



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIA

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias



“IMPORTANCIA DE LA SOJA (*Glycine max*) EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”

Trabajo de Suficiencia Profesional

Para optar el título profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias

PRESENTADO POR:

Bach. Cristhian Rafael Junior Vásquez Ucañay

ASESOR

Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe

LAMBAYEQUE – PERU

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias



“IMPORTANCIA DE LA SOJA (*Glycine max*) EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”

Trabajo de Suficiencia Profesional

para optar el título profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias

Aprobado por:

M.Sc. James Jenner Guerrero Braco

PRESIDENTE

M.Sc. Ronald Alfonso Gutiérrez Moreno

SECRETARIO

Ing. Gerardo Santamaría Baldera

VOCAL

Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe

ASESOR

AGRADECIMIENTO

A mis padres por brindarme con mucho esfuerzo estudios superiores.

A mis maestros y de manera peculiar al Dr. Luis Pozo Suclupe por su asesoramiento en este Trabajo de Suficiencia Profesional.

A todos aquellos que de manera directa o indirectamente ayudaron a realizar y culminar el presente Trabajo de Suficiencia Profesional.

DEDICATORIA

A mi Señor Jesucristo que ha hecho posible el haber culminado mis estudios y terminar con éxito el presente Trabajo de Suficiencia Profesional.

A mis padres Rafael y Lola, mi hermano Renzo; por que estuvieron a mi lado dándome la confianza y optimismo, apoyo incondicional siempre.

A Sammy, Gabito y Salomé los amores de mi vida y el motivo para superarme cada día.

A mi Papá Julio en el Cielo.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	xii
ABSTRAC	xiii
I INTRODUCCION	01
II OBJETIVOS	03
2.1 Objetivo general	03
2.2 Objetivos específicos	03
III JUSTIFICACIÓN	04
IV MARCO TEÓRICO	05
4.1 La soja	05
4.1.1 Historia de la soja	05
4.1.2 Generalidades	06
4.1.3 Taxonomía de la soja	08

4.1.4	Descripción y características físicas	09
4.1.5	Beneficios de la soja	09
4.1.6	Importancia en alimentación, nutrición y salud humana	10
4.1.6.1	Componentes orgánicos	12
4.1.6.1.1	Proteínas y aminoácidos esenciales	12
4.1.6.1.1.1	Relevancia de las proteínas sobre enfermedades cardiovasculares	15
4.1.6.1.2	Lípidos	16
4.1.6.1.3	Flavonoides: Isoflavonas	17
4.1.6.1.3.1	Isoflavonas: fitoestrógenos – Acción estrogénica	21
4.1.6.1.3.2	Isoflavonas: factores de protección cardiovascular	22
4.1.6.1.3.3	Isoflavonas: fitoquímicos - antioxidantes	24
4.1.6.1.3.4	Isoflavonas: Inhibición enzimática, cáncer y otras acciones	27
4.1.6.1.4	Carbohidratos. Fibra	28
4.1.6.1.5	Vitaminas	28
4.1.6.1.5.1	Vitaminas hidrosolubles	28
4.1.6.1.5.1.1	Tiamina	28
4.1.6.1.5.1.2	Riboflavina (vitamina B2)	30

4.1.6.1.5.1.3	Niacina	32
4.1.6.1.5.2	Vitaminas liposolubles	32
4.1.6.1.5.2.1	Vitamina K	33
4.1.6.1.5.2.2	Vitamina A	33
4.1.6.1.5.2.3	Vitamina E	34
4.1.6.2	Componentes inorgánicos	35
4.1.6.2.1	Potasio	36
4.1.6.2.2	Calcio	36
4.1.6.2.3	Magnesio	37
4.1.6.2.4	Fósforo	38
4.1.6.2.5	Hierro	38
4.1.6.2.6	Sodio	39
4.1.6.2.7	Zinc	39
4.1.6.2.8	Cobre	40
4.1.6.2.9	Flúor	40
4.1.6.2.10	Yodo	40
4.1.7	Industrialización de la soja	41

4.1.7.1 El aceite de soja	41
4.1.7.2 Harina de soja	45
4.1.7.3 Leche de soja	49
4.1.7.4 Okara	49
4.1.7.5 Tofú	73
4.1.7.6 Salsa de soja o Shoyu	50
4.1.7.7 Miso	52
4.1.7.8 Tempeh y similares	53
4.1.7.9 Futuros de los alimentos fermentados	54
4.1.7.9 Aislado proteico	54
4.1.7.10 Salvado	54
4.1.8 Futuro de los alimentos fermentados	54
4.1.9 Restrictores de la proteína de soja	55
V. CONCLUSIONES	58
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Productores mundiales de soja en Millones de Toneladas	07
Tabla 2. Composición de la soja y de sus partes (%)	08
Tabla 3 Taxonomía de la soja	08
Tabla 4 Componentes nutritivos del grano de soja expresado en 100 g	11
Tabla 5 <i>Composición de aminoácidos principales en derivados</i>	13
Tabla 6 Aminoácidos esenciales y no esenciales	14
Tabla 7 Ácidos grasos del aceite de soja	16
Tabla 8 Isoflavonas en derivados de soja	19
Tabla 9 Alimentos importantes procedentes de soja	43
Tabla 10 Aminoácidos en harina de soja	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Glycine max, Recuperado de Chavarría (2010)	06
Figura 2 Partes del grano de soja, recuperado de García y Gómez (2013)	09
Figura 3 Flavonoides y estructura química, recuperado de Das y Rosazza (2006)	18
Figura 4 Isoflavonas en soja, recuperado de Ruiz (2007)	20
Figura 5 17 β Estradiol e isoflavona-genisteína, que se encuentra en soja.	
Similitudes en estructura, recuperado de Cornwell (2004)	21
Figura 6 Isoflavonas y sistema cardiovascular, recuperado de Turner (2004)	23
Figura 7 Protección antioxidante del organismo,	
recuperado de Cassidy y Hooper (2006)	25
Figura 8 Isoflavonas en soja: Actividad antioxidante	
recuperado de Cassidy y Hooper (2006)	26
Figura 9 Tiamina (vitamina B1), recuperado de Herrera y Barbas (2001)	30
Figura 10 Riboflavina (vitamina B2) y sus derivados,	
recuperada de Castillo y Cárdenas (2001)	31

Figura 11 Ácido nicotínico (niacina) y nicotinamida (vitamina B3), recuperado de Rucker (2001)	32
Figura 12 Vitamina K, recuperado de Rucker (2001)	33
Figura 13 Retinol (vitamina A), recuperado de Rucker (2001)	34
Figura 14. Tocoferol (α , β , γ y δ), vitamina E, recuperada de Rucker (2001)	35
Figura 15 Procesamiento del grano de soja, recuperado de Luna (2007)	42
Figura 16 Proceso de extracción de aceite de soja, recuperado de Ridner (2006)	44
Figura 17 Diagrama del proceso de harina de soja, recuperado de Coello (2011)	47
Figura 18 Flujo de operaciones: Izquierda (Método tradicional) y derecha (método continuo), para elaborar debida de soja, recuperado de Chavarría (2010)	48
Figura 19 Diagrama de flujo para la elaboración de tofú, recuperado de Castillo (2010)	50
Figura 20 Diagrama de flujo de la fabricación de salsa de soja, recuperado de Wang y Hesseltine (2002)	51
Figura 21 Flujo de operaciones para elaborar miso, recuperado de Yokotsuka y Sasaki, 2008)	52
Figura 22 Flujo de operaciones para obtener tempeh: método tradicional (izquierda)	

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal Reconocer la importancia de la soja (*Glycine max*) en la industria alimentaria y como objetivos específicos: Conocer la composición químico proximal del grano de soja, Identificar las propiedades funcionales de la soja en favor de la salud del consumidor, Conocer los diferentes derivados a partir de soja y Conocer las restricciones del consumo de soja. Para lo cual se empleó bibliografía referente a este tema donde se tocan temas como: Generalidades, beneficios, nutrientes de interés y salud humana, proteínas de soja como prevención de enfermedades cardiovasculares, isoflavonas como fitoestrógenos – acción estrogénica, isoflavonas como factores de protección cardiovascular, isoflavonas como fitoquímicos antioxidantes, cáncer, inhibición enzimática entre otras acciones e Industrialización de la soja.

Por otro lado, se valoran los diferentes derivados obtenidos a través de procesos en la industria alimentaria para satisfacer las necesidades del consumidor.

Finalmente se dan a conocer la principal restricción del consumo de soja que es su sabor reconocido como “bany flavor” (sabor afrijolado) propia del frijol de soja.

ABSTRAC

The present work had the general objective of recognizing the importance of soy (*Glycine max*) in the food industry and as specific objectives: To know the proximal chemical composition of the soybean, Identify the functional properties of soybeans in favor of the consumer health, know the different derivatives from soybeans and know the restrictions on soy consumption. For which, bibliography on this topic was used where topics such as: Generalities, benefits, nutrients of interest and human health, soy proteins as prevention of cardiovascular diseases, isoflavones as phytoestrogens - estrogenic action, isoflavones as cardiovascular protection factors, are used. isoflavones as antioxidant phytochemicals, cancer, enzyme inhibition among other actions and Industrialization of soybeans.

On the other hand, the different derivatives obtained through processes in the food industry are valued to satisfy consumer needs.

Finally, the main restriction on the consumption of soy is disclosed, which is its taste recognized as "bany flavor" (fruity flavor) typical of soybeans.

I INTRODUCCION

Las legumbres y cereales, plantas pioneras en ser cultivadas como alimento. Desde que el hombre en épocas pre-históricas comprobó que eran un excelente nutriente, habitualmente estuvieron siempre en la dieta del hombre. Adicionalmente las legumbres

En especial las legumbres son nutricional y energéticamente de gran interés y además es económicamente rentable consumirlas directamente que después de su transformación en proteína animal (pescado, huevos, leche y carne). Presentan proteínas de altísimo valor nutricional y, en particular de la soja casi igualan a las de origen animal. Por otro lado, ricos en minerales, fibra dietética, vitaminas solubles en agua y algunos fitoquímicos (García et. al., 2009).

Sin embargo, a pesar de sus ventajas nutricionales, ha habido una tendencia en las últimas cuatro décadas del siglo pasado a reducir el consumo de legumbres. Afortunadamente, este panorama se está gracias a investigaciones que califican su consumo de “saludable (Simon et. al., 2001).

La soja se emplea en Asia en la nutrición humana desde hace muchos años, siendo esencial para el equilibrio nutricional de su población; Se considera una semilla aceitosa y sus principales componentes son las proteínas y las grasas. La proteína es esencial para el crecimiento y reparación de tejidos. “La soja es la leguminosa que tiene la mayor cantidad y calidad de proteína, por lo tanto, se utiliza para fortificar productos de cereales como el maíz y trigo” (Luna, 2007). El aceite se distingue por su elevado contenido en ácido linoleico, esencial para el cuidado de la piel y normal crecimiento, además incluye entre otros

componentes a la lecitina que presenta propiedades curativas en el sistema nervioso y cardiovascular (Luna, 2007).

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Reconocer la importancia de la soja (*Glycine max*) en la industria alimentaria

2.2 Objetivos específicos

- Conocer la composición químico proximal del grano de soja
- Identificar las propiedades funcionales de la soja en favor de la salud del consumidor
- Conocer los diferentes derivados a partir de soja
- Conocer las restricciones del consumo de soja

III JUSTIFICACIÓN

Además de los nutrientes, la nutrición humana contiene una serie de compuestos bioactivos no nutritivos conocidos como fitoquímicos. La soja aporta diversos fitoquímicos que desempeñan un rol sustancial en la disminución del riesgo de promover la incidencia de enfermedades incurables. Tradicionalmente, algunos de estos compuestos se han considerado antifisiológicos, como los inhibidores de tripsina, fitatos, oligosacáridos y saponinas; Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que esto podría ser una generalización, particularmente en el caso de oligosacáridos y saponinas (Torres y Tovar, 2009).

El grano de soja puede ser procesado directamente obteniéndose diversos derivados como: leche, masa, queso, helados, yogurt, maní, café, sopas y ensaladas, entre otros. Por ello, esta investigación resalta su importancia en nutrición y la versatilidad de transformación para formular derivados que permitan satisfacer necesidades de la población.

IV MARCO TEÓRICO

4.1 La soja

4.1.1 Historia de la soja

El descubrimiento de la soja se atribuye a Yuhsuing y Kungkung, 5000 años antes de Cristo, otra teoría atribuye el descubrimiento al emperador ShengNung, quien fue considerado el autor del libro Materia Medica, donde relata las propiedades de este grano (García y Gómez, 2013).

El cultivo de la soja llegó a Estados Unidos a mediados del siglo XVIII, siendo su aceptación en alimentación humana lenta, ya que inicialmente solo se valoraba como alimento para animales. Este punto de vista comenzó a cambiar a principios del siglo XX cuando se da inicio de a su uso en nutrición humana. Con el paso del siglo, la soja entró en la dieta estadounidense, pero esta fue una tarea difícil ya que los productos de soja en ese momento estaban diseñados para el gusto de la población asiática y eran en gran parte desconocidos para la población estadounidense. A lo largo de los años, el sabor de los platos de soja se ha ido adaptando al gusto de los estadounidenses (García y Gómez, 2013).

En América Latina la soja se introdujo como una alternativa para solucionar la desnutrición infantil en familias de bajos recursos, un ejemplo de ello es el desarrollo de la incaparina en Guatemala, que consistía en un suplemento proteico a base de maíz y soja empleado para combatir la desnutrición (García y Gómez, 2013).

La American Soy Association (ASA) se creó con la finalidad de intensificar el cultivo de soja, coordinando actividades para difundir investigaciones que resaltan el valor nutricional de la soja y sus derivados (García y Gómez, 2013).

4.1.2 Generalidades

La soja *Glycine max* (Figura 1) es una semilla importante y en muchos países occidentales se usa para extraer el aceite así como también el restante que es rico en proteínas el cual se usa como alimento en animales, mientras que en el oriente la soja es indispensable para una gran parte de la población (Chavarría, 2010).

Figura 1

Glycine max



Nota. Chavarría (2010)

Por sus propiedades nutricionales, principalmente por su proteína, ha habido un gran desarrollo científico y tecnológico en los últimos años para su uso integral (Chavarría, 2010).

Hay tres especies principales: *Glycine ussuriensis* en la naturaleza, *Glycine max* en cultivo y *Glycine gracilis* intermedia. *Glycine max* es el más desarrollado del mundo (Becerra, 2007).

Los principales países productores de soja son Estados Unidos de América, Brasil, China y Argentina, representando el 88% de la producción mundial (Becerra, 2007).

Tabla 1

Productores mundiales de soja en Millones de Toneladas

PAIS	2019/20
BRASIL	125.00
USA	96.84
ARGENTINA	53.00
CHINA	18.10
PARAGUAY	9.90
PRINCIPALES EXPORTADORES MUNDIALES DE SOJA	
PAIS	2019/20
BRASIL	77.00
USA	49.67
ARGENTINA	8.20
PARAGUAY	5.90

Nota. Becerra (2007)

La semilla de soja es esférica con un diámetro entre 8 y 10 mm, de color amarillo, presentando algunas variedades una mancha negra (Chavarría, 2010).

La soja está conformada por tres fracciones: la cascarilla, que representa el 8% del peso total de la semilla, el hipocótilo 2% y el cotiledón 90% en esta última, el aceite se encuentra en pequeños compartimentos, denominados esferosomas, de 0,2 a 0,3 μ , y que a su vez se encuentran dispersos entre los cuerpos proteicos de mayor tamaño, compuestos por aproximadamente 98 % de proteínas y algunos lípidos y ácido fítico (Chavarría, 2010).

Tabla 2*Composición de la soja y de sus partes (%)*

Componentes	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Cenizas	Constituyentes de la semilla
Soja total	40	21	34	4.9	-
Cotiledón	43	23	29	5.0	90
Cascarilla	9	1	86	4.4	8
Hipocotilo	41	11	43	4.3	2

Nota. Chavarría (2010)

4.1.3 Taxonomía de la soja

Según García y Gómez (2013), la clasificación taxonómica de soja se muestra a continuación.

