

Utilidad en la alimentación de algunas semillas germinadas: brotes de soja y trigo*

Use in the alimentation of some germinated seeds: mung bean and wheat sprouts

Carolina Ponce de León, M^a Esperanza Torija y M^a Cruz Matallana

Departamento de Nutrición y Bromatología II. Facultad de Farmacia.
Universidad Complutense de Madrid. Plaza Ramón y Cajal s/n. 28040- Madrid
carolina_poncedeleon@hotmail.com

Recibido: 09-diciembre-2012, Aceptado: 18-diciembre-2012, Publicado en formato electrónico: 30-enero-2013

PALABRAS CLAVE: Brotes de soja verde *Vigna radiata* (L.), brotes de trigo *Triticum aestivum* (L.), Valor nutritivo, Germinados, Vitamina C

KEY WORDS: Mung bean sprouts *Vigna radiata* (L.), Wheat sprouts *Triticum aestivum* (L.), Nutritive value, Sprouts, Vitamin C

RESUMEN

Llevar una alimentación saludable mejorando nuestros hábitos alimentarios nos estimula a consumir alimentos variados, entre ellos algunos más novedosos como los germinados. Conocidos desde hace siglos por otras culturas, sobre todo orientales e introducidos en el mundo a través de su comida, los germinados se caracterizan por ser alimentos con alto valor nutritivo o mejores que las semillas de procedencia y con significativos valores de vitamina C. Existe una gran variedad en nuestros mercados destacando los de leguminosas, como los brotes de soja verde y entre los de cereales, los de trigo. En este trabajo se pretendió en primer lugar, conocer el uso de estos productos alimenticios por parte de los consumidores, para lo cual se realizaron encuestas determinando que los brotes de soja verde son los más conocidos y usados. En segundo lugar se determinó el valor nutritivo de los germinados de soja verde y trigo, de los que pudimos observar que los segundos destacan por su mayor contenido en casi todos los nutrientes debido a que tiene una humedad más baja y sobre todo, por su alto contenido de vitamina C del orden de 110 mg / 100 g de alimento fresco. Por su parte los brotes de soja verde mostraron un bajo aporte calórico, por lo que pueden ser recomendados en dietas hipocalóricas.

ABSTRACT

Eating a healthy diet and improving our eating habits requires the intake of a variety of foods, including some innovative food, as the sprouts. Known for centuries in other cultures, especially Eastern, and introduced to other areas of the world, sprouts are characterized as highly nutritious food even better than seeds of origin and are important sources of vitamin C. There are a great variety of sprouts in our markets, especially legumes such as mung bean sprouts, and cereals, such as wheat. This study is aimed to know consumers tendencies regarding sprout consumption, for which surveys were conducted resulting on mung bean sprouts as the most known and used. Secondly the nutritional value of mung bean sprouts and wheat was determined, of which the latter was distinguished by their higher content of most nutrients because of its lower moisture content but especially for its high vitamin C content (110 mg / 100 g of fresh food.). On the other hand mung bean sprouts showed low energy value, so it can be recommended as a good choice for hypocaloric diets

1. INTRODUCCIÓN

Una alimentación saludable, nos previene de ciertas enfermedades, por lo que últimamente se presta más atención a incluir en nuestra dieta alimentos que, además de tener un mayor valor nutritivo, aporten algunos compuestos bioactivos, entre ellos vitaminas, que nos protejan de ciertas enfermedades. Los germinados o brotes

son alimentos caracterizados por ser alimentos mejorados en nutrientes en relación al mismo alimento sin germinar, muy beneficiosos para la salud debido a que contienen algunos antioxidantes como la vitamina C.

En muchos países del mundo el consumo de germinados es muy común; en otros no son tan frecuentes ni se conocen sus propiedades y en algunos se están conociendo recientemente;

* Presentado en la XIX Biental RSEHN, Toledo 2011



<http://hanyu.iciba.com/wiki/76517.shtml>

“Soja”

Glycine max L.

<http://www.agripinoy.net/mungo-mungbean-farming.html>

“Soja verde”

Vigna radiata L.

<http://trade.indiamart.com/details.mp?offer=2144910488>

“Judia mungo”

Phaseolus mungo L.

Figura 1. Nombre científico de algunas leguminosas.
- Scientific name of some legumes.

sin embargo, la germinación como fuente de alimentos, es uno de los procesos más antiguos usado desde hace siglos. En China, en el año 3000 a. C., el emperador Shen Nong Ben Cao Jing incentivaba a su pueblo al consumo diario de germinados de legumbres. Chinos y japoneses germinaron especialmente la soja, el denominado mungo, y la cebada; para usarlos como suplemento fijo en su alimentación. En el Antiguo Egipto, las mujeres consumían germinados aromáticos como los del fenogreco o alholva, ya que al transpirar emanaba el agradable olor de este germinado. En occidente uno de los mejores navegantes del siglo XVIII, el capitán Cook, usó una bebida fermentada a base de germinados de cereales para prevenir el escorbuto (PONCE DE LEÓN *et al.*, 2011).

