



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**ANÁLISIS DEL PERFIL NUTRICIONAL DE MAGDALENAS CON POLVO DE HOJAS
DESHIDRATADAS DE MORINGA (*Moringa oleífera*).**

TRABAJO FINAL DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS

ALUMNA: MARIANELLA MUÑOZ ARAYA

TUTORAS:

María Dolores Ortolá Ortolá
María Luisa Castelló Gómez

Curso Académico: 2019-2020

Valencia, Diciembre 2020.

ANÁLISIS DEL PERFIL NUTRICIONAL DE MAGDALENAS CON POLVO DE HOJAS DESHIDRATADAS DE MORINGA (*Moringa oleífera*).

RESUMEN

Dentro de la industria de los alimentos, el proceso de innovación constante es de suma importancia para el desarrollo de productos más saludables. La tendencia de consumo actual apuesta por el acceso a alimentos con un mejor perfil nutricional en las cantidades suficientes según los requerimientos alimentarios diarios e individuales del consumidor. Por ello, la presente investigación tuvo como fin evaluar el perfil nutricional de magdalenas elaboradas a partir de la sustitución de harina de trigo por harina de polvo seco de hoja de *Moringa oleífera* en distintas proporciones (0, 1, 2.5, 5 y 10%). Para la elaboración de dicho perfil nutricional se llevó a cabo la cuantificación del contenido de los principales macro y micronutrientes a partir de la información recogida de bases de datos de composición de alimentos. En este caso específico se realizó una comparación del perfil nutricional elaborado a partir de la Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA) y la Base de Datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Posterior a esto, se realizó un análisis del porcentaje de ingesta recomendada (% IR), que aporta información de cómo los nutrientes en una porción de alimento contribuyen a la dieta diaria total. Finalmente, se cuantificó el perfil de aminoácidos esenciales y no esenciales, así como también los ácidos grasos que conforman el polvo de hoja seca de moringa en las distintas proporciones utilizadas.

PALABRAS CLAVE: *Moringa oleífera*, magdalenas, perfil nutricional, perfil de aminoácidos, perfil de ácidos grasos.

ABSTRACT

Within the food industry, the constant innovation process is of utmost importance for the development of healthier products. Access to foods with nutritional profile in enough amount is a high demand to achieve the daily and individual requirements of current consumer. Thus, this research aimed to evaluate the nutritional profile of muffins made from the substitution of wheat flour by *Moringa oleífera* leaf dry powder flour in different proportions (0, 1, 2.5, 5 and 10%). For the elaboration this new nutritional profile, the quantification of the main macro and micronutrients content was performed from the information collected from food composition databases. In this specific case, a comparison was made of the nutritional profile built from Spanish Food Composition Database (BEDCA) and the United States Department of Agriculture Database (USDA). After this, an analysis of recommended intake percentage (% IR) was carried out, which provides information of how the nutrients in a portion of food contribute with the total daily diet. Finally, the essential and non-essential amino acid profile were quantified, as well as the fatty acids present in the dried moringa leaf powder in the different proportions used.

KEY WORDS: *Moringa oleífera*, muffins, nutritional profile, amino acid profile, fatty acid profile.

RESUM

Dins de la indústria dels aliments, el procés d'innovació constant és de la màxima importància per al desenrotllament de productes més saludables. La tendència de consum actual aposta per l'accés a aliments amb un millor perfil nutricional en les quantitats suficients segons els requeriments alimentaris diaris i individuals del consumidor. Per això, la present investigació va

tindre com a fi avaluar el perfil nutricional de magdalenes elaborades a partir de la substitució de farina de blat per farina de pols sec de full de *Moringa oleífera* en distintes proporcions (0, 1, 2.5, 5 i 10%). Per a l'elaboració d'aquest perfil nutricional es va dur a terme la quantificació del contingut dels principals macro i micronutrients a partir de la informació arreglada de bases de dades de composició d'aliments. En este cas específic es va realitzar una comparació del perfil nutricional elaborat a partir de la Base de Dades Espanyoles de Composició d'Aliments (BEDCA) i la Base de Dades del Departament d'Agricultura dels Estats Units (USDA). Posterior a açò, es va realitzar una anàlisi del percentatge d'ingesta recomanada (% IR), que aporta informació de com els nutrients en una porció d'aliment contribueixen a la dieta diària total. Finalment, es va quantificar el perfil d'aminoàcids essencials i no essencials, així com també els àcids grassos que conformen la pols de full seca de moringa en les distintes proporcions utilitzades.