Tabla 3*Taxonomía de la soja*

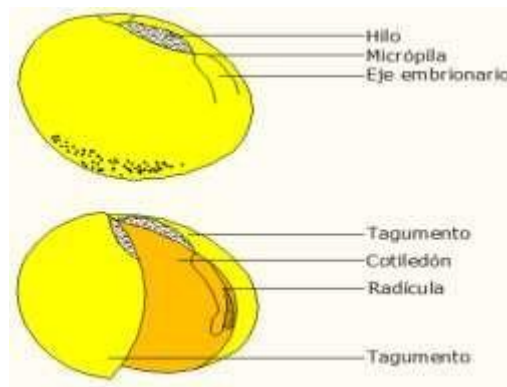
Nombre común	Soja o soja
Nombre científico	<i>Glycine max</i>
Clase	<i>Angiospermae</i>
Sub clase	<i>Dicotyledoneae</i>
Orden	Leguminosas
Familia	Rosales
Género	<i>Glycine</i>
Especie	<i>max</i>

Nota. García y Gómez (2013)

4.1.4 Descripción y características físicas

Figura 2

Partes del grano de soja



Nota. García y Gómez (2013)

La planta de soja puede crecer de 20 cm a 2 metros de altura; las vainas, tallos y hojas están cubiertos de finos pelos de color marrón o gris. Las hojas son trifoliadas, con 3- folíolos por hoja, y los folíolos miden 6-15 cm de largo y 2-7 cm de ancho. Las flores grandes, discretas y autofértiles surgen en la axila de la hoja y son blancas, rosadas o moradas (Zea, 2010).

El fruto es una vaina peluda que crece en grupos de 3-5, cada vaina mide 3-8 cm de largo y generalmente contiene 2-semillas (más raras) de 8-10 mm de diámetro (Zea, 2010).

4.1.5 Beneficios de la soja

López (2011), indica que la soja presenta alrededor de 38% proteínas, 30% carbohidratos, 18% aceite, siendo además una buena fuente de hierro, calcio, fósforo y fibra dietética.

También aporta vitaminas B₁, B₂, B₆, E, contienen otros compuestos beneficiosos para la salud, siendo uno de los pocos vegetales con proteínas completas.

Según Knishinsky (2000), “los fitoquímicos o fitonutrientes son elementos químicos obtenidos de plantas y que han sido identificados como elementos activos para prevenir enfermedades”.

Según García y Gómez (2013), los beneficios de consumir soja incluyen reducir el colesterol, previene el cáncer, reduce el riesgo de enfermedad coronaria, ayuda a mantener los huesos sanos, alivia síntomas de la menopausia en algunas mujeres, el contenido de lecitina puede ayudar a controlar la diabetes y las enfermedades renales, y también ayuda a perder peso.

4.1.6 Importancia para el Ser humano (como alimento, como nutriente y para la salud humana)

La soja es una leguminosa de un incomparable valor nutricional que presenta 10% agua, 4-5% minerales (fósforo y potasio), y gran número de componentes orgánicos, destacando las proteínas (alrededor de 35%). Proteína que casi duplica a la de la carne (20%), cuadruplica a la de los huevos y doce veces mayor que la leche. También presenta un contenido de aceite que bordea el 20 %, conformado por triglicéridos de ácidos grasos poliinsaturados, fosfolípidos de unos 2-5%, la lecitina de forma principal y otros lípidos como esteroides que disminuyen la absorción de colesterol. No presenta colesterol (Prieto, 2011).

A su vez contiene vitaminas como niacina, ácido pantoténico y tiamina del complejo B, Vitamina E (tocoferoles) y vitamina A (carotenoides).

Tabla 4

Componentes nutritivos del grano de soja expresado en 100 g

Componente	Cantidad
Energía (Kcal)	416
Proteínas (g)	36
Carbohidratos (g)	30
Fibra (g)	9
Grasas totales (g)	20
Lípidos poliinsaturados (g)	11
Lecitina (g)	1-5
Colesterol (mg)	0
Sodio (mg)	5
Potasio (mg)	1.700
Calcio (mg)	277
Magnesio (mg)	240
Hierro (mg)	16
Zinc (mg)	3
Fósforo (mg)	580
Yodo (mg)	6
Flúor (mg)	130
Cobre (mg)	406
Tiamina (vitamina B1) (mg)	0,85
Riboflavina (vitamina B2) (mg)	0,4
Niacina (mg)	3
Vitamina K (mg)	190
Vitamina A (UI)	94
Vitamina E (mg)	13,3
Isoflavonas (mg)	200-300

Nota. Calvo (2006) y American Soybean Association (2006)

Finalmente, contiene cantidades importantes de compuestos fenólicos, esencialmente flavonoides y antocianinas. En los flavonoides resaltan: las isoflavonas genistina precursor de genisteína y la daidzina precursoras de daidzeína, así también glicicina. La genisteína y la daidzeína se conocen como fitoestrógenos, ya que producen sobre el ser humano efectos parecidos a los estrógenos de origen animal (Prieto, 2011).

4.1.6.1 Componentes orgánicos

4.1.6.1.1 Proteínas y aminoácidos esenciales

Las proteínas representan la materia orgánica más cuantiosa del organismo humano, alcanzando el 50% de peso seco de los tejidos. Su papel es fundamental, pues no existe proceso fisiológico en el que las proteínas no influyan de una u otra manera. En efecto, las moléculas principales están formadas por proteínas en procesos muy diferentes: hormonas, transportadores, enzimas, anticuerpos, receptores celulares, etc. (Prieto, 2011).

Las proteínas están formadas por la unión de aminoácidos a través de enlaces peptídicos y, a su vez, por hidrólisis, las proteínas se descomponen en aminoácidos. Se componen esencialmente de hidrógeno, oxígeno, carbono y nitrógeno. Se conoce que los aminoácidos que forman las proteínas son 20 y de ellos 11 se consideran no prescindibles para los niños y 12 para los adultos, ya que podemos sintetizarlos o formarlos y, por tanto, su estancia en las comidas no es imprescindible. Los 9 que quedan no pueden ser sintetizados por lo que se son llamados aminoácidos esenciales, y por tanto tienen que estar presentes en nuestra dieta de forma habitual. (Prieto, 2011).

Tabla 5

Composición de aminoácidos principales en derivados de soja en mg/100 gramos de proteínas

Aminoácido	Grano entero de soja	Harina de soja	Concentrado de soja	Aislado de soja	Bebida de soja
Isoleucina	35	46	48	49	46
Leucina	79	78	79	82	79
Lisina	62	64	64	64	60
Metionina y Cisteína	21	26	28	26	16
Fenilalanina y Tirosina	87	88	89	92	80
Treonina	41	39	45	38	40
Triptofano	n/a	14	16	14	N/A
Valina	37	46	50	50	48

Nota. ASA. American Soybean Association (2006)

Tabla 6*Aminoácidos esenciales y no esenciales*

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos no esenciales
Isoleucina	Alanina
Leucina	Arginina
Lisina	Asparagina
Metionina	Ácido aspártico
Fenilalanin	Cistina
Treonina	Ácido glutámico
Triptófano	Glicina
Valina	Prolina
Histidina (en niños)	Serina
	Tirosina
	Histidina (en adultos)

Nota. ASA. American Soybean Association (2006)

Se denomina “proteínas completas” a aquellas que contienen todos los aminoácidos esenciales y generalmente presentes en fuentes de origen animal: huevos, carne y derivados lácteos. Las proteínas vegetales son consideradas "proteínas incompletas", pues no aportan todos los aminoácidos esenciales. La disparcialidad entre la soja y otras legumbres es debido a que la soja presenta ocho aminoácidos esenciales, careciendo de metionina, deficiencia que puede ser aliviada complementando la dieta con alimentos como trigo, huevos, arroz y leche (Prieto, 2011).

4.1.6.1.1.1 Relevancia de las proteínas sobre problemas cardio-vasculares

Los ensayos en personas (epidemiológicos) y animales de laboratorio han permitido concluir que la proteína de soja tiene un impacto positivo en el nivel de grasas plasmático y ocasiona varios efectos anti-aterogénicos, previniendo la acumulación de lípidos en arterias. El consumo de proteína de la soja disminuye el colesterol total, colesterol LDL y triglicéridos, mientras que incrementa el colesterol HDL. Su acción antioxidante, disminuye la probabilidad de padecer enfermedades cardiovasculares. Anderson (2005) y Kanazawa, (2005) explican que la manera por la cual se realiza la disminución de lípidos es por el incremento de receptores de lipo-proteínas LDL, provocando una fuga rápida de lipoproteínas y como resultado se obtiene menor cantidad en la sangre.

Otros estudios recientes han concluido que las isoflavonas de soja, que están asociadas con proteínas, se adhieren a la proteica, pueden contribuir a su efecto hipolipemiente (Nagasawa, 2002).

4.1.6.1.2 Lípidos

La soja presenta un alto índice de ácidos grasos (AG) insaturados, entre ellos: el ácido oleico, fundamental representante de los AG monoinsaturados, y dos AG poliinsaturados, el ácido linoleico (18: 2, ω 6) y el ácido linolénico (18: 3, ω 3). Estos dos últimos considerados esenciales pues el organismo humano no puede sintetizarlos.

Tabla 7

Ácidos grasos del aceite de soja

Ácidos grasos saturados	Composición (%)
Ácido láurico (12:0)	Trazas
Ácido mirístico (14:0)	Trazas
Ácido palmítico (16:0)	11,0
Ácido esteárico (18:0)	4.1
Ácidos grasos insaturados	Composición (%)
Ácido araquidónico (20:4 ω -6)	Trazas
Ácido palmitoleico (16:1)	Trazas
Ácido oleico (18:1)	22,0
Ácido linoleico (18:2 ω -6)	54,0
Ácido linolénico (18:3 ω -3)	7,5

Nota. Lada y Rudel (2003)

El ácido linoleico es el sustrato para la síntesis de los diversos AG de la denominada "serie ω 6", entre ellos el ácido araquidónico, a partir del cual se forman las prostaglandinas (Herrera, 2001). El ácido linolénico a su vez es el medio para la elaboración de los ácidos

grasos de la "serie $\omega 3$ ", como los AG $\omega 3$ característicos de lípidos de pescado: ácido eicosapentaenoico y docosahexaenoico (Herera, 2001). “Tanto el ácido oleico como los AG de la serie $\omega 3$ son conocidos por sus efectos antiaterogénicos, por lo que su abundancia en la soja contribuye activamente a la prevención de enfermedades cardiovasculares” (Lada y Rudel, 2003). Es vital que los AG poli-insaturados contenidos en la soja contienen lecitina (De Caterina y Massaro, 2005).

Los beneficios del consumo de lecitina (Sachan, 2005), incluyen:

- En el cerebro, la lecitina colina se convierte en acetil-colina, que es un neuro-transmisor. A esto se le ha atribuido el efecto defensor y fortalecedor del sistema nervioso por la lecitina.
- En el hígado, la lecitina colina favorece el metabolismo de las grasas, evitando la infiltración. Una deficiencia de colina está asociada con el desarrollo de hígado graso e incluso cirrosis hepática.
- Facilita la movilización y oxidación de las grasas endógenas, ayudando a prevenir su acumulación.
- Ayuda a corregir las deficiencias de colina que pueden causar degeneración hemorrágica en los riñones.
- Gracias a su acción emulsionante, la lecitina favorece la absorción intestinal de grasas.

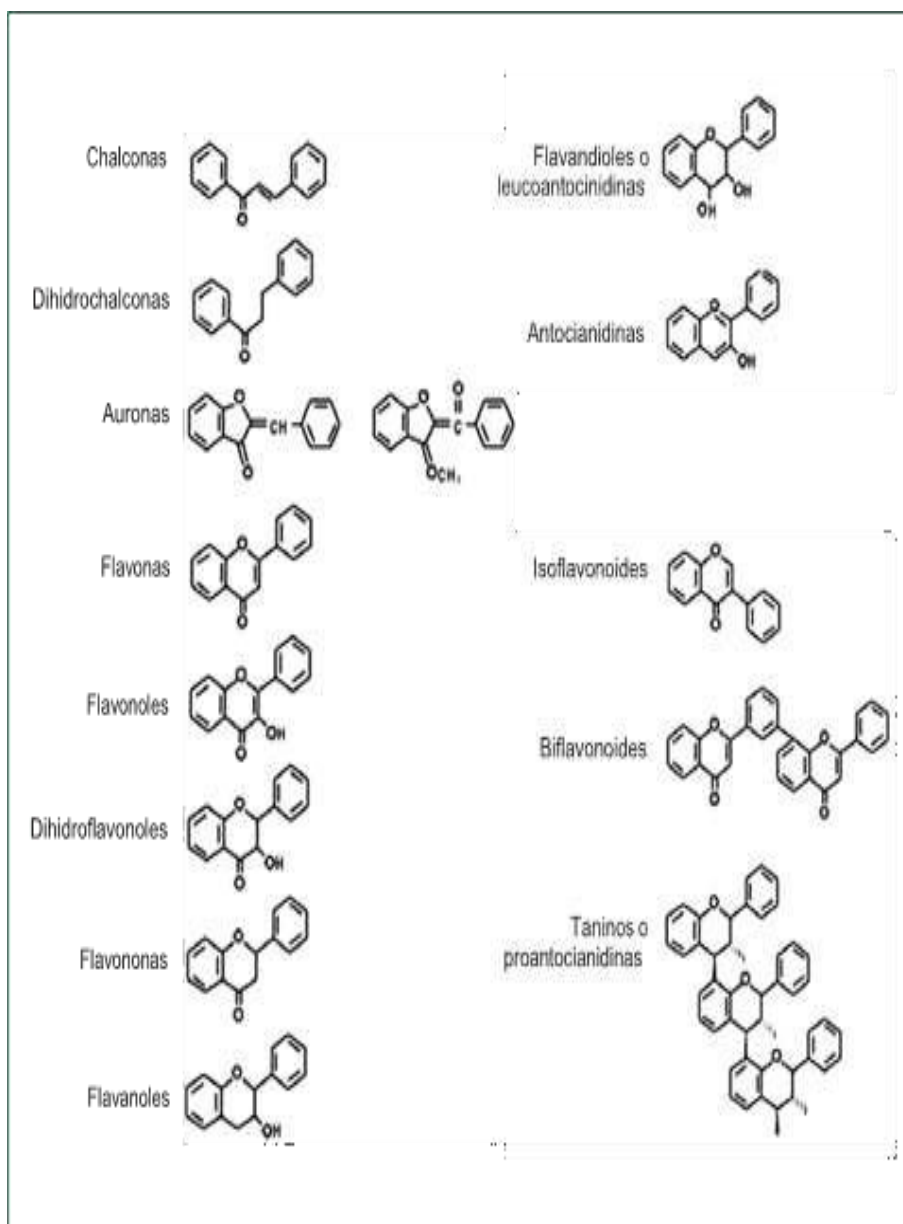
4.1.6.1.3 Flavonoides: Isoflavonas

Los flavonoides son metabolitos secundarios de todas las plantas, presentes desde el tallo y todas las partes de las plantas incluidas las flores, en los que juegan un papel primordial, ya

que influyen en el crecimiento y separación de tipos de plantas. “Son abundantes en acerola, brócoli, cereza, escarola, naranja, puerro, rábano, remolacha, uva, té verde y negro, en bebidas como vino tinto y cerveza, y en los derivados de soja (leche, tofu, habas, frijoles, proteínas vegetales estructuradas, harinas y miso” (Ruiz, 2007).

Figura 3

Flavonoides y estructura química



Nota. Das y Rosazza (2006)

“Casi todos los flavonoides se encuentran en las plantas como precursores inactivos, siendo necesaria su biotransformación para tener acción saludable. Las reacciones de biotransformación para la activación de precursores tienen lugar en la luz intestinal, por enzimas de origen bacteriano” (Das y Rosazza, 2006).