La germinación es un proceso, que incrementa la biodisponibilidad de nutrientes y la palatabilidad de ciertos alimentos (BRESSANI *et al.*, 1984). Durante la germinación, las semillas necesitan ciertas condiciones ambientales favorables, como la presencia de oxígeno, luz, temperatura, y la humedad que determinan el desarrollo del olor y el sabor de los germinados; entre las modificaciones en la composición, se pueden apreciar variaciones de los carbohidratos solubles y de la proteínas, así como un incremento de la vitamina C, lo que origina una mejora en el valor nutritivo de los germinados. (DÁVILA *et al.*, 2003 y PAMPLONA ROGER, 1999).

Los germinados o brotes (que se denominan así indistintamente) están muy extendidos en muchos países donde existe una gran variedad de ellos, ya que se puede germinar cualquier tipo de semilla. Los más conocidos en el mundo occidental son los que provienen de las semillas de *Vigna radiata* L., llamada comúnmente soja verde; su conocimiento se debe a los restaurantes de comida china, donde se utilizan frescos, salteados, al vapor o hervidos como ingrediente

para la elaboración de diversos platillos, como por ejemplo los muy conocidos “rollitos primavera”.

En nuestro país, además de los germinados de soja verde, existe en nuestros mercados numerosos germinados, de hortalizas como los de ajo, cebolla, brócoli, rábano; de cereales como los de trigo o cebada y de leguminosas, soja verde y alfalfa.

La OMS indica diversas leguminosas para consumo humano directo; entre ellas, dentro de las más relevantes, se citan algunas como: alubias/judías de *Phaseolus* spp. (excepto *Phaseolus mungo* L. o *Vigna mungo* [L.] Hepper y *Phaseolus aureus* Roxb. o *Phaseolus radiatus* L., *Vigna radiata* [L.] Wilczek) y otras como garbanzos, lentejas, etc (OLMEDILLA *et al.*, 2010). Vemos la forma en que aparece citada la que constituye motivo de este estudio: *Vigna radiata*.

Existe cierta confusión cuando nos referimos a la “soja” ya que se da este nombre de soja a las especies *Glycine max* L., *Vigna radiata* L., *Phaseolus mungo*, y a sus respectivos sinónimos, teniendo cada una de estas leguminosas características muy diferentes. Vamos a citar algunos de estos sinónimos que fueron apareciendo en función de los cambios de nomenclatura debido a los avances de las técnicas de clasificación de las plantas.

El nombre común “soja” corresponde a la especie *Glycine max* L., a la que también se ha denominado *Dolichos soja* L., *Phaseolus max* L., *Soja max* (L.) Piper, etc. Por mencionar algunos de sus sinónimos (Figura 1).

Por su parte la especie *Vigna radiata* L. es denominada comúnmente “soja verde” debido al color de su semilla, ocasionando cierta confusión entre las distintas sojas al nombrarlas; no obstante, además de sus características físicas, existe una gran diferencia entre las semillas de soja (*Glycine max*) y soja verde (*Vigna radiata*) ya que la primera es una leguminosa oleaginosa y la segunda no.

La especie *Vigna radiata* L. tiene entre sus sinónimos a *Phaseolus aureus* Roxb., *Phaseolus radiatus* L., etc., y es llamada comúnmente “soja verde”. En el caso de *Phaseolus mungo* L., los sinónimos son *Azukia mungo* (L.) Masam y *Vigna mungo* (L.) Hepper y es comúnmente nombrada como “judía mungo”, según FAO (2007). Este nombre de judía mungo también se utiliza a veces para la soja verde; de hecho en numerosas publicaciones científicas (BHATTY *et al.*, 2000; INFANTE *et al.*, 2003; PAJOUHESH Y SEZANDEGI, 2009; RAMOS.-AGUILAR & VILLANUEVA-VERDUZCO, 1998) se hacen comentarios de la judía mungo correspondiendo a *Vigna radiata*. LEÓN (2000), a este respecto, cita *Vigna mungo* sinónimo de *Phaseolus mungo*, en inglés: urd o black gram, y *Vigna radiata* o *Phaseolus aureus* o *Phaseolus radiatus*, em inglés: mung o green gram. Todo esto nos demuestra que a la hora de consultar fuentes bibliográficas dedicadas al tema, existe una enorme confusión.

En la Tabla I se especifica a modo de resumen, los sinónimos correspondientes a las especies motivo de confusión en cuanto a su terminología. No obstante los avances de la ciencia permiten establecer mayores diferencias entre las especies citadas, motivo de trabajos posteriores.

Tabla I. Sinónimos utilizados para denominar a la soja verde.
-Synonyms used to denote mung bean.