PARAULES CLAU: *Moringa oleífera*, magdalenes, perfil nutricional, perfil d'aminoàcids, perfil d'àcids grassos.

1. INTRODUCCIÓN

La moringa es una planta perteneciente a la familia *Moringaceae* y su origen se data en la India. En la actualidad su cultivo y uso se ha popularizado en muchas otras regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo como lo es el norte de Europa, Asia, África, Oriente medio y América del Sur. Se caracteriza por ser un árbol que crece en tierras cálidas y secas, con condiciones de escasez de fuentes hídricas, pero su cultivo con sistemas de irrigación y fertilización han demostrado aumentar su rendimiento de biomasa, llegando a superar las 100 toneladas por hectárea cultivada. Una de las especies de mayor cultivo comercial corresponde a la *Moringa oleífera*, de la cual destaca un bajo contenido calórico y un importante contenido de nutrientes como: proteínas conformadas por un amplio perfil de aminoácidos, grasas de alta calidad nutricional como el omega 3 y 6, vitaminas, minerales, pigmentos como los β -carotenos, antioxidantes y fibra dietética (Martín, 2013).

Del árbol de moringa se conoce que pueden ser consumidas y utilizadas la totalidad de sus partes (semilla, raíces, tallo y hojas), siendo las hojas una de las partes que presentan un alto contenido en nutrientes. Los datos de investigaciones previas señalan un contenido nutricional por cada 100 gramos de polvo de hojas secas de: 29,5 g de proteínas, 4,840 g de grasa total, 50,80 g de carbohidratos totales, 6,750 g de fibra y dentro de los principales microelementos al calcio con 1408 mg y el hierro con 9,085 mg (Álvarez, 2017). Dicho contenido en nutrientes ha convertido a la planta de la *Moringa oleífera* en los últimos años en un recurso potencial para la obtención de mezclas con proporciones complementarias en la sustitución de otras harinas como lo es la de trigo, siendo también aceptable para el paladar y beneficiosa para el organismo. Actualmente, ha sido utilizada para fortificar distintos productos alimenticios como lo son sopas, lácteos, panes, pasteles, galletas, productos de carnicería, bebidas y en el caso específico de esta investigación como fuente de elaboración de harinas con un menor perfil energético y un mayor contenido de otros compuestos nutricionales como lo son las proteínas y los microelementos (Chinchilla, 2019).

La cantidad de nutrientes presentes en un alimento determina que este pueda ser considerado como una buena fuente de nutrientes. La determinación del perfil nutricional de los productos permite abordar una descripción detallada de los aspectos nutricionales mediante el uso de bases de datos de composición de alimentos, las cuales consisten en colecciones de estructura sencilla que se componen básicamente por tres componentes: la lista de los alimentos, la lista de los

nutrientes o compuestos químicos de interés y los valores para los cuales se da la información sobre la composición (FAO-OMS, 2003).

Las Ingestas Recomendadas (IR) de nutrientes o las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) se definen como la cantidad de energía y nutrientes que debe de contener la dieta diariamente para mantener la salud de todos los organismos sanos. Depende de factores relacionados con la edad, el sexo, la tasa de metabolismo basal y el nivel de actividad física diaria (Carbajal, 2003).

2. OBJETIVO

2.1. General

- Analizar la composición nutricional de 5 distintas formulaciones de magdalenas con sustitución de harina de trigo por harina de *Moringa Oleifera*.

2.1.1. Específicos

- Desarrollar una ficha de los principales componentes nutricionales para cada una de las formulaciones a partir de información recopilada de las bases de datos de alimentos de la USDA y la BEDCA.
- Conocer el porcentaje de ingesta recomendado diario cubierto de los principales macro y microelementos en las 5 distintas formulaciones de magdalenas.
- Detallar el perfil de aminoácidos y de ácidos grasos que conforman la harina de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera*.