Tabla 8

Isoflavonas en derivados de soja

Producto	Contenido de isoflavonas
Soja	128
Harina de soja (texturizada)	148
Harina de soja (desgrasada)	131
Harina de soja con grasa	178
Harina de soja con grasa (tostada)	199
Concentrado de soja (extracción alcohólica)	12
Concentrado de soja (extracción acuosa)	102
Proteína de soja aislada	97

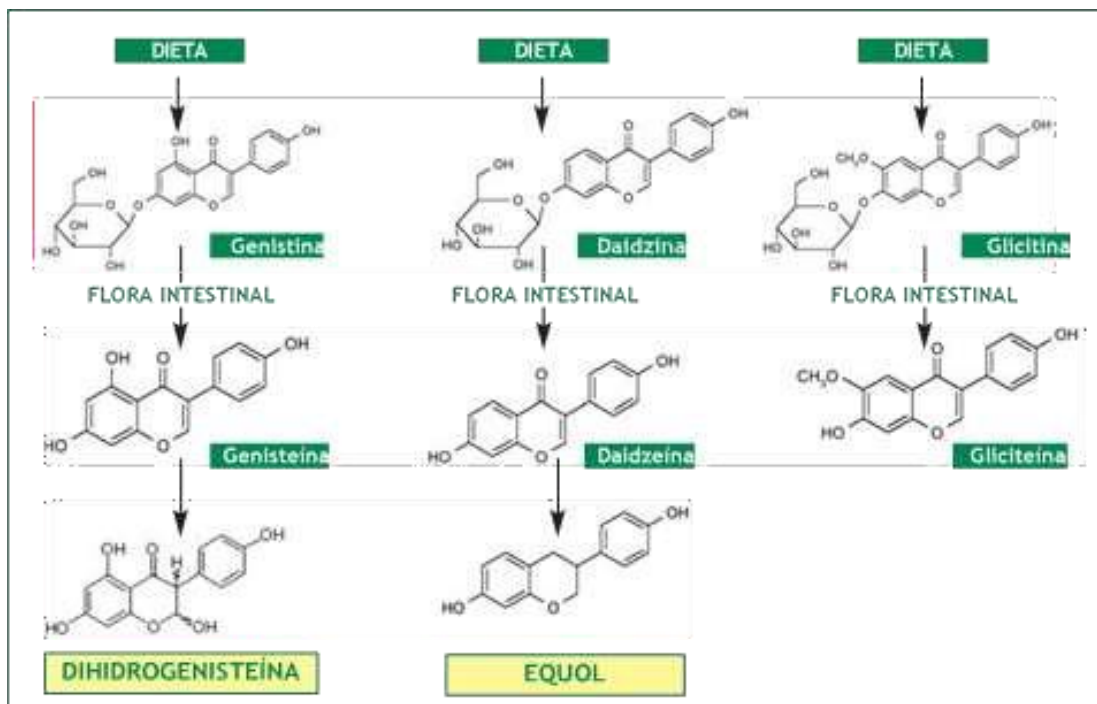
Nota. ASA (2006)

Las isoflavonas son los flavonoides más abundantes y terapéuticamente interesantes, la soja es alimento que tiene mayor cantidad de isoflavonas. Está presentes en todos sus derivados, con cifras por ejemplo de 300 mg / 100 g en semilla seca y aproximadamente 150-200 mg / 100 g en harina de soja (tabla 9). Se hallan unidas a las proteínas en la semilla, por lo que después de la extracción de alcohol del concentrado de soja prácticamente dejan de existir en la misma (< 20 mg / 100 g). En los productos de soja hay tres iniciadores glicosilados

(genistina, daidzina y glicitina) de las tres isoflavonas más abundantes: genisteína, daidzina y gliciteína, respectivamente (Omoni y Aluko, 2005).

Figura 4

Isoflavonas en soja



Nota. Ruiz (2007)

La biotransformación de las isoflavonas es diferente en cada organismo, y se piensa que a mayor capacidad para sintetizar dihidrogenisteína a partir de genisteína y especialmente para obtener equol a partir de daidzeína, más elevada es la actividad biológica. y terapéutica de las isoflavonas en su cuerpo (Das y Rosazza, 2006).

En los últimos años investigaciones demostraron que ingiriendo regularmente isoflavonas de soja se producen efectos positivos sobre la salud, destacando:

- Actividad estrogénica.

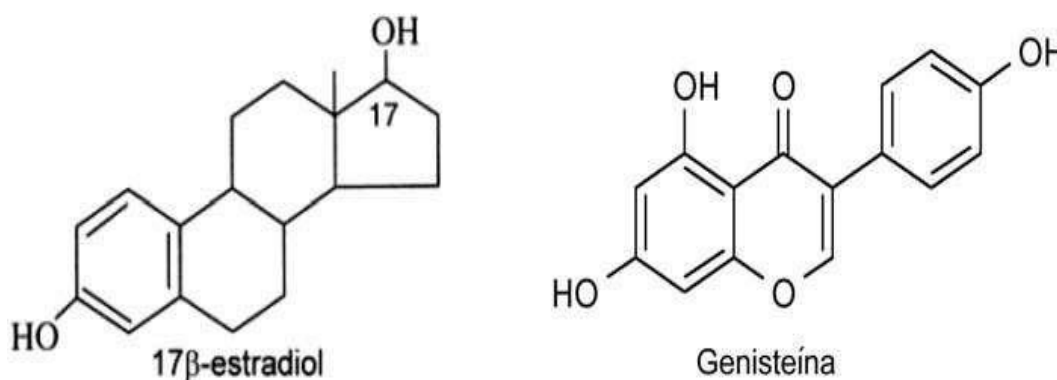
- Disminución de probabilidad de enfermedades cardiovasculares.
- Actividad antioxidante.
- y otros efectos sobre la salud.

4.1.6.1.3.1 Isoflavonas: Fito estrógenos – Acción estrogénica

La genisteína y daidzeína, comparten propiedades en su estructura y en sus funciones con los flavonoides, y realizan acciones fisiológicas iguales a ellos en el organismo, distinguiéndose de los otros por su efecto estrogénico, indicado precedentemente. Es justamente esta acción estrogénica específica de las isoflavonas, aunque es baja en comparación con los estrógenos animales. Reciben el nombre de fitoestrógenos (estrógenos de origen vegetal) (Cornwell, 2004).

Figura 5

Parecidos estructurales del 17β estradiol y isoflavona genisteína, presente en soja.



Nota. Cornwell (2004)

Los fitoestrógenos y el 17β -estradiol presentan una estructura química similar (Figura 5), este último es una hormona animal que está en el grupo de los estrógenos (hormonas sexuales femeninas), que regulan el mantenimiento, funciones y crecimiento de los órganos reproductores femeninos, características sexuales secundarias femeninas y los ciclos de actividad sexual (Cornwell, 2004).

“Por estas razones, los fitoestrógenos se incluyen como tratamiento sintomático de menopausia, pues los fitoquímicos, a diferencia de la Terapia Hormonal Sustitutiva (THS), tienen efectos positivos y semejantes al estradiol sobre: funcionalidad de la mama. ovarios, endometrio, próstata, tejido vascular, óseo y células aisladas” (Omoni y Aluko, 2005). “Aunque las isoflavonas de soja son menos terapéuticas que el estradiol, altos niveles en sangre pueden producir una variedad de efectos fisiológicos” (Simon et. al., 2001).

4.1.6.1.3.2 Isoflavonas: factores de protección cardiovascular

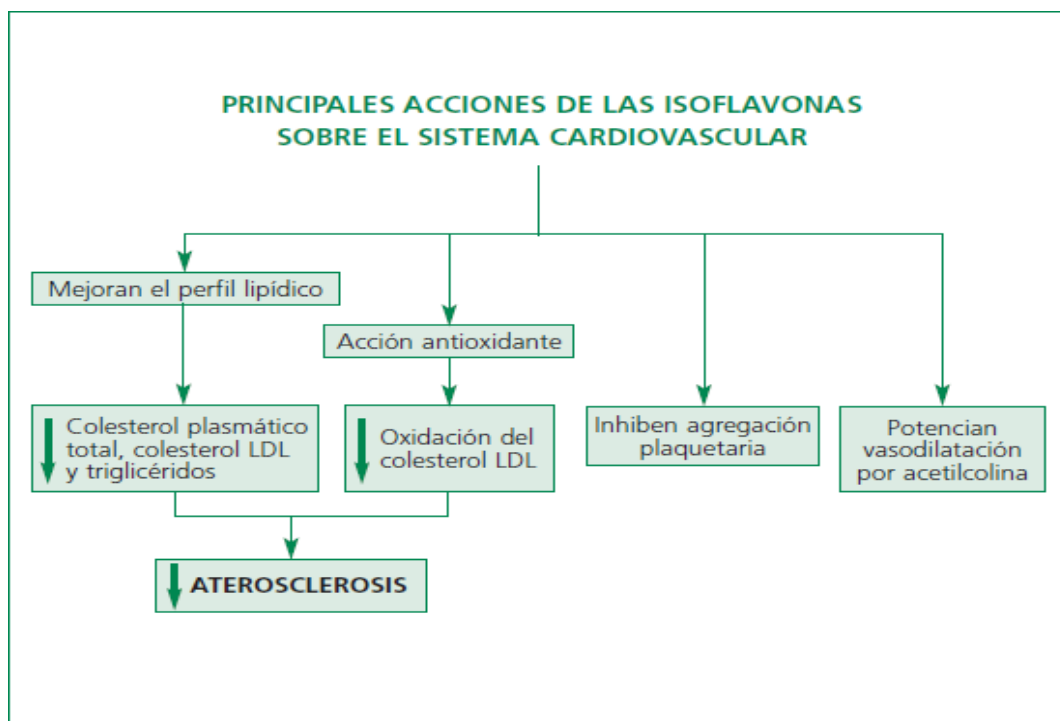
Después de la menopausia, hay un aumento significativo en el riesgo de enfermedad cardiovascular en las mujeres. Los fitoestrógenos reducen este riesgo, pues las isoflavonas actúan sobre el sistema vascular, directamente interactuando con los receptores de estrógenos de la pared del sistema vascular como indirectamente cambiando el perfil de lipoproteínas circulantes o previniendo la oxidación de las lipoproteínas LDL (Rubanyi, 2002). “Investigaciones clínicas demuestran que las isoflavonas de soja reducen el riesgo de enfermedad cardiovascular principalmente a través de los siguientes efectos” (Turner, 2004).

- “Efecto hipolipemiante y mejora del perfil lipídico al bajar el colesterol total, por acción conjunta de las proteínas e isoflavonas de soja (Cassidy y Hooper, 2006).

- “Efectos antiaterogénicos indirectos, debido a los efectos antioxidantes de las isoflavonas, protegiendo las lipoproteínas LDL de la oxidación” (Kanazawa, 2005; Cassidy y Hooper, 2006).
- “Efecto antitrombótico, inhibición de la agregación plaquetaria al inhibir la unión del tromboxano A₂ a su receptor plaquetario, lo que reduce el riesgo de tromboembolismo” (Cornwell, 200).
- “Acción vasodilatadora que potencia la respuesta a la acción vasodilatadora de la acetilcolina, pues las isoflavonas disminuyen la formación de endotelina 1, péptido vasoconstrictor, y la concentración de calcio intracelular libre, relajando la musculatura lisa de la pared vascular” (Cassidy y Hooper, 2006).

Figura 6

Isoflavonas y sistema cardiovascular



Nota. Turner (2004)

4.1.6.1.3.3 Isoflavonas: fito-químicos antioxidantes

Los fito-estrógenos de soya, así como los otros flavonoides actúan como antioxidante en seres vivos. La quercetina, catequina, rutina, genisteína y daidzeína tienen efecto antioxidante, por ejemplo, la quercetina con 4,7 mM (medido con Trolox) es 5 veces superior a las vitaminas E,C, con solubilidad en agua muy parecido a la vitamina E (Opara y Rockway, 2006). La capacidad antioxidante de los flavonoides se debe principalmente a que contienen un número variable de grupos hidroxilo fenólicos en su estructura química, porque son muy buenos iniciadores del hierro y otros metales de transición, y lo más importante porque tienen una capacidad excepcional para varios de radicales libres de O₂, tales como radicales superóxido e hidroxilo, hidroperóxidos, peróxidos de lípidos y otros radicales, secuestran y neutralizan directamente; su característica es su gran desequilibrio energético, lo que los convierte en agentes altamente reactivos con gran poder oxidativo y generar daño celular (Chen, 2005).

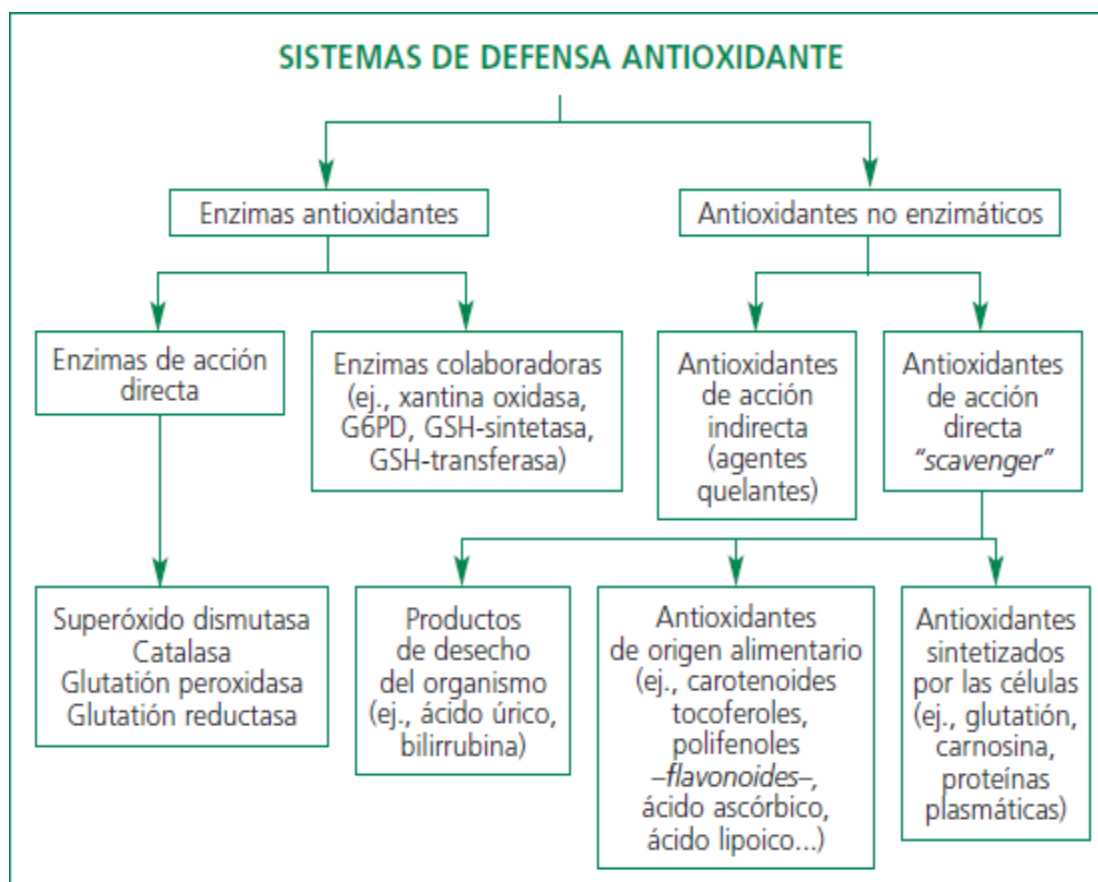
“La actividad antioxidante de las isoflavonas evita la oxidación de células por radicales libres, presentando la genisteína la mejor actividad in vitro (genisteína>daidzeína=equol>genistina = biocanina A = daidzina>formononetina; esta última apenas tiene efecto antioxidante” (Ruiz, 2007).

“La mayoría de los radicales libres surgen como resultado del metabolismo del cuerpo durante la respiración celular, que tiene lugar en las mitocondrias. Los radicales también se generan en el retículo endoplásmico, en las células fagocíticas” (Ruiz, 2007). Además, numerosos agentes externos como las radiaciones ionizantes, diversas moléculas de polución ambiental y fenómenos de polución, humo de tabaco, diversos compuestos tóxicos como

pesticidas, venenos, algunas sustancias de transición se generan metales como el hierro y el cobre así como ciertos fármacos favorecen o inducen la formación de radicales libres y daño oxidativo, que es una de las causas implicadas en el desarrollo de más de 100 enfermedades degenerativas como las enfermedades cardiovasculares, el Alzheimer , hipertensión arterial, diabetes, artrosis, enfermedades inflamatorias, cataratas o cáncer (Ruiz, 2007).