Especie	Sinónimos	Nombre común	Referencia
<i>Vigna radiata</i> (L.)		“soja verde” mung bean o green gram	FAO (2007)
	<i>Phaseolus aureus</i> Roxb. <i>Phaseolus radiatus</i> L.	“judía mungo”	BHATTY <i>et al.</i> , 2000 INFANTE <i>et al.</i> , 2003 PAJOUHESH & SEZANDEGI, 2009 RAMOS-AGUILAR & VILLANUEVA-VERDUZCO, 1998
		Inglés: “mung o green gram”	LEÓN, 2000
<i>Phaseolus mungo</i> (L.)	<i>Azukia mungo</i> (L.) Masam <i>Vigna mungo</i> (L.) Hepper	“judía mungo” mung bean o black gram	FAO ,2007
	<i>Vigna mungo</i> (L.) Hepper	Inglés: urd o black gram	LEÓN,2000

En relación a la denominación del género *Vigna* y *Phaseolus*, NADAL *et al.* (2004), aclaran esta circunstancia afirmando que la separación del antiguo género *Phaseolus* en los tres géneros *Phaseolus*, *Vigna* y *Dolichos*, se hizo a mediados del siglo XX sobre base morfológica esperando a resolver la distribución geográfica, lo que no se ha acabado de conseguir plenamente. En efecto, *Phaseolus* (en su estricto), queda como exclusivamente americano y *Dolichos* como afroasiático, pero *Vigna*, fundamentalmente asiático, tiene también representantes americanos, aunque no de interés económico.

Entre los tres cereales de mayor producción a nivel mundial junto con el maíz y el arroz; se encuentra el trigo, uno de los más consumido por el hombre desde la antigüedad debido a que a partir de él se obtienen muchos derivados y a la importancia del proceso de panificación. Desde el Oriente Medio, específicamente de lo que hoy son Irán y Afganistán, el cultivo del trigo se difundió en todas direcciones (MENDIOLA, 2009).

La especie comúnmente utilizada para germinar es la *Triticum aestivum* (L.). Las semillas germinadas de trigo suelen ser utilizadas para elaborar bebidas, platos calientes hasta postres; también son muy utilizados para obtener harina de trigo germinado empleada en panificación.

MIRANDA *et al.* (2002) refieren que posiblemente la germinación sea uno de los procesos más antiguos, económicos y sencillos empleados para mejorar el valor nutricional de granos de cereales y de leguminosas. Desde este punto de vista, la germinación de éstas y otras semillas presenta una considerable importancia y pueden llegar a ser una fuente potencial de ingredientes alimenticios más ricos en nutrientes. Se suele incrementar el contenido de vitaminas del grupo B y sobre todo la vitamina C, mejorando la digestibilidad proteica, reduciendo factores antinutricionales en las leguminosas, tales como inhibidores de proteasas, ácido fítico y lectinas, provocando una hidrólisis de oligosacáridos (rafinosa y estaquiosa), siendo estos azúcares causantes de provocar flatulencia al consumirlos (BARCELOS *et al.*,2002; DOBLADO *et al.*, 2007 & YANG *et al.*, 2001).

Los germinados son muy sencillos de preparar y se pueden elaborar de forma doméstica o industrial.

Las semillas se ponen a remojo en agua, cuya cantidad debe ser superior a tres veces el volumen de las semillas; en general se puede utilizar un frasco de vidrio de boca ancha, que se cubre con una tela fina o una gasa y se ajusta con una goma (Figura 2). De esta forma se dejará remojando toda la noche o aproximadamente de seis a doce horas, dependiendo de la semilla (Tabla II).

A nivel doméstico las semillas de soja verde (*Vigna radiata* L.) y trigo (*Triticum aestivum* L.) tardan en germinar aproximadamente de dos a cinco días. A continuación detallaremos el proceso general de germinación de ambas semillas.

Tabla II. Condiciones para la germinación de semillas de soja verde y trigo.

- Conditions for germination of mung bean and wheat seeds.

Especie	Tiempo de remojo	Temperatura del agua de remojo	Enjuague (veces x día)	Condiciones de luz	Temperatura de germinación	Tiempo que tardan en germinar
Soja verde	8 – 12 horas	21 – 20 °C	4	Baja luz	22 °C	2 – 5 días
Trigo	6 – 12 horas	15 – 20 °C	2	Baja luz	20 °C	3 – 5 días

Fuente: BOTANICAL-ONLINE, 2011.



Figura 2. Elaboración doméstica de germinados.

- Domestic elaboration of sprouts.

Es importante considerar la temperatura de remojo que puede ser de 15 a 20 °C. Culinado este tiempo, se desechará el agua y se enjuagarán las semillas, dejando el frasco inclinado boca abajo de tal forma que facilite la salida del exceso del agua, quedando húmedas las semillas (Figura 2). El frasco deberá conservarse en un lugar oscuro, cálido y limpio. El proceso de enjuagado se realizará entre dos y cuatro veces por día. De esta forma se va produciendo la germinación y cuando los brotes tengan de dos a tres centímetros se deberán exponer a la luz solar, de forma indirecta, durante dos horas al día para la formación de clorofila. El tiempo máximo de germinación será de cinco días para ambos germinados. Cuando los brotes estén listos se enjuagarán para quitar los restos de las semillas y se escurrirán. Se pueden conservar en la nevera hasta siete días.