3. METODOLOGÍA

3.1. Bases de datos utilizadas

Para poder establecer una comparación del perfil nutricional de cada una de las formulaciones se obtuvieron los valores de composición de los alimentos de las bases de datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y se contrastaron con los obtenidos de la Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA).

Para el caso específico del cálculo del perfil nutritivo obtenido a partir de la información recopilada de la base de composición de alimentos Española, se utilizó la información nutricional de la moringa aportada por la investigación de Álvarez (2017). “Valor Nutricional de *la Moringa oleifera*. Mito o Realidad”. Esto debido a que por tratarse de un alimento que ha sido introducido recientemente a la dieta Europea, aún no se cuenta con la información nutricional respectiva en la lista de alimentos actualmente disponibles.

3.2. Formulaciones de magdalenas analizadas

Las formulaciones de magdalenas analizadas presentan un porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de polvo de *Moringa oleifera* en proporciones de (1, 2.5, 5 y 10%(p/p)) y una formulación original (100% harina de trigo) con el fin de poder establecer una comparación.

El análisis de la composición nutricional se llevó a cabo para las formulaciones de magdalenas compuestas por un 25%(p/p) de huevo, 25%(p/p) de azúcar blanca, 25%(p/p) de harina (harina de trigo/harina de polvo de hoja de moringa), 12%(p/p) de aceite de girasol, 12%(p/p) de leche semidesnatada y un 1% de levadura química alimentaria.

3.3. Cálculo del perfil nutricional de las magdalenas, perfil de aminoácidos y ácidos grasos presente en la harina de sustitución con polvo seco de hojas de *Moringa oleífera*

El cálculo del perfil nutricional se realizó para las 4 formulaciones con distintas proporciones de sustitución de harina de trigo por polvo de hoja deshidratada de *Moringa oleífera*, estudiadas por Chinchilla *et al.*, (2020).

Los cálculos del perfil nutricional de las formulaciones en estudio fueron realizados mediante la estandarización de la receta de magdalenas a 100 gramos. Además, también se calculó su perfil nutritivo por peso unitario, tomando en cuenta que el peso aproximado de una unidad es de 32 gramos.

Una vez determinado el perfil nutricional de las magdalenas, se realizó un análisis de perfil de aminoácidos presentes en la proteína proporcionada por el polvo de hojas secas de *Moringa oleífera* para cada una de las distintas cantidades sustituidas. Para ello, se utilizó la información recopilada a partir de un estudio previo realizado sobre el contenido de los mismos y detallados en la investigación de Álvarez, (2017).

Al ser la moringa una planta conocida por la calidad nutricional de sus grasas, también se determinó si la sustitución de las formulaciones de magdalenas con harina de polvo de hojas deshidratadas de *Moringa oleífera* presentó cambios en el perfil de ácidos grasos para cada una de las formulaciones consideradas tomando con referencia los valores publicados en el estudio de Álvarez, (2017).

3.4. Porcentaje de ingesta recomendada (% IR)

Una vez determinado el perfil nutricional de las formulaciones se realizaron las determinaciones cuantitativas sobre el porcentaje de ingesta diaria recomendada para los macro y micronutrientes de mayor relevancia. Para ello, se tomaron en cuenta las recomendaciones dietéticas diarias establecidas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su informe de expertos sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas, dictado en Roma, el 23 de abril del 2003. El mismo, continua desde entonces siendo revisado, actualizado y consultado como estrategia mundial para combatir el problema creciente que suponen las enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) (FAO-OMS, 2003). A continuación, se detalla el cálculo del porcentaje de ingesta diaria recomendada para cada uno de los principales componentes nutricionales.

3.4.1. Energía

Se calculó para cada una de las formulaciones de magdalenas su respectivo valor energético aportado por la suma de cada uno de los nutrientes por separado (hidratos de carbono, proteínas, grasas), expresando el resultado en su unidad de medida, la kilocaloría (kcal) y el kilojulio (kJ) (Carbajal, 2003).

