wastewater from tofu and soy protein isolate industry. *Trends in Food Science & Technology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2019.06.016>

---

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)



- Chua, J.-Y., Lu, Y., & Liu, S.-Q. (2018). Evaluation of five commercial non-Saccharomyces yeasts in fermentation of soy (tofu) whey into an alcoholic beverage. *Food microbiology*, 76, 533-542. <http://dx.doi: 10.1016/j.fm.2018.07.016>
- Díaz, J. R., et al.,(2019). Evaluación en Cuba de un medio de cultivo alternativo para recuento en placa de Lactobacillus spp. *InfoCiencia*, 23(2), 24-35.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura(FAO). (2020). Parte III. *La agroindustria y el desarrollo económico*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0252-85842020000200005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842020000200005)
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos(USDA) por sus siglas en inglés (2020). *Producción Mundial de Soja 2020/2021*. <http://www.produccionagricolamundial.com/cultivos/soja.aspx>
- Fei, Y.,et al. (2017). Investigation on the safety of Lactobacillus amylolyticus L6 and its fermentation properties of tofu whey. *Food Science and Technology,(LWT)*, 84, 314-322. <http://dx.doi: 10.1016/j.lwt.2017.05.072>
- Galanakis, C. M. (2012). Recovery of high added-value components from food wastes: conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends in Food Science & Technology*, 26(2), 68-87. <http://dx.doi:10.1016/j.tifs.2012.03.003>
- García, A. R. (1998). *La soya en la alimentación humana. Experiencia Cubana*, (Tesis Doctoral) Universidad Politécnica de Valencia, España.
- González, D. (2013). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal*. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia. <http://repository.lasallista.edu.co> > [bitstream](#) >
- Gupta, S.et al., (2018). Analysis of improved nutritional composition of potential functional food (Okara) after probiotic solid-state fermentation. *Journal of agricultural and food chemistry*, 66(21), 5373-5381. <http://dx.doi: 10.1021/acs.jafc.8b00971>
- Güzel, D., & Sayar, S. (2012). Effect of cooking methods on selected physicochemical and nutritional properties of barlotto bean, chickpea, faba bean, and white kidney bean. *Journal of Food Science and Technology*, 49(1), 89-95. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-011-0260-0>
- Hernández, A.et al., (2016). Residuos agroindustriales con potencial de compostaje. *Agroproductividad*, 9 (8), 10-17.
- Hidanah, S. et al.,(2018). The improvement of eggs quality of Mojosari duck (*Anas javanica*) with soybean husk fermentation using cellulolytic bacteria of *Spodoptera litura*. *Veterinary world*, 11(5), 720. <http://dx.doi: 10.14202/vetworld.2018.720-725>



- Hu, Y.et al.,(2019). Soybean residue (okara) fermentation with the yeast *Kluyveromyces marxianus*. *Food Bioscience*, 31, 100439. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100439>
- Huang, S.et al., (2018). Composition of legume soaking water and emulsifying properties in gluten-free bread. *Food Science and Technology International*, 24(3), 232-241. <http://dx.doi.10.1177/1082013217744903>
- Hull, C. M.et al., (2014). Co-production of bioethanol and probiotic yeast biomass from agricultural feedstock: application of the rural biorefinery concept. *Review AMB Express*, 4(1), 64. <https://amb-express.springeropen.com/>
- Jensen, E. S.et al., (2020). Diversifying European agricultural systems by intercropping grain legumes and cereals. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 47(3), 174-186. <http://dx.doi.10.7764/ijanr.v47i3.2241>
- Lavari, L.et al., (2015). Growth of *Lactobacillus rhamnosus* 64 in whey permeate and study of the effect of mild stresses on survival to spray drying. *-Food Science and Technology, LWT* 63(1), 322-330. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.066> 0023-6438/
- Li, X.et al., (2019). Effects of water absorption of soybean seed on the quality of soymilk and the release of flavor compounds. *Royal Society of Chemistry(RSC) Advances*, 9(6), 2906-2918. DOI: 10.1039/c8ra08029a
- Luna, L. G.et al., (2011). Cultivo de *Chlorella vulgaris* sobre residual de soja con la aplicación de un campo magnético. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(2), 27-38.
- Pan, Z., & Tangratanaalee, W. (2003). Characteristics of soybeans as affected by soaking conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 36(1), 143-151.
- Papandreou, C. et al.(2019). Legume consumption and risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality in the PREDIMED study. *Clinical Nutrition*, 38(1), 348-356. <http://dx.doi.101610./j.clnu.2017.12.019>
- Pérez, P. A.et al., (2017). Efecto del digestato líquido fermentado sobre el comportamiento productivo de cerdos en ceba. *Revista electrónica de veterinaria (REDVET)*, 18(9).
- Raja, J.et al., (2014). Comparative study of soy paneer prepared from soymilk, blends of soymilk and skimmed milk. *Journal of Food Processing & Technology*, 5(2), 1. <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7110.1000301>
- Rivera, A.et al., (2004). Tratamiento de efluentes de la producción de leche de soya en un filtro anaerobio a flujo pistón. *Revista Internacional Contaminación Ambiental*, 20(3), 117-128.
- Romero, A. et al.,(2013). Evaluación de siete cultivares de soya (*Glycine max*) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Majibacoa, Las Tunas. *Pastos y Forrajes*, 36(4), 459-463.
- 