Para la producción industrial, se debe realizar un control de calidad de los siguientes patógenos *Salmonella* spp., *E. coli* patógeno, *Listeria monocytogenes* y *Shigella* spp., con el fin de evitar problemas de salud derivados de su presencia (CODEX ALIMENTARIUS, 2003). Este control microbiológico es necesario para la prevención, que se lleva a cabo en los vegetales de consumo en fresco. Es recomendable que antes de utilizar los brotes preparados en casa o comprados en el supermercado sean lavados con un desinfectante para hortalizas o escaldados antes de consumirlos.

En nuestros mercados, como mencionamos anteriormente existen numerosos germinados. En el estudio llevado a cabo por PONCE DE LEÓN *et al.* (2011) se encontró que los germinados de soja verde representan el 70% del total de germinados que se comercializan en Madrid y los de trigo eran muy poco frecuentes; además, la mayoría de ellos se producen en Madrid, aunque también los hay procedentes de Alicante, Barcelona, Zaragoza, otras comunidades autónomas e incluso de Francia.

2. OBJETIVOS

Debido a la mayor presencia de los germinados de soja verde en el mercado y a la escasez de los de trigo con el fin de potenciar su uso una vez conocido su valor nutritivo, se seleccionaron estas muestras para su estudio. Por otra parte, las semillas de partida (legumbre y cereal) son distintas en su composición, lo que nos da idea de que los germinados obtenidos de ellas también serán diferentes. Además no existen datos al respecto de ambos germinados especialmente de los segundos.

Los objetivos planteados en este trabajo son: determinar el conocimiento y uso de los germinados por parte de los consumidores y en segundo determinar el valor nutritivo potencial de estos germinados de soja verde y trigo como paso previo a estudios posteriores.

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 Encuesta

Nos pareció importante conocer cuál es la percepción y cuál es el conocimiento de los consumidores acerca de los germinados.

Para este trabajo las encuestas se realizaron en el ámbito universitario, debido al entorno y a la facilidad de realizarlas; no obstante pretendemos continuar y expandir este estudio entre otro tipo de consumidores.

En una primera encuesta (PONCE DE LEÓN *et al.*, 2011) se constató que el germinado que más se consume en nuestro entorno es el de soja verde. En este trabajo se amplió el número de encuestados a 300, entre hombres y mujeres de edades comprendidas entre 18 y 60 años. El tipo de cuestionario se realizó mediante una entrevista directa de 12 preguntas, 4 de ellas fueron abiertas y 8 cerradas. En ella se pedía responder por separado a si habían consumido brotes de soja, de alfalfa u otros.

3.2. Muestras seleccionadas

Las muestras seleccionadas fueron, germinados de soja verde (*Vigna radiata* L.) y de trigo (*Triticum aestivum* L.), especies botánicas según envase, de origen comercial, analizando tres lotes de cada tipo de muestra (Figura 3).



Figura 3. Germinados de soja verde y trigo (PONCE DE LEÓN, 2010).
- Mung vean and wheat sprouts (PONCE DE LEÓN, 2010).

3.3. Métodos analíticos

Las muestras se prepararon como si se fueran a consumir; se lavaron y se eliminó el agua residual dejando escurrir sobre papel de filtro. La humedad y la vitamina C se determinaron en el

producto fresco y el resto de componentes sobre el producto desecado. En todos los casos se trabajó por triplicado y se utilizaron métodos oficiales y/o recomendados.

Se han determinado los componentes que se indican a continuación. Humedad, por desecación (método 984.25 del A.O.A.C., 1990); proteínas totales por el método de Kjeldahl, utilizando el factor 6,25 (MAPA, 1993); grasa por el método de Soxhlet (MAPA, 1993); hidratos de carbono disponibles totales y azúcares solubles (expresados en glucosa) por colorimetría (OSBORNE & VOOGT, 1986); contenido de fibra por gravimetría (VAN SOEST & WINE, 1967); contenido mineral total (cenizas) (JIMÉNEZ *et al.*, 1984). La vitamina C por valoración volumétrica con el colorante 2,6-diclorofenolindofenol (DCP), el cual se reduce por el ácido ascórbico dando un compuesto incoloro (JAMES, 1996). Los resultados se expresan en g/100 g de alimento fresco, excepto la vitamina C, que se expresa en mg/100 g de alimento fresco

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del consumo de germinados

De los encuestados, la mayoría (91%), se encuentran en edades entre 18 y 60 años, siendo la edad media de 27 años; el 79% fueron mujeres y el 21% hombres. Un 81% estudia actualmente y el 37% manifestó tener un trabajo en la actualidad.