Para determinar el valor diario cubierto por la ingesta diaria de energía se tomó como referencia un valor promedio de basado en una dieta de 8400 kJ/2000 kcal, el cuál y según las recomendaciones nutricionales pautadas en el informe de expertos FAO-OMS, corresponde al valor calórico promedio en los que se suelen basar los valores diarios reportados en la información nutricional de los productos alimenticios. Sin embargo, es importante aclarar que no debe ser considerado como un valor generalizado, pues este siempre dependerá de aspectos individuales de cada organismo relacionados con su tasa metabólica basal, su gasto por actividad física y la acción dinámica de los alimentos (FAO-OMS, 2003).

3.4.2. Grasa total, saturada, monoinsaturada, poliinsaturada y colesterol

El porcentaje cubierto de ingesta recomendada de grasa total fue calculado en base a la recomendación de consumo de grasas diarias totales establecidas por la FAO-OMS, (2020), del mismo orden de las recomendadas por otras asociaciones como la Asociación Americana del Corazón (2020), también respaldado en la investigación consultada de Hayes, (2002). Dicho porcentaje corresponde entre el 20 y 35% de las calorías totales diarias. Para el caso específico de los resultados aquí expresados se utilizó un 30% como cantidad de ingesta recomendada de grasa total al día (FAO-OMS, 2003). Este mismo informe se utilizó como base para el detalle de los distintos tipos de ácidos grasos.

Los ácidos grasos se clasifican en función del número de enlaces que contienen en su cadena, estos pueden ser: saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA) y está muy documentada su relación con el efecto en los niveles de los distintos tipos de colesterol, se recomienda que exista una proporción en la ingesta entre ellos del orden de 1:1.3:1 para SFA: MUFA: PUFA (Hayes, 2002). No obstante, las últimas recomendaciones de la FAO establecen un porcentaje de SFA no superior al 10%, mientras que para los PUFA se pueden reducirse hasta al 6%, aumentando los MUFA (aproximadamente a un 14%) (Bernal, 2015).

Para conocer los gramos de consumo diario a partir de las kcal de cada una de las grasas en estudio, se aplicó en principio de proporcionalidad en donde 1 gramo de grasa tiene un aporte de 9 kcal (Mahan & Raymond, 2017).

Por último, el colesterol no posee un porcentaje de recomendación como tal. Sin embargo, la recomendación de consumo diario no debe de superar los 300 mg/diarios (FAO-OMS, 2003).

3.4.3. Carbohidrato total, azúcar y fibra dietética

Una dieta tipo recomendada debería contener entre el 55% y el 75% de carbohidratos totales (FAO-OMS, 2003). En este trabajo se utilizó el nivel inferior (55%), ya que la moringa se caracteriza por ser un alimento de bajo contenido en este macronutriente (Liñan, 2010). Los azúcares, conocidos en dietética como carbohidratos simples deben constituir menos del 10% del total de las calorías provenientes de los carbohidratos totales (FAO-OMS, 2003). Para conocer los gramos de consumo diario a partir de las kcal del contenido de glúcidos en estudio, se aplicó en principio de proporcionalidad en donde 1 gramo de carbohidrato es igual a 4 Kcal (Mahan & Raymond, 2017).

3.4.4. Micronutrientes

Para el cálculo de los principales micronutrientes se consultó el Reglamento (UE) 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 25 de Octubre del 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. Sin embargo, en el mismo no se hace mención al establecimiento de los factores de conversión aplicables a las vitaminas y minerales que deben figurar de manera obligatoria en el etiquetado nutricional. Debido a ello, se determinó la información nutricional de todos los microelementos presentes dentro de las formulaciones, utilizándose las recomendaciones dietéticas establecidas por la FAO-OMS, (2013) para las vitaminas y minerales:

- SODIO: Se recomienda un consumo diario máximo de 2330 mg de sodio, que corresponde aproximadamente con 5000 mg de sal.
- POTASIO: Se recomienda una ingesta diaria de aproximadamente 3510 mg.
- HIERRO: Se establece un intervalo comprendido entre 8 a 18 mg de ingesta diaria. En este trabajo se ha considerado un valor medio de 13 mg/día.