Figura 7

Protección antioxidante del organismo



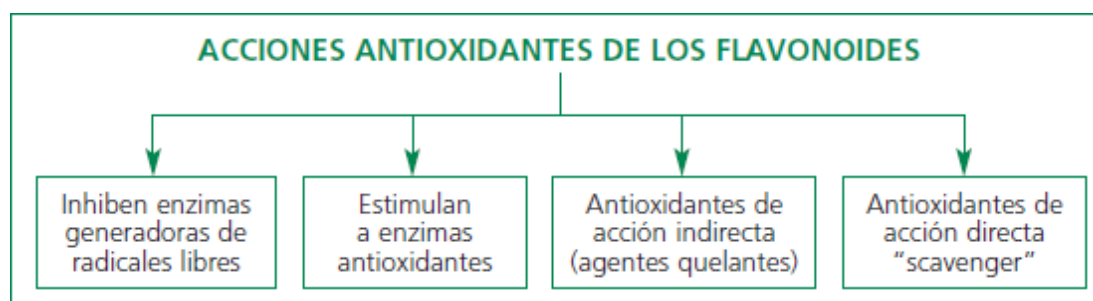
Nota. Cassidy y Hooper (2006)

“La defensa antioxidante del cuerpo es enzimática y no enzimática (Figura 7); Los primeros están compuestos por cuatro enzimas que actúan en cadena para desactivar los radicales libres: superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT), glutatión peroxidasa (GPx) y glutatión reductasa (GR)” (Opara y Rockway, 2006). “El sistema antioxidante no enzimático a su vez consta de varias sustancias en concentraciones bajas presentes en las células que evitan, inhiben, taponean o impiden su oxidación de lípidos, ADN y proteínas, evitando la formación de nuevos radicales libres” (Opara y Rockway, 2006). El sistema antioxidante no enzimático comprende una amplia gama de compuestos de bajo peso molecular, tanto directa como indirectamente, de los alimentos o de síntesis endógena, que incluyen glutatión, vitamina E (α -tocoferol), vitamina C (ácido ascórbico), vitamina A (transretinol). / β -caroteno), melatonina ..., (Opara y Rockway, 2006).

En la figura 8 se muestran los mecanismos antioxidantes de los flavonoides

Figura 8

Isoflavonas en soja: Actividad antioxidante



Nota. Cassidy y Hooper (2006)

La eficiencia antioxidante de los flavonoides en soja -como otros polifenoles- se debe a su naturaleza anfifílica, es decir, son liposolubles y solubles en agua y se disuelven en los lípidos de las membranas celulares, que las protegen del ataque oxidativo de los radicales libres

(Pansini, 2005). “Dado que son solubles en medios acuosos como el plasma sanguíneo y el citoplasma celular, evitan la oxidación de las proteínas plasmáticas y otros compuestos disueltos” (Markovits, 2009).

“Debido a esto, a diferencia de otros antioxidantes no anfífilos, las isoflavonas de soja pueden atravesar la barrera hematoencefálica y proteger las células cerebrales, que son muy sensibles al daño de los radicales libres” (Chen, 2005).

4.1.6.1.3.4 Isoflavonas: Inhibición enzimática, cáncer y otras acciones

“Además de los efectos estrogénicos y antioxidantes, estudios clínicos y experimentales in vivo e in vitro demuestran que las isoflavonas de soja, específicamente genisteína, inhiben la actividad de numerosas enzimas celulares de importancia funcional, como la tirosina quinasa” (Yang, 2006).

“Finalmente, los estudios experimentales y epidemiológicos han demostrado que las personas que consumen grandes cantidades de isoflavonas tienen menor incidencia de varios tipos de cáncer: de mama y el de próstata” (Beral, 2003).

“También se ha demostrado que una dieta rica en soja aumenta la memoria a corto y largo plazo, así como la flexibilidad mental en los estudiantes” (File, 2001).

“Así también se observó mejoras cognitivas en mujeres posmenopáusicas tratadas con isoflavonas de soja, aunque no experimentaron cambios en sus síntomas: temperamento o la vigilia. Esto indica una mejora en las funciones del lóbulo frontal del cerebro” (Duffy, 2003).

4.1.6.1.4 Carbohidratos. Fibra

La fibra dietética es una dieta que consiste principalmente en carbohidratos estructurales de células vegetales no hidrolizables en el intestino de interés para la comunidad científica; Este interés ha llevado al desarrollo de alimentos ricos en fibra y suplementos dietéticos en los últimos años. Su interés radica en los beneficios para la salud, pues son sustratos fermentecibles de microorganismos como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus sp.*, bacterias que conforman la flora intestinal y que se encuentran sujeta a la fermentación de la fibra para generar un efecto prebiótico en el hospedador debido a los efectos locales y sistémicos asociados con su acumulación (Slavin, 2001).

“La soja contiene carbohidratos solubles e insolubles. La fracción soluble imparte el sabor característico. Sin embargo, los oligosacáridos de la soja están ganando importancia como ingredientes prebióticos pues estimulan el crecimiento de bacterias beneficiosas en el colon, principalmente bifidobacterias” (Slavin, 2001).

4.1.6.1.5 Vitaminas

4.1.6.1.5.1 Vitaminas hidrosolubles

4.1.6.1.5.1.1 Tiamina

Funciones bioquímicas

Siempre se llevan a cabo en forma de piro-fosfato de tiamina (TPP), que actúa en las reacciones metabólicas claves, especialmente en los procesos de descarboxilación oxidativa

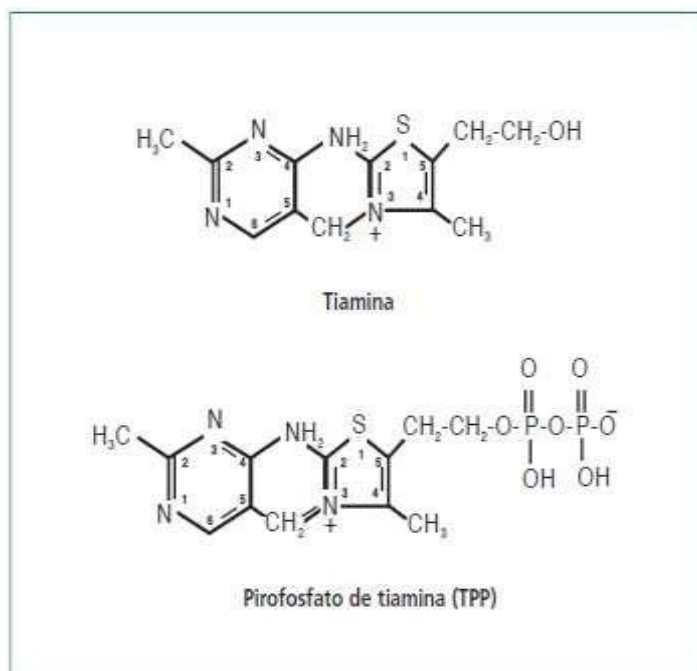
de α -cetoácidos. Las siguientes reacciones se pueden identificar en estos procesos (Castillo y Cárdenas, 2001):

- “Oxidación descarboxilativa de piruvato, catalizada por piruvato deshidrogenasa, esta reacción ocupa un lugar central en el metabolismo, por lo que su curso determina el uso oxidativo del ácido pirúvico derivado de la glucólisis” (Rucker, 2001). Y es así como el ácido pirúvico se convierte en Acetil-CoA, que no solo es el sustrato principal del ciclo del ácido cítrico, sino que también se usa para sintetizar ciertos aminoácidos y ácidos grasos (Rucker, 2001).
- “Oxidación descarboxilativa del ácido α -cetoglutarico, catalizada por la α -cetoglutarato deshidrogenasa. Esta reacción es parte del ciclo del ácido cítrico en el que se forma la succinil-coenzima A, que también es un sustrato para reacciones metabólicas esenciales” (Rucker, 2001).
- “Oxidación descarboxilativa de α -cetoácidos ramificados, catalizada por las correspondientes deshidrogenasas” (Rucker, 2001).

Funciones neurofisiológicas

“La timina presenta dos funciones neurofisiológicas: en el metabolismo de cuatro neurotransmisores (aspartato, ácido aminobutírico, acetilcolina y glutamato) y la segunda en la conducción nerviosa” (Castillo y Cárdenas, 2001).

Las funciones de la tiamina muestran su esencia en numerosos procesos corporales, por lo que su deficiencia conduce a multitud de enfermedades: insuficiencia cardíaca, músculos débiles, neuropatía periférica y central así como enfermedades gastro-intestinales.

Figura 9*Tiamina (vitam. B₁)*

Nota. Herrera y Barbas (2001)

4.1.6.1.5.1.2 Riboflavina (vitamina B₂)

“Esta vitamina fue originalmente reconocida como factor de crecimiento amarillo, porque había demostrado su efecto preventivo en el desarrollo de pelagra en animales deficientes en ella” (Castillo y Cárdenas, 2001).

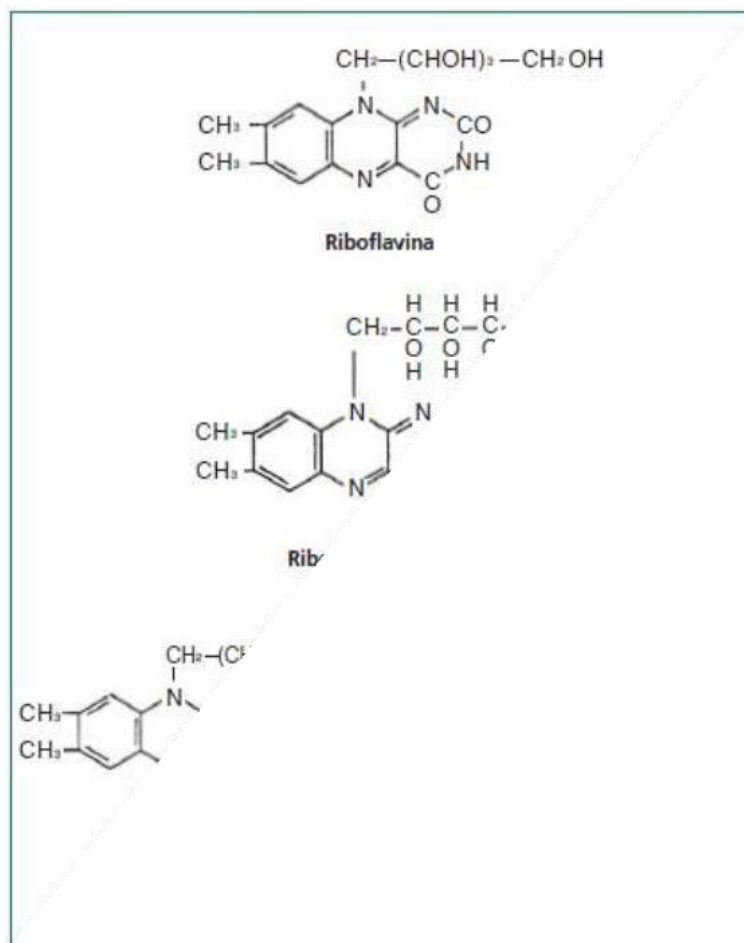
“La riboflavina también participa en el metabolismo del ácido fólico y en la inactivación de la homocisteína, contribuyendo así a prevenir las enfermedades vasculares causadas por un exceso de homocisteína” (Castillo y Cárdenas, 2001).

“La riboflavina se absorbe metabólicamente en la parte superior del tracto gastrointestinal mediante un mecanismo de transporte activo y una vez en la sangre se une a una albúmina

débilmente y más fuertemente a las globulinas” (Castillo y Cárdenas, 2001). Se excreta en la orina en forma de riboflavina o sus derivados (Castillo y Cárdenas, 2001).

Figura 10

Riboflavina (vitamina B₂)



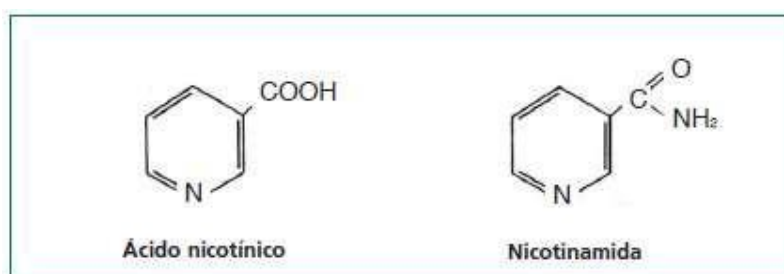
Nota. Castillo y Cárdenas (2001)

4.1.6.1.5.1.3 Niacina

“La niacina o el ácido nicotínico y su amida, la nicotinamida, son derivados no tóxicos del alcaloide de la nicotina, y previenen el desarrollo de pelagra, en poblaciones con un alto consumo de maíz” (Rucker, 2001).

Figura 11

Ácido nicotínico (niacina) y nicotinamida (vitamina B₃)



Nota. Rucker (2001)

“Además de ser sustrato en la síntesis de niacina, el ácido nicotínico impide la lipólisis del tejido adiposo y, como resultado, se emplea como agente hipolipemiante en pacientes hiperlipidémicos, siendo un factor de prevención de enfermedades cardiovasculares (Rucker, 2001).

4.1.6.1.5.2 Vitaminas liposolubles

“Por su carácter liposoluble, la absorción intestinal de todas las vitaminas pertenecientes a este grupo se da simultáneamente con los lípidos de los alimentos y depende de la bilis y jugo pancreático” (Rucker, 2001).

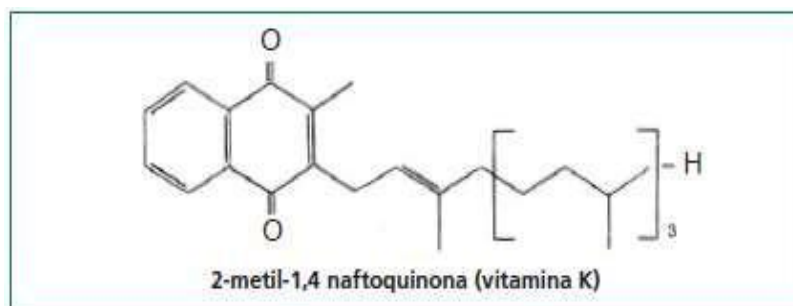
4.1.6.1.5.2.1 Vitamina K

Se la conoce como vitamina antihemorrágica, la denominación como "vitamina K" se le da al compuesto 2-metil-1,4 naftoquinona y sus derivados (Rucker, 2001).

Aunque la vitamina K se concentra en el cuerpo y se almacena principalmente en el hígado, se distribuye en todo el cuerpo. El más importante efecto de la vit. K es facilitar la acción de la γ -glutamyl carboxilasa, que cataliza la carboxilación de los residuos de ácido glutámico en las proteínas precursoras de protrombina y, por lo tanto, inicia la cascada de formación del factor de coagulación (Rucker, 2001).

Figura 12

Vitamina K



Nota. Rucker (2001)

4.1.6.1.5.2.2 Vitamina A

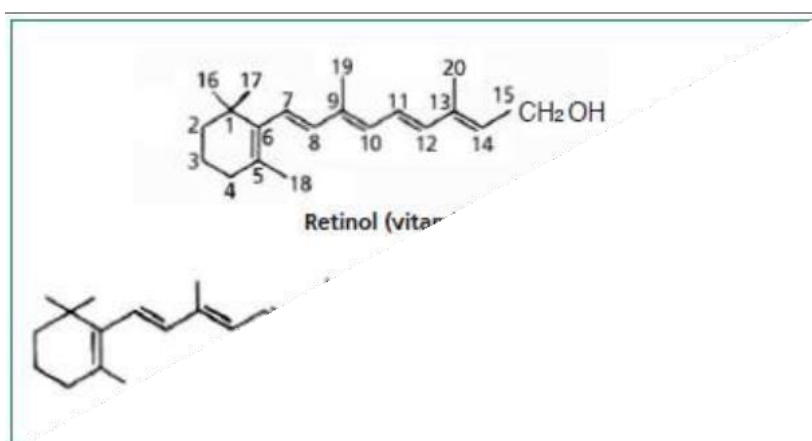
“También llamada retinol y, siendo su fuente principal los alimentos de origen animal, se encuentra en las verduras como una provitamina en forma de carotenos” (Rucker, 2001). En nuestro cuerpo, los carotenos se convierten en vitamina A.

Su función primordial es participar en el proceso visual. También interviene en el crecimiento y diferenciación en células, respuesta inmune, protección de la piel y, en el caso del embarazo, en la formación y desarrollo del embrión. También se ha descrito una relación inversa entre la ingesta de β -carotenos y la incidencia de varios tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares, degeneración muscular relacionada con la edad (Rucker, 2001).

“La deficiencia de vitamina A causa ceguera nocturna, ojos y piel secos y diversas enfermedades de las membranas mucosas” (Rucker, 2001).