En la Figura 3 se observa que el 83% conoce los germinados y un 74% los ha comido. De éste grupo (74%) les gustaron a un 86%. La mayoría los han conocido a través de algún medio de comunicación, por referencias familiares o amistades, a través de en algún restaurante, sobre todo de comida china, porque se exhibían en algún supermercado o porque habían oído hablar de ellos en ferias ecológicas.

Los brotes de soja, en esta segunda encuesta, también aparecen como los más conocidos y un 81% manifestó haberlos consumido. Solo el 11% manifestó haber probado el de alfalfa y existe un pequeño porcentaje que comió brotes de otras legumbres u hortalizas.

El saber dónde comieron germinados, nos permite observar cuan accesibles están a los consumidores. El 44% expresó que los comió en casa, lo que nos demuestra que los germinados están al alcance de las amas de casa; un 24% comenta que los consumió en restaurantes de comida china y un 13% tanto en restaurantes como en casa. El 9% refirió que además de encontrarlos en restaurantes de comida china, también los podemos encontrar en otros tipos de restaurantes, y en menor proporción un grupo representado por el 7% comió estos brotes en restaurantes vegetarianos (Figura 4).

En cuanto a cómo estaban preparados, el 70% del grupo que comió germinados manifiesta que los comió frescos; el 14% cocidos o fritos y

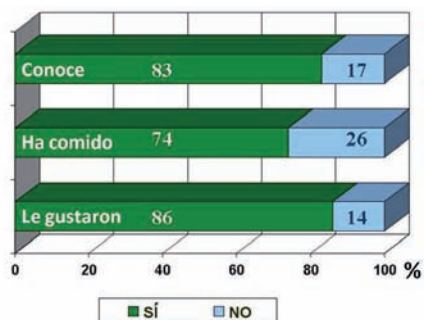


Figura 4. Conocimiento y consume de los germinados.
- Knowledge and consumption of sprouts.

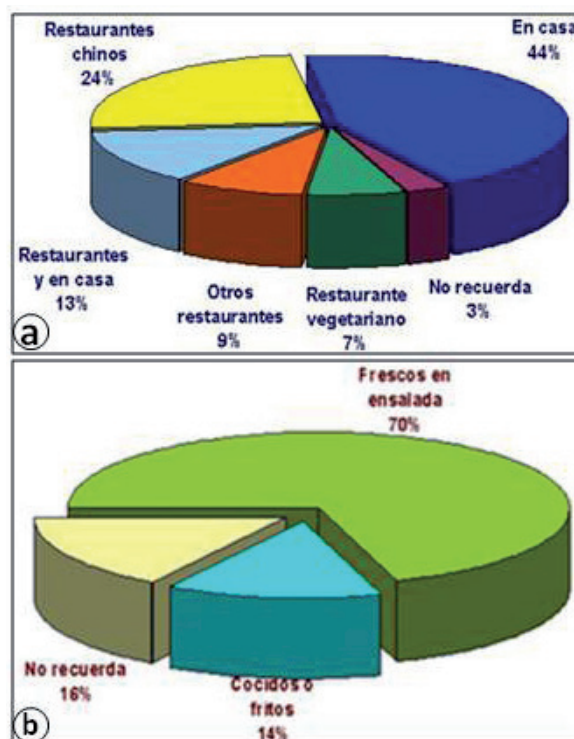


Figura 5. Consumo de germinados a) ¿Dónde comió los germinados? b) ¿Cómo estaban preparados?
- Consumption of sprouts a) Where did you eat sprouts? b) In which way they were prepared?

Tabla III. Composición Centesimal de Germinados de soja verde y trigo (expresados sobre 100 g de producto fresco).
- Composition Centesimal of mung bean and wheat sprouts (expressed on 100 g of fresh product).

Germinado	Energía (Kcal)	Humedad (g)	Proteínas (g)	Grasa (g)	Hidratos carbono disponibles (g)	Fibra (g)	Contenido mineral (g)
Soja verde (<i>Vigna radiata</i> L.)	22,6 ± 1,6	92,7 ± 0,8	2,8 ± 0,2	0,1 ± 0,01	2,6 ± 0,2	1,5 ± 0,2	0,4 ± 0,02
Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	173,3 ± 10,3	51,4 ± 3,1	9,7 ± 0,5	1,5 ± 0,3	30,3 ± 2,9	9,6 ± 2,7	0,4 ± 0,1

un 16% no recuerda cómo estaban preparados (Figura 5).

4.2. Valor nutritivo de los germinados de soja verde y trigo

Los resultados correspondientes a la composición centesimal de los germinados de soja verde y trigo, se recogen en la Tabla III; en ella se recoge también el valor calórico. Todos los datos se expresan en peso fresco del alimento.