- VITAMINA A: La ingesta diaria recomendada se sitúa entre 2333 y 3167 UI. En este trabajo, se ha tomado como referencia el valor de 2750 UI/día.
- VITAMINA E: El consumo recomendado diario es de 15 mg.
- SELENIO: El valor de consumo recomendado diario es de 55 µg.
- CALCIO: Se establece como rango de consumo diario entre 1200 y 1500 mg, tomándose en este trabajo el valor de 1350 mg/día.
- FÓSFORO: La recomendación de ingesta diaria es de entre 700 a 1250 mg. En este caso se ha seleccionado el valor medio (975 mg/día).
- VITAMINA C: La recomendación de consumo diario es de entre 40 a 120 mg/día según las diferentes etapas de la vida. Para efecto de este trabajo se utilizó como referencia el valor de 75 mg/día.

3.4.5. Proteína Total

En una dieta normoproteica, el contenido proteico debe representar entre el 10 y el 15% de las calorías totales (FAO-OMS, 2003). Por este motivo y dado que el alto porcentaje en proteínas de las hojas de moringa (Chinchilla, 2019), en este trabajo se ha considerado el nivel máximo recomendado (15%).

Para conocer los gramos de consumo diario a partir de las kcal del contenido de proteína contenida en las formulaciones, se aplicó en principio de proporcionalidad en donde 1 gramo de proteína es igual a 4 kcal (Mahan & Raymond, 2017).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cuantificación del perfil de los macronutrientes y micronutrientes presentes en las formulaciones de magdalenas elaboradas a partir de la sustitución de harina de trigo por harina de polvo seco de hojas de *Moringa oleifera* se detalla en las Tablas 1 y 2, referenciados a 100 gramos de producto y a una unidad de 32 gramos, respectivamente. Además, en las Figuras 1 y 2 se presentan el porcentaje de la ingesta diaria recomendada de los principales macro y micronutrientes por magdalena.

Tabla 1. Perfil nutricional de magdalenas con harina de moringa en 100 g de producto calculados a partir de la información recogida de la base de datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2020) y de la base de datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA, 2020)

Información Nutricional Magdalenas (100 g)	Fuente: USDA										Fuente: BEDCA									
	Formulación tradicional		Reemplazo 1%		Reemplazo 2,5%		Reemplazo 5%		Reemplazo 10%		Formulación original		Reemplazo 1%		Reemplazo 2,5%		Reemplazo 5%		Reemplazo 10%	
Valor energético	1415,7	kJ	1403,1	kJ	1384	kJ	1352,4	kJ	1289,3	kJ	1393,8	kJ	1383,8	kJ	1368,8	kJ	1343,8	kJ	1293,7	kJ
	338	kcal	335	kcal	331	kcal	323	kcal	308	kcal	335	kcal	332	kcal	329	kcal	323	kcal	311	kcal
Macronutrientes:																				
Grasa Total	17,3	g	17,2	g	17,1	g	16,9	g	15,0	g	15,0	g	15,0	g	15,1	g	15,2	g	15,4	g
Ác. Saturados	2,3	g	2,3	g	2,3	g	2,3	g	2,3	g	2,2	g	2,2	g	2,2	g	2,2	g	2,2	g
Ác. Monoinsaturados	3,3	g	3,3	g	3,3	g	3,3	g	3,3	g	4,1	g	4,1	g	4,1	g	4,1	g	4,1	g
Ác. Poliinsaturados	8,4	g	8,4	g	8,4	g	8,4	g	8,4	g	8,1	g	8,1	g	8,1	g	8,1	g	8,1	g
Colesterol	94,8	mg	94,8	mg	94,8	mg	94,8	mg	94,8	mg	96,9	mg	96,9	mg	96,9	mg	96,9	mg	96,9	mg
Carbohidratos Total	45,0	g	44,3	g	43,3	g	41,6	g	38,2	g	43,4	g	43,2	g	42,9	g	42,4	g	41,4	g
Azúcar(es)	25,7	g	25,7	g	25,7	g	25,7	g	25,7	g	25,6	g	25,6	g	25,6	g	25,6	g	25,6	g
Fibra	0,8	g	0,8	g	0,8	g	0,8	g	0,7	g	0,9	g	0,9	g	1,0	g	1,0	g	1,2	g
Proteína Total	6,0	g	6,2	g	6,5	g	6,9	g	7,7	g	6,0	g	6,2	g	6,5	g	7,0	g	8,0	g
Micronutrientes:																				
Sodio	202,2	mg	202,3	mg	202,5	mg	202,7	mg	203,1	mg	41,3	mg	41,2	mg	41,2	mg	41,1	mg	41,0	mg
Potasio	55,0	mg	58,4	mg	63,5	mg	71,9	mg	88,7	mg	86,7	mg	85,3	mg	83,4	mg	80,0	mg	73,4	mg
Calcio	21,3	mg	21,3	mg	21,4	mg	21,5	mg	21,7	mg	32,2	mg	46,1	mg	67,0	mg	101,8	mg	171,4	mg
Fósforo	49,5	mg	50,6	mg	52,3	mg	55,1	mg	60,7	mg	90,2	mg	89,0	mg	84,2	mg	84,2	mg	78,3	mg
Hierro	0,5	mg	0,5	mg	0,6	mg	0,7	mg	0,9	mg	0,8	mg	0,9	mg	1,0	mg	1,2	mg	1,6	mg
Selenio	7,7	µg	7,7	µg	7,7	µg	7,7	µg	7,8	µg	4,8	µg	4,7	µg	4,6	µg	4,5	µg	4,1	µg
Vitamina A	55,0	UI	55,1	UI	55,2	UI	55,4	UI	55,8	UI	50,0	UI	50,0	UI	50,0	UI	50,0	UI	50,0	UI
Vitamina E	5,2	mg	5,2	mg	5,2	mg	5,2	mg	5,2	mg	7,1	mg	7,1	mg	7,1	mg	7,1	mg	7,1	mg
Vitamina C	0,0	mg	0,5	mg	1,3	mg	2,6	mg	5,2	mg	0,4	mg	0,4	mg	0,4	mg	0,5	mg	0,6	mg