Figura 13

Retinol (vitamina A) y de su precursor, el β -caroteno



Nota. Rucker (2001)

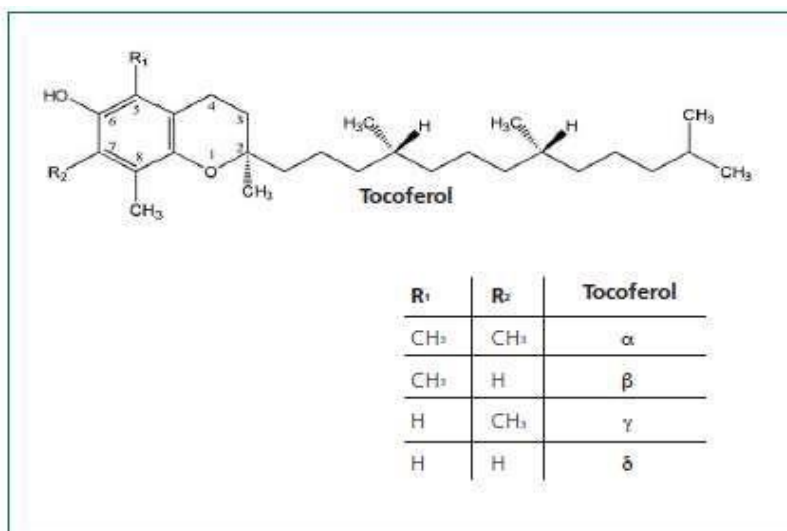
4.1.6.1.5.2.3 Vitamina E

“La vitamina E está constituida por tocoferoles, siendo el α -tocoferol es el más abundante y de mayor actividad biológica en el organismo; su acción antioxidante protege de radicales libres a las células y mantiene la integridad de las membranas biológicas” (Rucker, 2001).

“La deficiencia de vitamina E se presenta con los siguientes consecuencias: degeneración embrionaria, necrosis hepática, anemia, destrucción de eritrocitos, despigmentación, degeneración renal, esteatitis, eosinofilia , distrofia muscular y trastornos neuromusculares” (Rucker, 2001).

Figura 14

Tocoferol (α , β , γ y δ), vit. E



Nota. Rucker (2001)

4.1.6.2 Componentes inorgánicos

Comparando la soya frente a otras legumbres, esta presenta una mayor cantidad de minerales: calcio, magnesio, potasio, hierro y fósforo, así como trazas de zinc, cobre, sodio, yodo y fluor, que son de gran importancia funcional (Arilla, 2001).

4.1.6.2.1 Potasio

Presente en forma iónica en el organismo del hombre, siendo su requerimiento diario en un individuo adulto de 1,87g y 5,62g. El 3% de potasio se encuentra en el líquido extracelular y el 97% de potasio se encuentran intracelularmente. Regula el equilibrio hídrico del cuerpo y la presión osmótica dentro de la célula. Siendo esencial en la biosíntesis de proteínas y la activación de ciertas enzimas, como la piruvato quinasa. Influye en excitación neuromuscular y participa en los movimientos del corazón (sístole y diástole), así como por su capacidad para regular la secreción de aldosterona independientemente del sistema reninangiotensina (Arilla, 2001).

“Aproximadamente 90 µl de potasio ingerido se absorben en el intestino delgado y se eliminan por el riñón, donde se filtra hacia los glomérulos y se reabsorbe en la mayoría de los segmentos proximales de la nefrona” (Arilla, 2001).

“La excreción neta de potasio surge principalmente de la secreción en el túbulo distal y colector. También se elimina a través del sudor y las heces” (Arilla, 2001).

4.1.6.2.2 Calcio

“Mineral con mayor presencia en el organismo humano y representa de 1,5 a 2% de peso corporal. Además, constituye el cuarto componente del organismo, después del agua, las proteínas y las grasas” (Arilla, 2001).

“Esencialmente se absorbe por el duodeno y el yeyuno superior, mediante difusión simple, difusión facilitada y transporte activo dependiente de energía. Su absorción mejora en

presencia de vitamina D, hormona paratiroidea, hormona del crecimiento y algunos aminoácidos” (Arilla, 2001).

Aproximadamente el 99 por ciento de calcio del cuerpo se concentra en los dientes y huesos, Aunque en menor medida se halla en músculos y nervios (Arilla, 2001).

“Su deficiencia provoca retraso del crecimiento, deformación de huesos y osteoporosis, siendo la cantidad diaria recomendada 800 mg en adultos y 1500 mg en mujeres embarazadas, lactantes y ancianos; se excreta en las heces, la orina y el sudor” (Arilla, 2001).

4.1.6.2.3 Magnesio

Catión más abundante en el organismo después del sodio, potasio y calcio. El hombre contiene un promedio de 21g de magnesio, repartidos en tejidos blandos, huesos y fluidos biológicos.

“En los huesos combinados con calcio y fósforo se encuentra el 70% formando sales complejas, siendo el contenido del músculo 21mg / 100g de peso seco y también se puede encontrar en la sangre y el líquido cefalorraquídeo” (Arilla, 2001).

“El magnesio es importante para la asimilación del calcio y la vitamina C, facilita la secreción de bilis y su deficiencia es común en ancianos y mujeres que menstrúan. La cantidad diaria recomendada es de 0,3-0,4g” (Arilla, 2001).

4.1.6.2.4 Fósforo

En los adultos existe Fósforo aproximadamente entre 700 y 800 mg, de los cuales 80-85% está en los huesos y 10% en músculos. La manera como se distribuye el fósforo en el cuerpo es similar a la del calcio, siendo la dosis diaria aceptada por la FDA similar a la del calcio, del orden de 800 mg para adultos y alrededor de 1.500 mg durante el embarazo, la lactancia y la vejez (Arilla, 2001).

El fosfato se absorbe eficazmente en el intestino, lo que se lleva a cabo a través de un sistema de transporte activo (dependiente de la energía) que se ve reforzado por la presencia de vitamina D (Arilla, 2001).

El fosfato se elimina en la orina, dependiendo de la cantidad absorbida en intestinos. Se excreta una cantidad mínima de fosfato en las heces, que corresponde más a la cantidad no absorbida que a la excretada en el tracto gastrointestinal (Arilla, 2001).

4.1.6.2.5 Hierro

“Tiene un rol fundamental en el organismo, su deficiencia ocasiona anemia ferropénica, inmunodeficiencia y alteraciones del comportamiento siendo su requerimiento diario 10 - 15 mg, sin embargo, estos valores son mayores en la lactancia (0,78 mg / día)” (Arilla, 2001).

“Se absorbe mediante un sistema donde influye una proteína, la apoferritina, que asociada al hierro pasa a ser ferritina y a su vez, se transporta en la sangre asociada la proteína llamada transferrina (Arilla, 2001).

“Se excreta en la orina y heces por la eliminación de células mucosas, bilis y pequeñas pérdidas de sangre. El resto se pierde a través de la piel y en el sudor” (Arilla, 2001).

4.1.6.2.6 Sodio

Presente sobre todo en el líquido extracelular en forma iónica. También hay una pequeña fracción dentro de la célula. Con el potasio y el cloruro, es uno de los electrolitos con mas presencia en el cuerpo. Regula el equilibrio hídrico y la transmisión de impulsos nerviosos. Su consumo elevado provoca la presión arterial alta, por lo que resulta mejor el bajo consumo y contenido de Na (Arilla, 2001).

4.1.6.2.7 Zinc

Está presente en huesos y forma parte de diversas enzimas, por lo que está en lo procesos metabólicos como la elaboración de linfocitos, síntesis de proteínas y almacenamiento de insulina. Su deficiencia conduce a un retraso del crecimiento y desarrollo de aparatos reproductores, disminución en el tiempo de cicatrización de heridas y pérdida de apetito. La dosis diaria aceptada o recomendada por la FDA es de 12-15 mg y es mayor en mujeres embarazadas y lactantes (Arilla, 2001).

4.1.6.2.8 Cobre

Presente en el plasma, unido a la globulina llamada ceruloplasmina, componente de enzimas y esencial en el metabolismo del hierro, influye en el crecimiento de los huesos, tendones y sistema vascular. Con un requerimiento diario de 2-3 mg y es absorbido en el intestino gracias a la influencia de una proteína, la metalotioneína y se excreta en las heces (Arilla, 2001).

4.1.6.2.9 Flúor

Es muy importante porque está presente en la estructura de huesos y dientes y fundamental para la estabilización del esmalte dental. Se encuentra en el suero en baja concentración 0,5 a 10 μM . Su deficiencia no es común pues se agrega a las aguas públicas y a las pastas dentales (Arilla, 2001).

4.1.6.2.10 Yodo

Su función principal es que están presentes en la estructuras de hormonas de la tiroides y es fundamental para el crecimiento físico y mental, funcionamiento de los sistemas nervioso y muscular, y metabolismo de otros nutrientes. Su consumo recomendado es de 120 a 150 mg (Arilla, 2001).

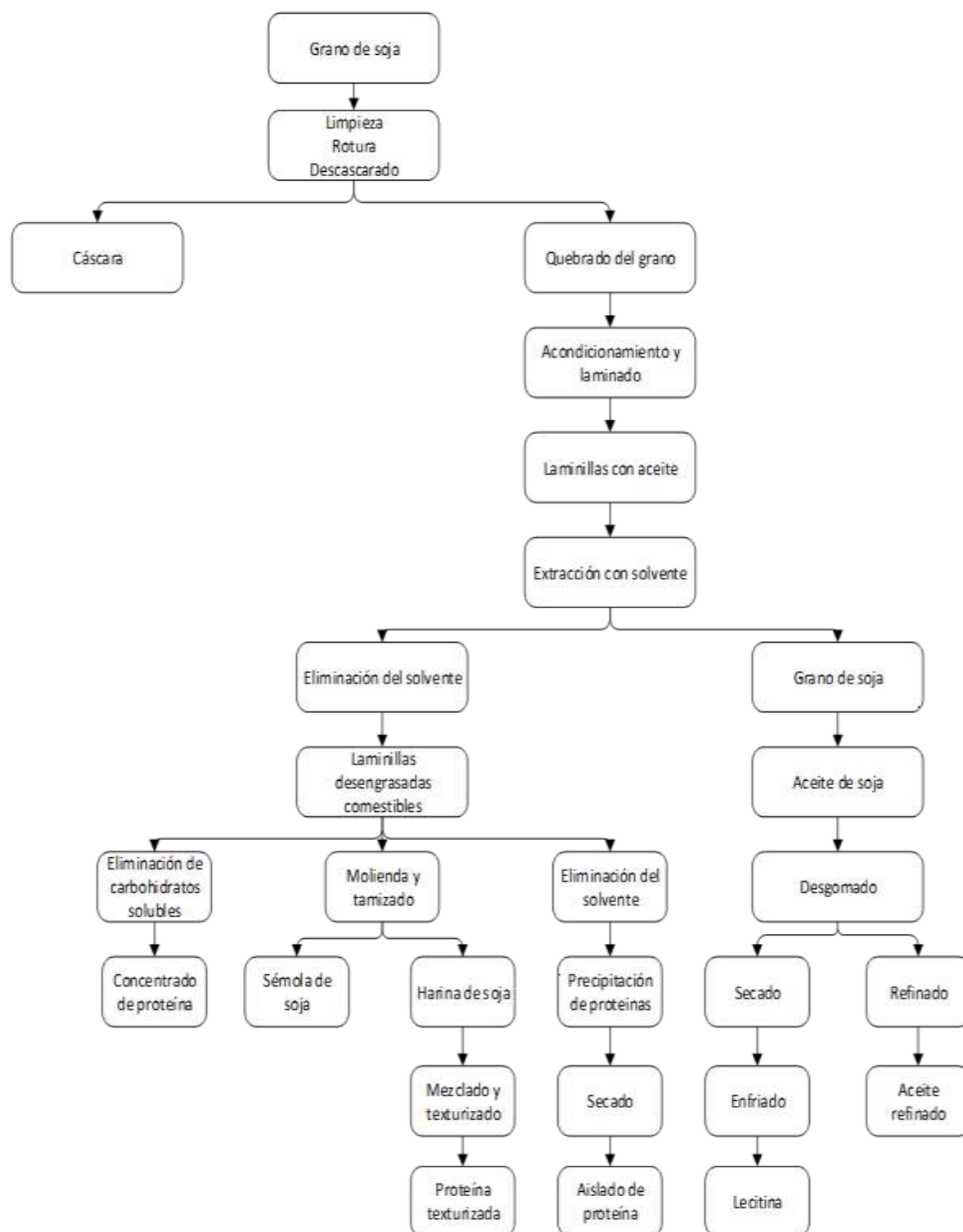
4.1.7 Industrialización de la soja

Cada cien gramos de soja contienen alrededor de 36,5 gramos de proteína y 20 gramos de lípidos. Las proteínas y el aceite tienen una gran demanda por sus diversos usos, ya sea a nivel industrial o para la alimentación animal y humana (Lusas, 2004).

4.1.7.1 El aceite de soja

Actualmente alrededor de 20 millones de ton. de aceite de soja se producen en todo el mundo, obtenidas de las semillas de soja mediante extracción con solventes desde 1945. Es el aceite más comprado y más utilizado a nivel mundial. Cuando no se refina tiene un mal olor, un olor desagradable que desaparece con el proceso de refinado; sin embargo, este olor puede aparecer nuevamente si se mantiene demasiado tiempo o si se lleva a cabo en condiciones desfavorables (calor excesivo, accesibilidad del aire, exposición a la luz solar, etc.) (García y Gómez, 2013).

“Destaca su calidad relacionada con sus ácidos grasos insaturados, su fluidez en un amplio rango de temperaturas, sus antioxidantes naturales y la posibilidad de hidrogenación selectiva” (Archivo, 2001).

Figura 15*Procesamiento del grano de soja*

Nota. Luna (2007)

Tabla 09*Alimentos importantes procedentes de La Soja***Productos industriales mayoritarios**

- Aceite de soja (80% de las grasas comestibles de EE.UU.).
- Harina de soja (entera, desgrasada total o parcialmente, tostada, texturiz

Alimentos tradicionales u orientales.

Sin fermentar.

- Soja verde (con o sin vainas), semillas germinadas y br
(con o sin adición de aromas), bebida de extracto de s

Fermentados.

- Salsa de soja, Tempeh, Miso, Mattu y otros.

Productos de proteína.

- Copos, concentrado proteico, aisl
proteico.