En primer lugar destaca la diferente humedad de estos dos germinados que va a influir en el contenido del resto de componentes. En la soja verde supera el 90%, lo que indica que por su propia estructura absorbe más agua durante el proceso.

Al querer comparar nuestros resultados con los de otro autores, nos hemos encontrado con la dificultad de la falta de datos de germinados de estas dos semillas. Sin embargo hay algunos

estudios de germinados de soja (*Glycine max*), de la que haremos comentarios, si bien la semilla de partida tiene una composición diferente pues, como ya dijimos se trata de una leguminosa oleaginosa a diferencia de la soja verde que no lo es. Referirnos a la soja (*Glycine max*) nos ha parecido interesante para poder ver las modificaciones de los componentes durante el proceso de obtención del germinado, ya que este hecho es lo que aparece citado en un mayor número de trabajos.

Destaca la gran diferencia de **proteína** entre nuestros dos germinados (Tabla III), siendo muy superior en el de trigo, del orden de tres veces mayor que en el de la soja verde. El contenido de proteínas de la soja verde es similar al encontrado por BLUEBELL (1963) quien cita un contenido de proteínas de 2,16% para germinados de *Phaseolus aureus* Roxb. y de 7,61% para los de *Glycine max* L. LIMA *et al.* (2009), estudiaron tres tipos de leguminosas: soja verde (*Vigna radiata*), guandú (*Cajanus cajan*) y “mungo preto” (*Vigna mungo*); en el caso concreto de los germinados de *Vigna*

radiata observaron un aumento de proteínas del 37,5% al sexto día de germinación. Este mismo hecho lo comentan BARCELOS *et al.* (2002) para los brotes de soja (*Glycine max* L.) encontrando un incremento de las proteínas de un 8,8% al cuarto día de germinación.

CHAPARRO *et al.* (2010), demostraron que el proceso de germinación dio origen a un aumento de la concentración de proteína bruta en semillas de soja (*Glycine max*) de un 2,26% a las 48 horas de germinación. Además, observaron que la germinación produjo un incremento significativo de la digestibilidad *in vitro* de la proteína de las semillas de soja del 13,1% al primer día de proceso.

MARTINEZ *et al.* (2011) por su parte, en un estudio realizado sobre semillas de soja, *Glycine max* (L). Merrill antes y después de germinadas durante 48 horas, encontraron un aumento del contenido de proteínas del 17,8%; observaron también que la germinación produjo un aumento significativo (25%) de la digestibilidad de la proteína *in vitro*. A este respecto, BAU *et al.* (1997) afirman que la reducción de los valores de la actividad inhibitoria de tripsina contribuye a elevar la digestibilidad de las proteínas.

Los valores de **grasa** encontrados en este estudio (Tabla III) fueron inferiores a 2 g/100 g. de alimento fresco siendo, como para la proteína, mucho mayor en el trigo y casi inapreciable en la soja verde, en la que el valor fue inferior a 0,2%. BLUEBELL (1963) cita un contenido de grasa de 2,17% para germinados de *Phaseolus aureus* Roxb, dato un poco sorprendente ya que indica un valor similar de grasa para *Glycine max* L, siendo ésta una semilla oleaginosa a diferencia de la soja verde (*Vigna radiata*), como venimos diciendo.

En el estudio realizado por BARCELOS *et al.* (2002) se observa una disminución en los valores de grasa de un 29,5% en semillas germinadas de soja (*Glycine max* L.) durante cuatro días. Sin embargo MARTÍNEZ *et al.* (2011) encontraron en su estudio un aumento de la grasa de un 4,8% a las 48 horas de germinar semillas de *Glycine max* (L.) Merrill; estos autores atribuyen el aumento al tiempo de germinación, debido a que la disminución de las reservas de nutrientes (lípidos) para el requerimiento de energía se produce a partir de las 72 horas de germinación.

En cuanto a la cantidad de **hidratos de carbono** disponibles, nuevamente los germinados de trigo destacan (Tabla III) con un porcentaje de 30,3% frente al 2,6% de la soja verde. Según BLUEBELL (1963), los hidratos de carbono en los germinados de *Phaseolus aureus* Roxb fueron de un 2,05%, similar a los de soja verde.

MARTINEZ *et al.* (2011) observaron una disminución de los carbohidratos disponibles en soja (*Glycine max* L.) germinada de un 53,5% a las 48 horas de germinación. Esto es debido, probablemente, a que los carbohidratos totales y solubles de la soja se han hidrolizado durante el proceso como fuente de energía.

Al calcular la **energía** de nuestros germinados, nuevamente quedan patentes las diferencias entre ambos germinados, lo que está en función del contenido de macronutrientes. En el de trigo fue 173,0 kcal/100 g y en la soja verde, de 22,6 kcal/100 g. Es de gran importancia el bajo aporte calórico que corresponde a los germinados de soja verde lo que puede hacer que sean muy útiles en regímenes de control de peso.