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)

- Rosas, D.et al., (2016). Revalorización de algunos residuos agroindustriales y su potencial de aplicación a suelos agrícolas. *Agroproductividad*, 9 (8), 18-23.
- Santos, M.et al., (2016). Probiotic cell cultivation. *Advances in Probiotic Technology*, 45.
- Saval, S. ( 2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *Bio-Tecnología*, 16(2), 14-16.
- Serventi, L. (2020). Soaking Water Composition. *Upcycling Legume Water: from wastewater to food ingredients (27-39): Springer*. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-030-42468-8>
- Snapp, S. S.et al. (2019). Multipurpose legumes for smallholders in sub-Saharan Africa: Identification of promising 'scale out' options. *Global Food Security*, 23, 22-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2019.03.002>
- Subuola, F.et al.,(2012). Processing and utilization of legumes in the tropics. *Trends in vital food and control engineering*, 71-84. <https://www.intechopen.com/chapters/35126>
- Thian, Z.et al., (2020). Diet supplemented with fermented okara improved growth performance, meat quality, and amino acid profiles in growing pigs. *Food Science & Nutrition*. <http://dx.doi.10.1002/fsn3.1857>
- Tu, C.et al., (2019). Use of kombucha consortium to transform soy whey into a novel functional beverage. *Journal of Functional Foods*, 52, 81-89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.02>
- Valdés, O., & Palacios, O. ( 2016). Evolución y situación actual de plantaciones para biocombustibles perspectivas y retos para México. *Agroproductividad*, 9 (2), 33-41.
- Valdés, P., & Rivera, A. (1997). Evaluación de los parámetros físicoquímicos de las aguas residuales generadas en el procesamiento de la soya en la industria láctea. Informe Técnico 50300101, *Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia*, La Habana. Cuba.
- Vargas, C.et al., (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente *Revista Facultad Ciencias Básicas* 14(1), 1-14.
- Vong, W. C., & Liu, S.-Q. (2016). Biovalorisation of okara (soybean residue) for food and nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, 52, 139-147. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2016.04.011>
- Xiao, Y.et al., (2015). Enhancement of the antioxidant capacity of soy whey by fermentation with *Lactobacillus plantarum* B1–6. *Journal of Functional Foods*, 12, 33-44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2014.10.033>



Zhang, S.et al., (2016). Soy protein isolate-based films reinforced by surface modified cellulose nanocrystal. *Industrial Crops and Products*, 80, 207-213. <http://dx.doi.org/10.1080/13102818.2016.1262751>

Zhu, Y.et al., (2019). Optimization of lactic acid fermentation conditions for fermented tofu whey beverage with high-isoflavone aglycones. *Food Science and Technology LWT*, 111, 211-217. <https://academicjournals.org/physics/publications.php?pid=172531>

---

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>  
[margenes@uniss.edu.cu](mailto:margenes@uniss.edu.cu)