Alimentos de nueva generación

- Helado, yogur, hamb

Productos enriquec

- Pan, cere

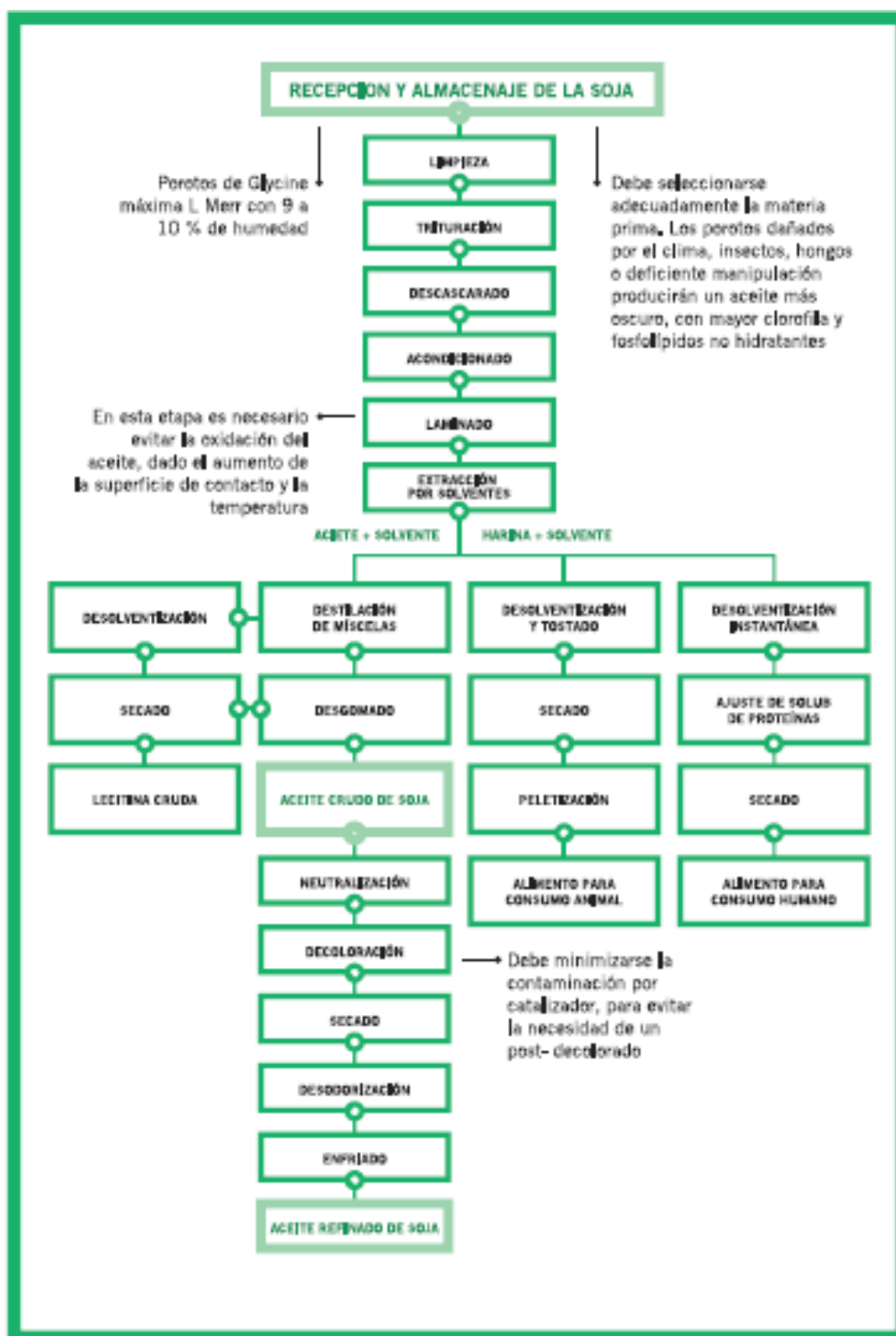
Supleme

-

Nota. Elaboración propia (2020)

Figura 16

Proceso de extracción de aceite de soja



Nota. Ridner (2006)

Su importancia nutricional radica en gran medida sobre la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (60% ácidos grasos totales) y, específicamente, de la proporción de ácido linolénico, del 7 al 9%, que es un ácido graso esencial, precursor de los ácidos Omega 3 ($\Omega 3$), cuya función es reducir el colesterol LDL (Becerra, 2007).

4.1.7.2 Harina de soja

Obtenida por moliendo de frijoles o semillas. Se le encuentra en 2 formas: crudo (o con sus enzimas activas) y desactivado, cuyas enzimas han sido destruidas por el tratamiento térmico de las semillas. Durante mucho tiempo, en el Reino Unido, la harina cruda se utilizó en la producción de pan comercial normal al que se añadió harina de soja (1-2%). Actualmente gracias a la lipooxidasa que presenta se incorpora como blanqueador de la harina para hornear. La harina desactivada se utiliza en la formulación de algunos tipos de tortas, pasteles y galletas (Ohr, 2004).

Dependiendo del proceso que se realice a los granos, las propiedades funcionales, nutricionales y su adaptabilidad se ven afectadas en las diversas aplicaciones alimentarias, particularmente en panadería. Los frijoles crudos se limpian, parten, pelan, acondicionan y se desmenuzan. Estos copos se pueden procesar directamente para hacer productos de soja con grasa normal, o se pueden someter a extracción con disolventes como el hexano, que extrae el 85% del aceite produciendo un copo base desgrasado. Los copos se separan del disolvente con las grasas y se liberan de los disolventes para extraer todo rastro de hexano y la mayoría de las grasas (aceite) (Luna, 2007).

Tabla 10*Aminoácidos en harina de soja y proteína presente (gramos por 16 g de N)*

Aminoácido	Harina de soja	Proteína de referencia de la FAO
Arginina	7	2
Histidina	2,4	2,4
Isoleucina	4,2	4,2
Leucina	7,7	4,8
Lisina	6,4	4,2
Metionina	1	2,2
Metionina + cistina	2,2	4,2
Fenilalanina	4,7	2,8
Treonina	3,6	2,6
Triptófano	1,7	1,4
Valina	4,4	4,2

Nota. Ohr (2004)

Los copos desgrasados se pueden cocinar o asar exponiendo los copos a vapor "vivo" bajo presión. La temperatura de tostado desnaturaliza proteínas e inactiva enzimas presentes, al tiempo que cambia el color y el sabor de las hojuelas. Controlando el tiempo y la temperatura del tostado, se puede elaborar cuatro grupos básicos de productos a partir de este proceso:

- La harina de trigo integral, mantiene aceites naturales y tratada para eliminar los factores enzimáticos.
- La harina enzimáticamente activa, a la que se ha extraído el aceite, pero que recibió tratamiento térmico leve, manteniendo su actividad de la enzima lipoxidasa.

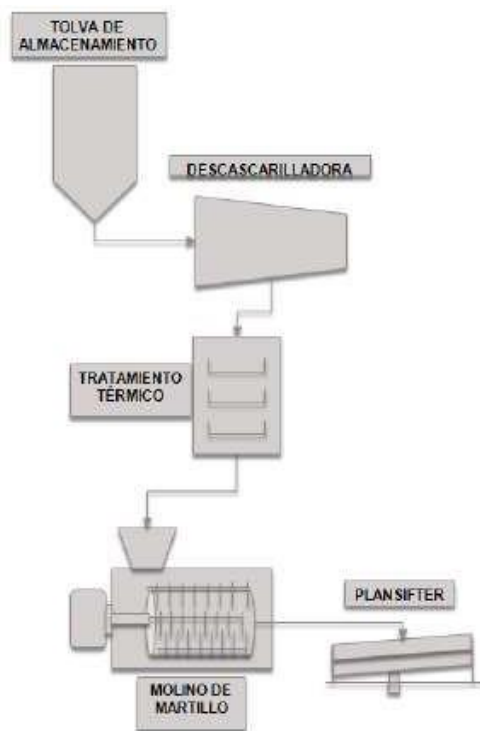
- La harina desgrasada contiene aproximadamente 1% de aceite y que el tratamiento térmico elimino toda actividad enzimática.
- Los productos reengrasados, se elaboran añadiendo varias cantidades de aceite o lecitina a la harina sin grasa.

Las formas más simples son la harina y la sémola con un contenido de proteína de al menos el 40% si el aceite no se extrae, o el 50% si el aceite se extrae con hexano. Las harinas y la sémola solo difieren en el tamaño de las partículas.

Un problema común al procesar la soja es su sabor amargo. Estos sabores se pueden reducir considerablemente mediante una cocción controlada (Luna, 2007).

Figura 17

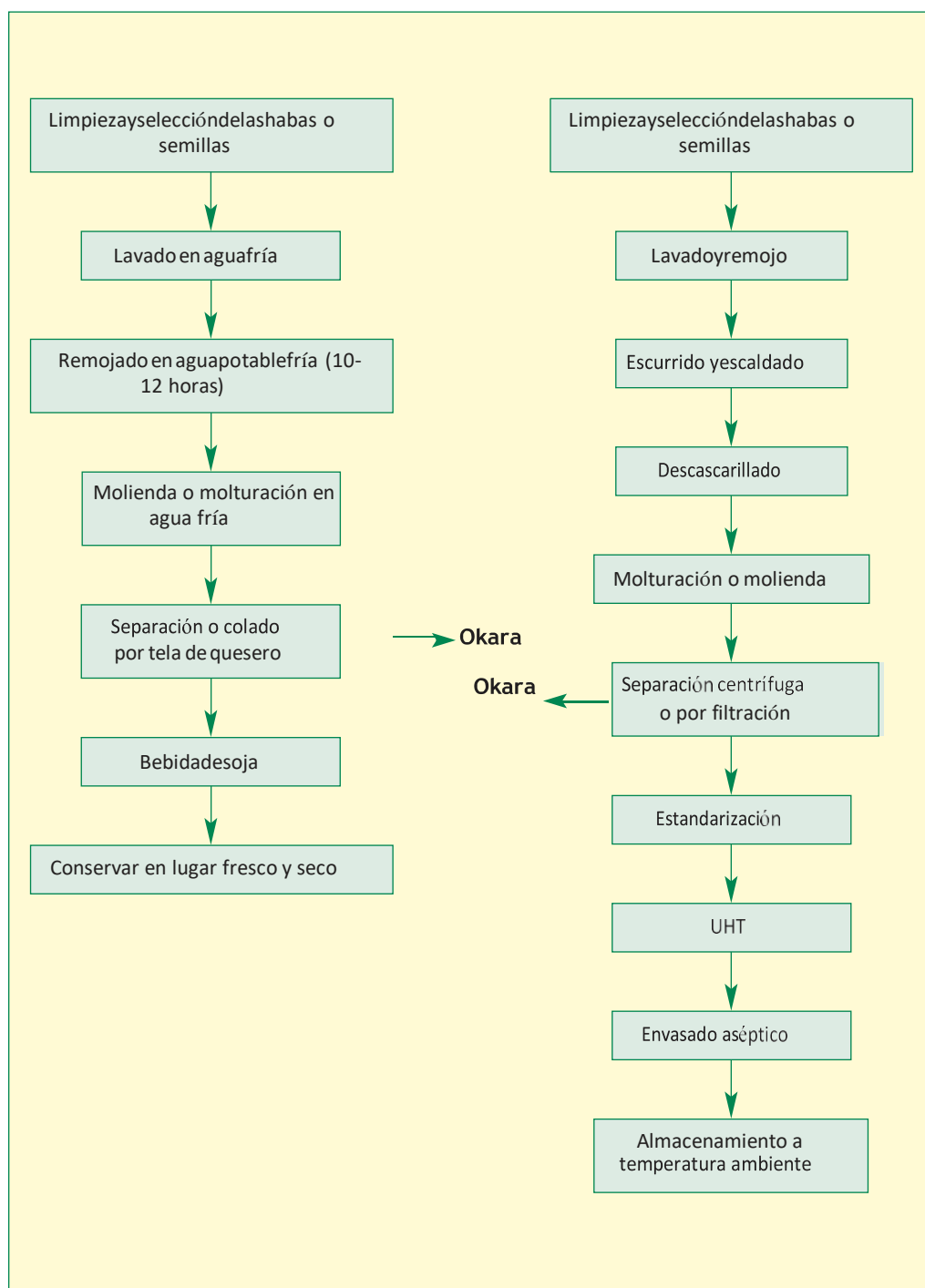
Diagrama del proceso de harina de soja



Nota. Coello (2011)

Figura 18

Flujo de operaciones: Izquierda (Método tradicional) y derecha (método continuo), para elaborar bebida de soja



Nota. Chavarría (2010)

4.1.7.3 Leche de soja

Extracto acuoso de sus frijoles o semillas, tiene un aspecto y composición similar a la leche, sustituyéndola para personas que presentan alergia a las proteínas de la leche o intolerancia a la lactosa. Se vende envasada como la leche UHT asépticamente (Chavarría, 2010).

No contiene colesterol, aporta calcio, vitaminas del grupo B y Fe. Sin embargo, esta leche no aporta la misma cantidad de proteínas que la leche de vaca (Chavarría, 2010).

4.1.7.4 Okara

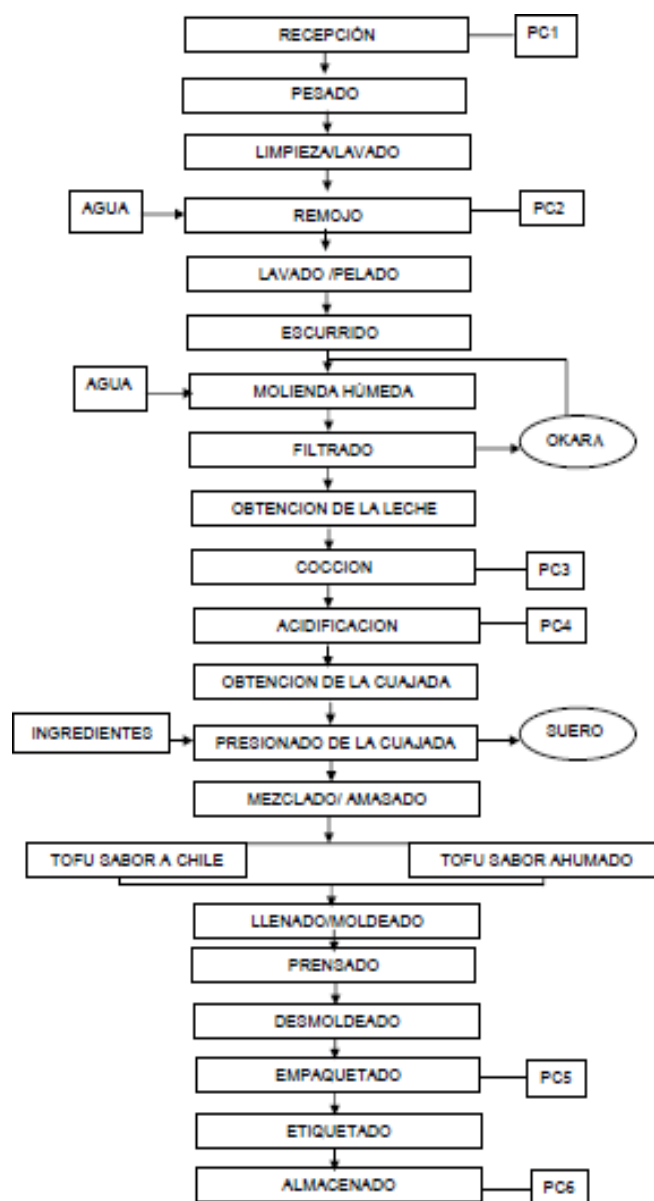
Producto obtenido a partir del afrecho en la obtención de leche de soja, siendo rico en fibra que puede ser utilizada en la elaboración de pan. Su contenido de proteína es inferior que el de la leche de soja (Calvo, 2003).

4.1.7.5 Tofú

Es el producto obtenido de la coagulación de la bebida de extracto de soja; en apariencia se asemeja al queso crema o un yogurt firme. Así también el autor menciona que el tofu es un alimento de fácil acceso, barato y con alto valor nutritivo que se consume casi en toda Asia. Contiene 50% de proteína y 27% de grasa (peso seco). El resto son carbohidratos y minerales. Gracias a su textura suave y tersa, se puede mezclar con muchos otros alimentos (sopas, guisos de carne, verduras cocidas y como relleno para albóndigas). Junto con la bebida de extracto de soja, es el derivado sin fermentar de esta leguminosa que es más popular en los EE. UU., Europa, Canadá y Australia (Castillo, 2010).

Figura 19

Diagrama de flujo para la elaboración de tofu



Nota. Castillo (2010)

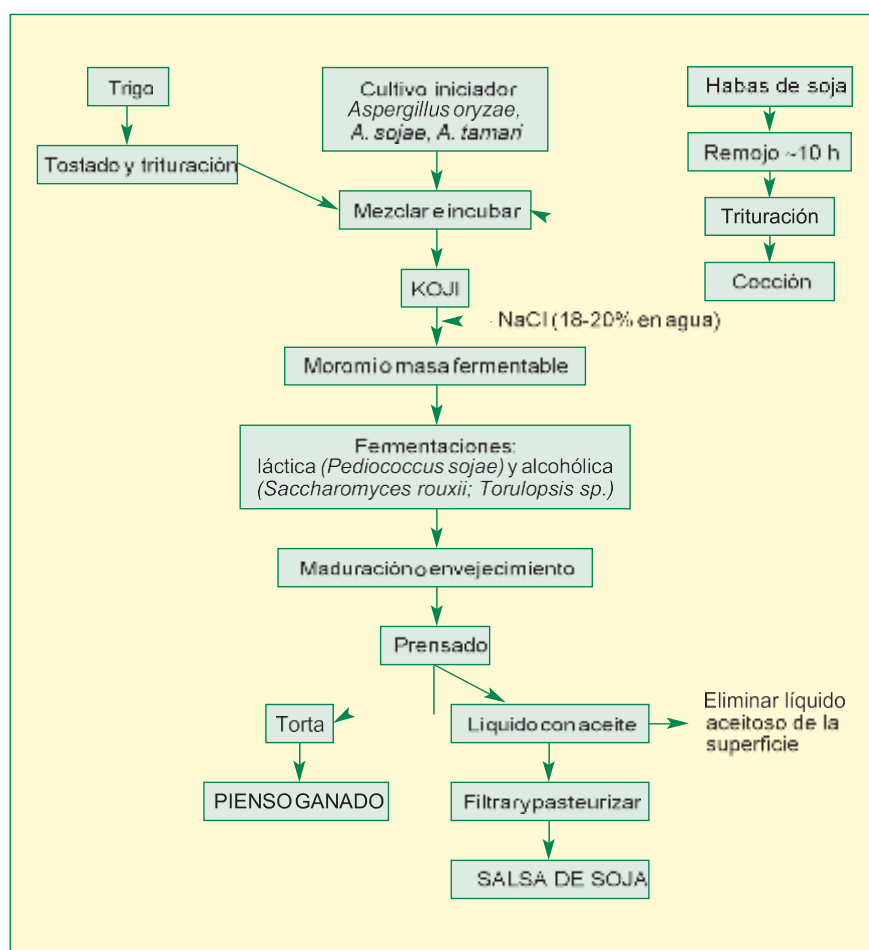
4.1.7.6 Salsa de soja o Shoyu

Es la mejor manera de explicar un alimento derivado de la soja que se obtiene por fermentación de hongos y luego salazón. Es un líquido de color marrón oscuro, salado y con

sabor a carne que se utiliza como aromatizante en muchos tipos de preparaciones culinarias. Al principio se elaboraba solo con soja; Actualmente se utiliza como sustrato una mezcla de soja y trigo. La fermentación consiste esencialmente en una hidrólisis enzimática de proteínas, carbohidratos y otros componentes de estas semillas, que da como resultados péptidos, aminoácidos, alcoholes de azúcar y algunos otros compuestos de bajo peso molecular. Aunque originalmente procedía de China, donde se le llama Chiangyu, su aceptación en otros países orientales ha sido muy generalizada (Nunomura y Sasaki, 2006).