La fibra es muy destacada en los germinados de trigo, en los que llegó a superar los 9 g/100 g muy por encima, una vez más del valor encontrado en los de soja verde, en los que no llegó a 2%. La importancia de la fibra en nuestra alimentación es conocida y en este sentido los germinados de trigo son una fuente interesante de la misma.

La vitamina C es un importante antioxidante hidrosoluble y el contenido que hemos encontrado en los brotes de trigo, en los que se llegó a 110 mg/100 g de alimento fresco, es muy importante. En los de soja verde solo alcanzaron los 22 mg/100 g de alimento fresco.

Diferentes investigadores centran sus trabajos en el aumento de vitamina C durante el proceso de germinación, teniendo en cuenta que esta vitamina es casi inexistente en las semillas secas.

Así, FORDHAM *et al.* (1975) al estudiar la germinación encuentran que el contenido de vitamina C en germinados de soja (*Glycine max* L.) después de 5 días de proceso fue de 21 mg por 100 g de alimento fresco.

BAU & DEBRY (1979), demostraron que las semillas secas de soja (*Glycine max* L.) no contienen vitamina C y que después de 3 días de germinación se alcanzaron los 25 mg por 100 g.

Entre los estudios sobre el trigo germinado, LINTSCHINGER *et al.* (1997) indicaron que la biosíntesis de vitamina C es un proceso metabólico específico que se realiza durante la germinación; en su estudio no encontraron vitamina C en las semillas de trigo (*Triticum aestivum*), sin embargo después de tres días de germinación se observó que el contenido de esta vitamina de 7,9 mg/ 100 g.

YANG *et al.* (2001), por su parte, demostraron que durante la germinación de los granos de trigo se produce un incremento de ácido ascórbico, desde su inexistencia en el grano seco; la vitamina C fue aumentando gradualmente al avanzar el tiempo de germinación, llegando a un valor de 55 mg/ 100 g a los 7 días del proceso.

PLAZA *et al.* (2003) estudiaron los valores de vitamina C en semillas y germinados de trigo (*Triticum aestivum* L.) y soja (*Glycine max* L.) mostrando que los valores de ésta vitamina incrementaron en un 53,7% en los germinados de trigo y en un 218% en los de soja.

5. CONCLUSIONES

- Un elevado porcentaje (en torno al 80%) de los consumidores encuestados conoce, ha comido y valora positivamente los germinados.

- Los más conocidos son los brotes de soja. Un elevado número los consume en casa y principalmente los preparan en ensalada.
- Dada la menor cantidad de agua de los brotes de trigo, a igualdad de peso, aportan mayor cantidad de nutrientes, lo que se traduce en un valor energético más elevado.
- El contenido de vitamina C es también superior en los germinados de trigo (110 mg/100 g).
- Si consideramos 25 g de germinado de trigo como una ración, el aporte a las ingestas diarias recomendadas de vitamina C sería de un 30 – 50 %.

BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. 1990. Vegetable products, processed. Thomas R. Mulvaney, associate chapter editor food and drug administration. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 998 págs. Ed. Kenneth Helrich. Virginia.
- BARCELOS, M.F.P., VILAS BOAS, E.V.B. & LIMA, M.A.C. 2002. Aspectos Nutricionais de brotos de soja e milho combinados. *Ciencia y Agrotecnología*, **26** (4): 817- 825.
- BAU H.M. & DEBRY, G. 1979. Germinated soybean protein products: chemical and nutritional evaluation. *Journal of the science of food and agriculture*, **56**: 160-162.
- BAU, H.M., VILLAUME, C., NICOLAS, J.P. & MÉJEAN, L. 1997. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. *Journal Science Food Agriculture*, **73**:1-9.
- BHATTY, N., GILANI, A. & AHMAD, S. 2000. Nutritional value of mung bean (*Vigna radiata*) as effected by cooking and supplementation. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, **50**(4):374-379.
- BLUEBELL, R. 1963. Nutritional value of proteins of oriental soybean foods. *The Journal of Nutrition*, **81**: 279-285.
- BOTANICAL-ONLINE. *Tablas de germinación de las semillas*. [En línea] <<http://www.botanical-online.com/tablasdegerminacion.htm>> [Consulta: 07/12/2011].
- BRESSANI, R., HARPER, J.M. & WHICKSTROM, B. 1984. Processed and packaged weaning foods: development, manufacture and marketing. In: MITZNER, N., SCRIMSHAW, N., MORGAN, R., Eds. *Improving the nutritional status of children during weaning period*. págs. 51-64. MIT. Cambridge, MA, EEUU.
- CHAPARRO, D., PISMAG, R., ELIZALDE, A., VIVAS, N. & ERAZO, C. 2010. Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en semillas de Amaranto, Quinoa, Soya y Guandul. *Revista de Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, **8**(1): 35-45.
- CODEx ALIMENTARIUS. 2003. *Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas. Anexo II, sobre la producción de semillas germinadas*. CAC/RCP 53-2003: 18-23. [En línea] <<http://www.codexalimentarius.net>. [Consulta: 07/12/2011].
- DAVILA, M., SANGRONIS, E. & GRANITO, M. 2003. Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, **53**(4): 348-354.
- DOBLADO, R., FRÍAS, J. & VIDAL-VALVERDE, C. 2007. Changes in vitamin C content and antioxidant capacity of raw and germinated cowpea (*Vigna sinensis* var. *carilla*) seeds induced by high pressure treatment. *Food Chemistry*, **101**:918-923.
- FAO - *Food and Agriculture Organization of the UN*. 2007. [En línea] <<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm>> [Consulta: 07/12/2011].
- FORDHAM, J., WELLS, G. & CHAN, L. 1975. Sprouting of seeds and nutrient composition of seeds and sprouts. *Journal Food Science*, **40**: 552-556.
- INFANTE, N., MADRIZ, P. & GONZÁLEZ, T. 2003. Fases de desarrollo y componentes del rendimiento de tres cultivares de frijol mungo (*Vigna radiata* (L) Wilczek) en Maracay, estado Aragua, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, **20**(4): 417-429.
- JAMES, C.S. 1996. *Analytical Chemistry of Foods*. Blackie Academic & Professional. London.
- JIMÉNEZ, A.M., HERRADOR, M.A. & ASUERO, A.G. 1984. Elementos traza en alimento: I. Aspectos metodológicos de su determinación. *Alimentaria*, **152**:107-112.
- LEÓN, J. 2000. *Botánica de los cultivos tropicales*, 203 págs. Ed. Agroamérica. IICA San José Costa Rica.
- LIMA MACHADO, L; PÍCCOLO BARCELOS, M.F; RIBEIRO TEXEIRA, A.H & ALVES NOGEIRA, D. 2009. Evaluation of Chemicals compounds in fabaceae sprouts for the human consumption. *Ciencia e Agrotecnología*, **33**(4):1071-1078.
- LINTSCHINGER, J., FUCHS, N., MOSER, H.; JÄGER, R.; HLEBEINA, T., MARKOLIN, G. & GÖSSLER, W. 1997. Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. *Plant Foods for Human Nutrition*, **50**: 223-237.
- MARTINEZ, A., MARTINEZ, P., SOUZA, M. & CANNIATTI, S. 2011. Alterações químicas em grãos de soja com a germinação. Chemical change in soybean grains with germination. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, **31**(1): 23-30.
- MAPA [MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN] 1993. *Métodos Oficiales de Análisis*. Tomo 1. Ed. MAPA. Madrid.
- MENDIOLA, M.A. 2009. *Plantas de interés agro-alimentario*. [En línea] <<http://ocw.upm.es/botanica/plantas-de-interes-agroalimentario>> [Consulta: 07/12/2011].
- MIRANDA, M. & EL DASH, A. 2002. Farinha integral de trigo germinado. 3. Características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, **22**(3): 216-223.
- NADAL, S., MORENO, M. & CUBERO, J. 2004. *Las leguminosas de grano en la agricultura moderna*, pág. 32. Ed. Mundi Prensa. Sevilla.
- OLMEDILLA, B., FARRÉ, R., ASENSIO, C. & MARTÍN M. 2010. Papel de las leguminosas en la alimentación actual. *Actividad dietética*, **14**(2): 72-76.
- OSBORNE, D.R. & VOOGT, P. 1986. *Análisis de los nutrientes de los alimentos*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.
- PAJOUHESH & SEZANDEGI, J. 2009. Determination of the nutritional value and effects of different levels Mung bean seed waste on the broiler performance. *Animal Sciences Journal*, **22**(2), n°. 83:14-19.

- PAMPLONA ROGER, J.D. 1999. *Enciclopedia de los alimentos y su poder curativo. Tratado de Bromatología y Dietoterapia*, págs. 86-87. Ed. San Feliz. Madrid, España.
- PLAZA, L., DE ANCOS, B. & CANO, MP. 2003. Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum. L*) and alfalfa (*Medicago sativa*) treated by a new drying method. *European Food Research and Technology*, **216**: 138-144.
- PONCE DE LEÓN, E.C., MATA LLANA GONZÁLEZ, MC. & TORIJA ISASA, E. 2011. Germinados o brotes. Su interés en la alimentación actual. *Schironia. Revista científica del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Madrid*, **10**: 5-13.
- RAMOS-AGUILAR, C. & VILLANUEVA-VERDUZCO, C. 1998. Producción de germinados de frijol mungo (*Vigna radiata*) y calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma*). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, **4**(2): 95-100.
- VAN SOEST, P.J. & WINE, R.H. (1967). "Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents". *Journal Asosiation Official Analytical Chemist*, **50**(1): 5-55.
- YANG, F., BASU, T.K. & OORAIKUL, B. (2001). Studies on germination conditions and antioxidant contents of wheat grain. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **52**: 319-330.