Figura 20

Diag. de flujo en fabricación de salsa de soja



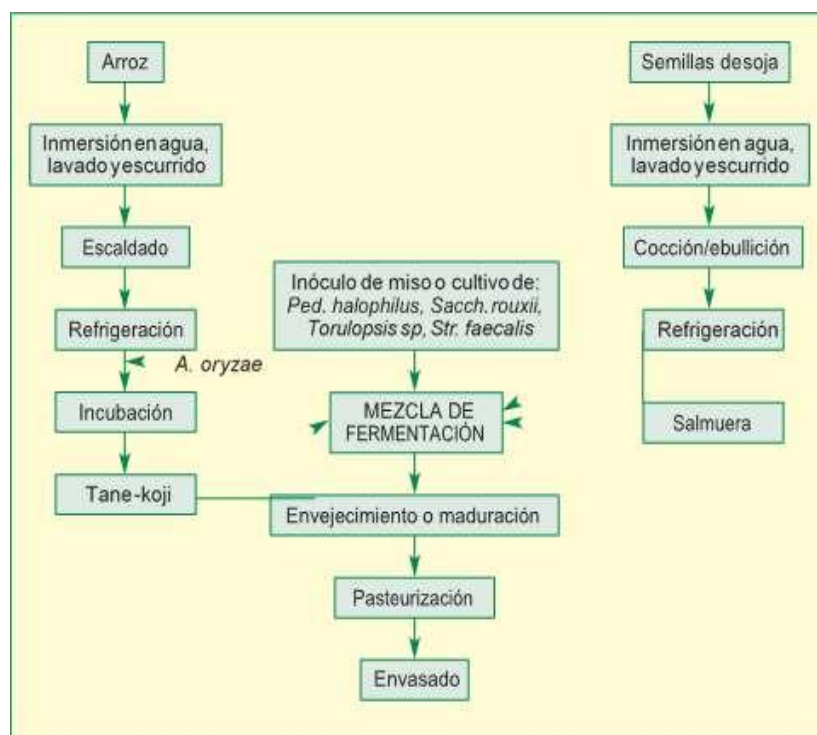
Nota. Hesseltine (2002)

4.1.7.7 Miso

El miso, como la salsa de soja o shoyu, se elabora con soja y granos (arroz, cebada o trigo), se agrega salmuera y se fermenta mediante los mismos mohos, levaduras y bacterias que participan en la elaboración de la salsa de soja. Dependiendo de la materia prima utilizada como sustrato de fermentación, se distinguen tres tipos de miso: 1) Miso de arroz, elaborado con arroz koji, soja cocida y sal; 2) miso de cebada, elaborado con koji de cebada, soja cocida y sal; y 3) miso de soja elaborado con koji de soja y sal. Los 80% del miso que se consumen en Japón se encuentran entre los elaborados con arroz (Yokotsuka y Sasaki, 2008).

Figura 21

Flujo de operaciones para elaborar miso



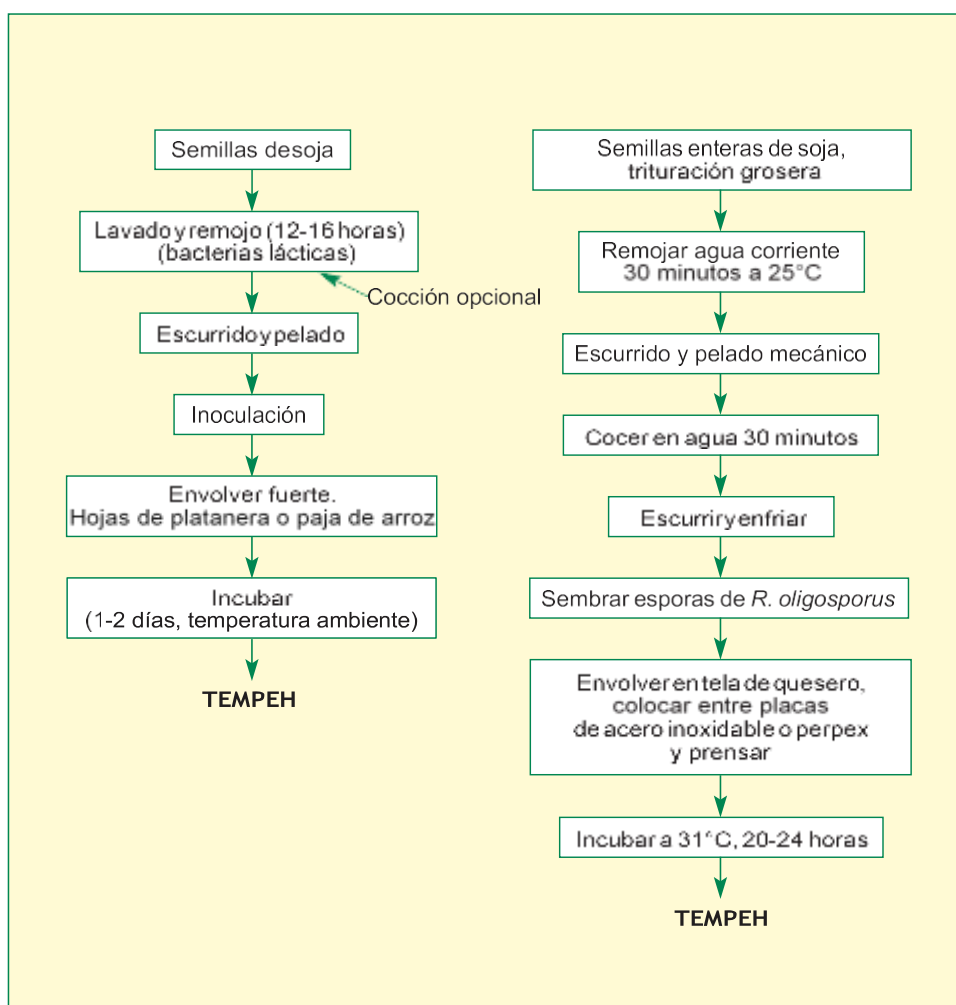
Nota. Yokotsuka y Sasaki (2008)

4.1.7.8 Tempeh y productos parecidos

Son productos en cuya preparación participan dos fermentaciones, una bacteriana de bacterias lácticas y otra fúngica responsable de diversas especies de *Rhizopus*, *Mucor* y *Actinomucor elegans*; en algunas oportunidades también participa *Neurospora sitophila* (Martinelli y Heseltine, 2004).

Figura 22

Diag. de flujo en fabricación de tempeh por el mét. tradicional (izquierda de la figura) e industrial (derecha de la figura)



Nota. Martinelli y Hesseltine (2004)

El tempeh kedele se elaboraba a partir de semillas de soja lavadas y remojadas de manera convencional y, a veces, incluso cocidas y peladas. Cortado y frito, tiene olor muy agradable, un aroma muy apetecible, que se parece al de frutos secos; su consistencia es fácilmente aceptada por las personas que lo compran y lo consumen.. También carece del llamado "sabor a frijol crudo" característico de la soja y otras legumbres. Es sencillo de preparar y de fácil digestión. En Indonesia, a diferencia de la mayoría de los productos de soja fermentados, a menudo se utiliza como un elemento del menú principal (Martinelli y Heseltine, 2004).

4.1.7.9 Aislado proteico

Los aislados proteicos presentan un contenido mínimo de proteína del 90% y son obtenidos a partir de harina desengrasada. Los azúcares solubles y los polisacáridos insolubles de las harinas desengrasadas se extraen durante el procesamiento de obtención de aislados (Campbell, 2005).

4.1.7.10 Salvado

Una nueva incorporación en los derivados de soja es el salvado; producto rico en fibra extraído de la cutícula (cáscara) del grano. El salvado se emplea en panes donde se desea un alto contenido de fibra (Erdman, 2001).

4.1.8 Futuros de los alimentos fermentados

Sin entrar en las ventajas y desventajas que esto puede conllevar, hay que reconocer que el consumo de alimentos orientales está aumentando por dos motivos: 1) la creciente demanda

en los países de origen y 2) porque cada día son más conocidos y más solicitados en Europa y en USA

En el mundo occidental, es más común el vegetarianismo por razones ecológicas, de salud o en oposición al consumo de carne. Actualmente son muchas las personas que elaboran su propio yogur o kéfir en casa, por lo que es razonable pensar que en un futuro sucederá lo mismo con ciertos alimentos fermentados orientales. Si a eso le sumamos el mayor costo de los alimentos de origen animal, entenderemos su mayor y mejor demanda futura (Campbell, 2005).

4.1.9 Restrictores de la proteína de soja

Para desarrollar un alimento derivado de soja el sabor es el atributo más importante a tener en cuenta, pues con alto contenido en proteína genera sabores residuales desagradables, estas notas aromáticas reconocidas como sabor a frijol (sabor afrutado) son típicas de la soja y son transmitido a los alimentos que los contienen (Childs, Yates y Drake, 2007).

“Los sabores característicos de la soja, nuez, amargo y cremoso son considerados características indeseables por el consumidor” (Potter et. al., 2007).

En pruebas con consumidores Childs, Yates y Drake, (2007), encontraron que existe una mayor preferencia por las bebidas de suero y mezclas de suero / soja que la soja sola al evaluar los atributos: aceptación total, sabor por apariencia, aroma y sensación en la boca; Esto es similar al resultado de Gujral y Khanna (2002), que muestran una mayor aceptación de los productos de proteína láctea que la soja; De manera similar, Potter et. al. (2007)

encontraron que la aceptación total de las bebidas de proteína de soja está fuertemente correlacionada con el sabor y la sensación en la boca, y que existe una relación entre la sensación en la boca y el sabor y que la nota dulce está relacionada con la aceptación del consumidor.

Además del sabor, la granulosis se considera otra característica indeseable en las bebidas de proteína de soja (Potter et. al., 2007; Lam et. al., 2007).

La evaluación de compuestos que pueden generar notas gustativas desagradables fue estudiada por Solina et. al., (2005), quienes realizaron la caracterización de todos los compuestos volátiles de la proteína de soja aislada, encontrando que el hexanal es uno de los más representativos seguido de 2 heptanona y pentanal. Lei y Boatright (2001), encontraron que los componentes que contribuyen al sabor en el jarabe de proteína de soja concentrado son principalmente hexanal, 2 heptanona, octanal, 2-octanona, 1-octen -3-ona, 3octen-2ona, 2-decanona, benzaldehído, 2-pentil piridine y trans 2.4 mondienal. En un estudio de aplicación realizado por Friedeck, Karagul y Drake (2003), la incorporación de proteínas de soja aisladas en un helado bajo en grasas generó la aparición de compuestos volátiles como: hexanal, heptanal, 2acetil-1-pirrolina y 2. decadienal, a los cuales se atribuye la generación de sabores residuales desagradables.

La adición de riboflavina en la leche de soja aumenta la aparición de componentes volátiles indeseables, de los cuales el hexanal es el más representativo, mientras que el uso de ácido ascórbico ayuda a reducir este efecto (Huang, et. al., 2004; Achouri et. al., 2007).

La industria alimentaria se ha esforzado por reducir estas restricciones de consumo agregando sabores; El chocolate ha demostrado ser uno de los de mejor desempeño (Bordi et

al., 2003, Wang et. al., 2001), seguido del maní (Deshpande et. al., 2007) y la almendra (Wang et. al., 2001), también es frecuente emplear combinaciones de proteína de soja con zumos de frutas para mejorar sus atributos sensoriales (Potter et. al., 2007; Lam et. al., 2007); Además, se ha experimentado adicionar carbohidratos como la ciclodextrina en bebidas de soja ayudando a reducir la presencia de componentes volátiles que provocan el sabor característico de la soja (Suratman et al., 2007).

A pesar de estas restricciones de consumo, estudios recientes muestran que los consumidores están comenzando a valorar los componentes de la soja en pro de la salud según el tipo de proteína (Russell, Drake y Gerard, 2006). Childs et. al. (2007), menciona que el interés prioritario del consumidor, se encuentran: el sabor (50,6%), precio (47,1%) y valor nutricional (41,7%); Por otro lado, Potter et. al., (2007), informan que el 2% de la población de su estudio indicó que podría tomar bebidas de soya entre comidas.

V. CONCLUSIONES

1. Se logró reconocer la importancia de la soja (*Glycine max*) como alimento funcional en pro de la salud del consumidor y que llegan a los mismos, en sus diferentes derivados obtenidos a través de procesos en la industria alimentaria.
2. La composición químico proximal de la soja es la siguiente: 38% de proteínas, 18% de grasa, 30% de carbohidratos, 4,9% de cenizas y 9,1% de agua.
3. Se logró identificar las principales propiedades funcionales de la soja en favor de la salud del consumidor, siempre que se ingiera habitualmente (las isoflavonas de la soja), y en cantidades adecuadas, produciendo efectos saludables importantes como: Acción estrogénica, disminuye y previene enfermedades cardiovasculares, Acción antioxidante e Inhibición enzimática y otros efectos saludables.
4. Los principales derivados a partir de soja son:
 - Productos industriales mayoritarios (Aceite de soja y Harina de soja).
 - Alimentos tradicionales u orientales
 - Sin fermentar (Soja verde, semillas germinadas y brotes, semillas tostadas, bebida de extracto de soja y tofu).
 - Fermentados (Salsa de soja, Tempeh, Miso, Mattu y otros).
 - Productos de proteína (Copos, concentrado de proteínas, aislado de proteínas, proteína texturizada, hilado proteico).
 - Alimentos de nueva generación (Helado, yogur, hamburguesas, embutidos).

- Productos enriquecidos con harina (Pan, cereales de desayuno, pastas, tentempiés y otros).
 - Suplementos e ingredientes dietéticos (Lecitina, isoflavonas, etc.).
5. La restricción más preponderante para la utilización de la soja es su sabor reconocido como bany flavor (sabor afrijolado) propia del frijol de soja y es trasmitido a los alimentos que la contienen.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Achouri, A., J.I. Boye and Y. Zamani. (2007). Changes in soymilk quality as a function of composition and storage. *Journal of Food Quality* 30(5): 731–744.
- Anderson, J. W. (2005). Meta-analysis of effects of soy protein intake on serum lipids in humans. *N Engl J Med.* 333:276-282.
- Arilla, E. (2001). Metabolismo del calcio y del fósforo y su control hormonal. Metabolismo mineral, in Herrera E (ed): *Bioquímica, Aspectos estructurales y vías metabólicas.* Vol 3. Nueva York, Interamericana. McGraw-Hill, 2001. pp 1227-125.
- Becerra, J. (2007). Estudio de Viabilidad de una planta productora de soja. Tesis para optar a Especialidad en Organización Industrial. Madrid, España, Universidad de Madrid, Facultad de Ciencias Agronómicas, Marzo 2007, pag. 82-86
- Beral, V. (2003). Million Women Study Collaborators. Breast cancer and hormone-replacement therapy in the Million Women Study. *Lancet*, 2003. 362:419-27.
- Campbell, M. F. (2005). New Protein Foods. In, ed. By Altschul, A. A. and Wilcke, H. L. Vol. 5 Seed Storage Proteins. Chapter IX Soy Protein Concentrate. Orlando: Academic Press.
- Calvo, D. (2003). La Soja: Valor Dietético y Nutricional. Disponible en http://www.diodora.com/documentos/nutricion_soja.htm. Visitada el 25 de febrero de 2020.

- Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO). Ranking Mundial. (s.f.). Recuperado de <https://capeco.org.py/ranking-mundial-es/>
- Cassidy, A. y Hooper, L. (2006). Phytoestrogens and cardiovascular disease. *J Br Menopause Soc*, 2006. 12:49-56.
- Castillo, A. (2010). Elaboración de tofu con sabor a chile y ahumado. Tesis de grado. Escuela Superior Politecnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11400/1/ProyectoACastillo.pdf>. Visitada el 20 de febrero de 2020.
- Castillo, F. y Cárdenas, J: (2001). Vitaminas hidrosolubles y coenzimas, in Herrera E (ed): *Bioquímica, Aspectos estructurales y vías metabólicas*. vol3. Nueva York, Interamericana. McGraw-Hill. pp 167-225.
- Chavarría, M. (2010). Determinación del tiempo de vida útil de la leche de soja mediante un estudio de tiempo real. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9057/1/TESIS%20LECHE%20DE%20SOJA%20LORENA%20CHAVARRIA.pdf>. Visitada el 30 de enero de 2020.
- Chen, C. Y. (2005). Isoflavones improve plasma homocysteine status and antioxidant defense system in healthy young men at rest but do not ameliorate oxidative stress induced by 80% VO₂max exercise. *Ann Nutr Metab*, 2005. 49:33-41.

- Childs, J.L., M.D. Yates and M.A. Drake. (2007). Sensory properties of meal replacement bars and beverages made from whey and soy proteins. *Journal of Food Science* 72(6): S425-S434.
- Coello, K. (2011). Alternativas de aprovechamiento de subproductos de soja y maíz de la agroindustria ecuatoriana para el desarrollo de productos dirigidos a la alimentación social. Tesis de Post Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/30222/D-79485.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Visitada el 25 de febrero de 2020.
- Cornwell, T. (2004). Dietary phytoestrogens and health. *Phytochemistry* 2004. 65:995-1016
- Das, S. y Rosazza, J. (2006). Microbial and enzymatic transformations of flavonoids. *J Nat Prod.* 69:499-508.
- De Caterina, R. y Massaro, M. (2005). Omega-3 fatty acids and the regulation of expression of endothelial pro-atherogenic and pro-inflammatory genes. *J Membr Biol.* 206:103-116.
- Deshpande, R.P., M.S. Chinnan and K.H. Mcwatters. (2007). Optimization of a chocolate-flavored, peanut-soy beverage using response surface methodology (RSM) as applied to consumer acceptability data. *LWT-Food Science And Technology* 41(8): 1485-1492

- Duffy, R. (2003). Improved cognitive function in postmenopausal women after 12 weeks of consumption of a soja extract containing isoflavones. *Pharmacol Biochem Behav*, 2003. 75:721-729.
- Erdman, J. W. (2001). Bioavailability of trace minerals from cereals and legumes. *Cereal Chem*. 58. 21-6.
- File, S. E. (2001). Eating soja improves human memory. *Psychopharmacology (Berl)* 2001. 157:430-436.
- Friedeck, K.G., Y. Karagul-Yuceer and M.A. Drake. (2003). Soy protein fortification of a low-fat dairy based ice cream. *Journal of Food Science* 68(9): 2651–2657.
- García M, Torre M, Marina M L y Laborda F. (2009). Composition and characterization of soybean and related products. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2009. 37, 361–369.
- García, H. y Gómez, J. (2013). Propuesta para el consumo de *Glycine max* L (soja), cultivado en la comunidad Nueva Esperanza, Jiquilisco Usulután y tres alimentos derivados. Tesis de grado. Universidad de El Salvador. San Salvador. El Salvador. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5141/1/TESIS.pdf>. Visitada el 30 de enero de 2020.
- Gujral, H.S. and G. Khanna. (2002). Effect of skim milk powder, soy protein concentrate and sucrose on the dehydration behaviour, texture, color and acceptability of mango leather. *Journal of Food Engineering* 55(4): 343–348.
- Herrera, E. (2001). Formación de las grasas: biosíntesis de ácidos grasos y triacilglicéridos, in Herrera E (ed): *Bioquímica, Aspectos estructurales y vías metabólicas*. vol3. Nueva York, Interamericana. McGraw-Hill. pp 591-614.

- Herrera, E. y Barbas, C: (2001). Vitamin E: action, metabolism and perspectives. *J Physiol Biochem*, 2001. 57:43-56.
- Huang, R., E. Choe and D.B. Min. (2004). Effects of riboflavin photosensitized oxidation on the volatile compounds of soymilk. *Journal of Food Science* 69: C733–C738.
- Kanazawa, T. (2005). Protective effects of soy protein on the peroxidizability of lipoproteins in cerebral vascular diseases. *J Nutr.* 125:639S-646S.
- Knishinsky, R. (2000). Alternativas para el Prozac: Remedios naturales para la depresión. México D.F: Ediciones Étoile S.A. de C.V.
- Lada, A. y Rudel, L. (2003). Dietary monounsaturated versus polyunsaturated fatty acids: which is really better for protection from coronary heart disease? *Curr Opin Lipidol.* 14:41-46.
- Lam, M., R. Shen, P. Paulsen and M. Corredig. (2007). Pectin stabilization of soy protein isolates at low pH. *Food Research International* 40(1): 101–110.
- Lei, Q. and W.L. Boatright. (2001). Compounds contributing to the odor of aqueous slurries of soy protein concentrate. *Journal of Food Science* 66(9): 1306 –1310.
- López, C. (2011). ARRAKI. Recuperado el 20 de febrero de 2020, de ARRAKI: <http://www.arrakis.es/~coag-irm/cd4.htm>
- Lusas, E. W. (2004). Soy Products: Processing and Use. First International Symposium on the role of Soy in Preventing and Treating Chronic Disease. Mesa, A.Z., 2004 .Febr. 20-23.

- Luna, A. (2007). Composición y procesamiento de la soja para consumo humano. Investigación y Ciencia. Universidad Autónoma de aguas Calientes. Número 37. Enero – Abril 2007. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/674/67403706.pdf>. Visitada el 30 de enero de 2020.
- Markovits, J. (2009). Inhibitory effects of the tyrosine kinase inhibitor genistein on mammalian DNA topoisomerase II. *Cancer Res*, 49:5111-7.
- Martinelli, A. y Hesseltine, C. W. (2004). Tempeh fermentation : packaging and tray fermentations. *Food Technol.*, 2004. 18, 761-770.
- Nagasawa, A. (2002). Effects of soy protein diet on the expression of adipose genes and plasma adiponectin. *Horm Metab Res*. 34:635-639.
- Nilsson, S. y Gustafsson, J. A. (2002). Biological role of estrogen and estrogen receptors. *Crit Rev Biochem Mol Biol*. 2002. 37:1-28.
- Nunomura, N. y Sasaki, M. (2006). *Legume-Based Fermented Foods*. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL.
- Ohr, L. M. (2004). Powerhouse proteinic soy and whey have bright future. *Food Technol*. 2004, 58, 71- 76.
- Omoni, A. y Aluko, R. (2005). Soybean foods and their benefits: potential mechanisms of action. *Nutr Rev*. 63:272-83.
- Opara, E. C. y Rockway, S. W. (2006). Antioxidants and micronutrients. *Dis Mon*, 2006. 52:141-63.

- Pansini, F. (2005). Management of the menopausal disturbances and oxidative stress. *Curr Pharm Des*, 2005. 11:2063-73.
- Potter, R.M., M.P. Dougherty, W.A. Halteman and M.E. Camire. (2007). Characteristics of wild blueberry– soy beverages. *LWT-Food Science And Technology* 40(5): 807–814.
- Prieto J C. (2011). Estructura y propiedades de los aminoácidos, in Herrera E (ed): *Bioquímica, Aspectos estructurales y vías metabólicas*. Nueva York, Interamericana. McGraw-Hill. pp 33-48.
- Ridner, E. (2006). Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud. Grupo Q S.A.: Sociedad Argentina de Nutrición. ISBN 987-23125-0-8
- Rubanyi, G. M. (2002). Effect of estrogen on endothelial function and angiogenesis. *Vasc Pharmacol*, 2002. 38:89-98.
- Rucker, R. B. (2001). *Handbook of vitamins* (3^a ed.). New York, M, 2001.
- Russell, T.A., M.A. Drake and P.D. Gerard. (2006). Sensory properties of whey and soy proteins. *Journal of Food Science* 71(6): S447-S455.
- Ryan-Borchers, T. A. (2006). Soy isoflavones modulate immune function in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr*, 2006. 83:1118-25.
- Ruiz-Larrea M B. (2007). Antioxidant activity of phytoestrogenic isoflavones. *Free Radic Res*. 26:63-70.
- Sachan, D. (2005). Decreasing oxidative stress with choline and carnitine in women. *J Am Coll Nutr*. 2005. 24:172-176.

- Sarkar, F. H. (2006). The role of genistein and synthetic derivatives of isoflavone in cancer prevention and therapy. *Mini Rev Med Chem*. 2006. 6:401-7.
- Simon, J. A., Hsia, J., Cauley, J. A., Richards, C., Harris, F. y Fong, J. (2001). Postmenopausal hormone therapy and risk of stroke: the Heart and Estrogen-progestin Replacement Study (HERS). *Circulation* 2001; 103:638-42.
- Slavin, J. (2001). Nutritional benefits of soy protein and soy fiber. *J Am Diet Assoc*, 2001. 91:816-29.
- Solina, M., P. Baumgartner, R.L. Johnson and F.B. Whitfield. (2005). Volatile aroma components of soy protein isolate and acid-hydrolysed vegetable protein. *Food Chemistry* 90(4): 861–873.
- Torres, N. y Tovar, A. (2009). La historia del uso de la soja en México, su valor nutricional y su efecto en la salud. *Salud Publica Mex* 2009;51:246-254. Disponible en <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2009.v51n3/246-254>. Visitada el 30 de enero de 2020.
- Turner, R. (2004). Effect of circulating forms of soy isoflavones on the oxidation of low density lipoprotein. *Free Radic Res*, 2004. 38:209-16.
- Verhoeven, M. O. (2005). Effect of a combination of isoflavones and *Actaea racemosa* Linnaeus on climacteric symptoms in healthy symptomatic perimenopausal women: a 12-week randomized, placebo-controlled, double-blind study. *Menopause*, 2005. 12:412-20.

- Wang, H. L. y Hesseltine, C. W. (2002). Oriental fermented foods. En "Prescott and Dunn's Industrial Microbiology" (Ed. Reed, G.), 4th Ed. AVI Publisher Co. Westport, CT. USA.
- Wang, B., Y.L. Xiong and C. Wang. (2001). Physicochemical and sensory characteristics of flavoured soymilk during refrigeration storage. *Journal Food Quality* 24(6): 513–526.
- Yang, E. B. (2006). Genistein, a tyrosine kinase inhibitor, reduces EGF-induced EGF receptor internalization and degradation in human hepatoma HepG2 cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 224:309-17.
- Yokotsuka, T. y Sasaki, M. (2008). Fermented protein foods in the Orient: Shoyu and miso. En *Microbiology of fermented foods*. Vol. 1 (Ed. Wood B.J.B.) Blackie Academic and Professional. New York. 351-415.
- Zea, V. (2010). Utilización de varios tipos de leche vegetal en la elaboración de quesos para personas con intolerancia a la lactosa. 2010. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2321/1/84T00072.pdf>. Visitada el 4 de febrero de 2020.

ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 001-2022-VIRTUAL-EPIIA-FIOIA



Siendo las 10:00 a.m. del día 02 de junio del 2022, se reunieron a través de la plataforma virtual Google Meet, con el link: <https://meet.google.com/ouo-pvtr-xva?hs=224>, los miembros del jurado designado para el Trabajo de Suficiencia Profesional Titulado: **“IMPORTANCIA DE LA SOJA (*Glycine max*) EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”**, con Decreto N° 021-2021-D-FIQIA-VIRTUAL, de fecha 22 de setiembre del 2021, con la finalidad de llevar a cabo la evaluación y calificación de la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional antes citado, integrado por los siguientes profesionales:

- M.Sc. James Jenner Guerrero Braco : Presidente
- M.Sc. Ronald Alfonso Gutierrez Moreno : Secretario
- Ing. Gerardo Santamaría Baldera, : Vocal

El Trabajo de Suficiencia Profesional fue asesorado por el **Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe**, oficializado con Decreto N° 324-2018-D-FIQIA, de fecha 08 de noviembre del 2018. El acto de sustentación fue autorizado con Resolución N° Decreto N° 173-2022-D-FIQIA-VIRTUAL, de fecha 21 de mayo del 2022, asimismo fue presentado y sustentado por el Bachiller: **CRISTHIAN RAFAEL JUNIOR VÁSQUEZ UCAÑAY**, y tuvo una duración de 50 minutos. Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones por parte del jurado designado; se procedió **a la calificación respectiva, otorgándole el puntaje de 17 (diecisiete) en la escala vigesimal, mención BUENO.** Por lo que queda APTO para obtener el Título Profesional de INGENIERA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220, y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 10:50 a.m. se da por concluida la sustentación, los miembros del jurado firman el acta en señal de conformidad.

M.Sc. James Jenner Guerrero Braco
Presidente

M.Sc. Ronald Alfonso Gutiérrez Moreno
Secretario

Ing. Gerardo Santamaría Baldera

Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe
Vocal
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

CONSTANCIA TURNITIN (SIMILITUD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO)
DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

N°004-2022-VIRTUAL-EPIIA-FIQIA

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, HACE CONSTAR:

Que, el trabajo de suficiencia profesional **“IMPORTANCIA DE LA SOJA (*Glycine max*) EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”**, presentado por el Bachiller **CRISTHIAN RAFAEL JUNIOR VÁSQUEZ UCAÑAY**, fue revisada por el **Dr. Luis Pozo Suclupe**, Asesor del trabajo de Suficiencia profesional, con el programa Antiplagio TURNITIN, dando el siguiente resultado:

PORCENTAJE DE SIMILITUD: 20 %

Se extiende la presente, para la tramitación del título profesional

Lambayeque, 22 de junio del 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

 Dr. Abraham G. Ygnacio Santa Cruz
 DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIAS ALIMENTARIAS



Firmado digitalmente por
 YGNACIO SANTA CRUZ Abraham
 Guillermo FAU 20105685875 soft
 Fecha: 2022.06.23 07:43:24 -05'00'

c.c.: Archivo

EXP. 2868-2022-MP-VIRTUAL-FIQIA

Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

20 %

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.informacionconsumidor.org Fuente de Internet	11 %
2	es.scribd.com Fuente de Internet	3 %
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %
4	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1 %
5	1library.co Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
8	es.slideshare.net Fuente de Internet	< 1 %
9	docplayer.es Fuente de Internet	< 1 %

10

Fuente de Internet

< 1 %

Submitted to Universidad Estatal de Milagro

11

Trabajo del estudiante

< 1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo



Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe
Asesor



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Bach. Cristhian Rafael J Vásquez Ucañay
Título del ejercicio: Bach. Cristhian Rafael J. Vásquez Ucañay
Título de la entrega: Tesis
Nombre del archivo: TESINA_-_ULTIMO_PARAFRASEADO.docx
Tamaño del archivo: 1.49M
Total páginas: 81
Word count: 11,239
Total de caracteres: 62,877
Fecha de entrega: 09-feb.-2022 10:46p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1758998911



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias
Alimentarias



XII PROGRAMA DE TITULACIÓN POR ACTUALIZACIÓN
PROFESIONAL 2012-II

**"IMPORTANCIA DE LA SOJA (*Glycine max*) EN LA INDUSTRIA
ALIMENTARIA"**

*Tesis monográfica para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias
Alimentarias*

RESPONSABLE
Bach. Cristhian Rafael J. Vásquez Ucañay

ASESOR
Dr. Luis Pozo Suelupe
LAMBAYEQUE – PERU
2022