Tabla 2. Perfil nutricional de magdalenas con harina de moringa en 32 g de producto (unidad) calculados a partir de la información recogida de la base de datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2020) y de la base de datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA, 2020)

Información Nutricional Magdalenas (32 g)	Fuente: USDA										Fuente: BEDCA									
	Formulación tradicional		Reemplazo 1%		Reemplazo 2,5%		Reemplazo 5%		Reemplazo 10%		Formulación original		Reemplazo 1%		Reemplazo 2,5%		Reemplazo 5%		Reemplazo 10%	
Valor energético	453,0	kJ	449,0	kJ	442,89	kJ	432,8	kJ	412,6	kJ	446,0	kJ	446,0	kJ	438,0	kJ	430,0	kJ	414,0	kJ
	108	kcal	107	kcal	106	kcal	103	kcal	99	kcal	107	kcal	106	kcal	105	kcal	103	kcal	99	kcal
Macronutrientes:																				
Grasa Total	5,5	g	5,5	g	5,5	g	5,4	g	4,8	g	4,8	g	4,8	g	4,8	g	4,9	g	4,9	g
Ác. Saturados	0,7	g	0,7	g	0,7	g	0,7	g	0,7	g	0,7	g	0,7	g	0,7	g	0,7	g	0,7	g
Ác. Monoinsaturados	1,0	g	1,0	g	1,0	g	1,0	g	1,0	g	1,3	g	1,3	g	1,3	g	1,3	g	1,3	g
Ác. Poliinsaturados	2,7	g	2,7	g	2,7	g	2,7	g	2,7	g	2,6	g	2,6	g	2,6	g	2,6	g	2,6	g
Colesterol	30,3	mg	30,3	mg	30,3	mg	30,3	mg	30,3	mg	31,0	mg	31,0	mg	31,0	mg	31,0	mg	31,0	mg
Carbohidratos Total	14,4	g	14,2	g	13,9	g	13,3	g	12,2	g	13,9	g	13,8	g	13,7	g	13,6	g	13,2	g
Azúcar(es)	8,2	g	8,2	g	8,2	g	8,2	g	8,2	g	8,2	g	8,2	g	8,2	g	8,2	g	8,2	g
Fibra	0,3	g	0,3	g	0,3	g	0,2	g	0,2	g	0,3	g	0,3	g	0,3	g	0,3	g	0,4	g
Proteína Total	1,9	g	2,0	g	2,1	g	2,2	g	2,5	g	1,9	g	2,0	g	2,1	g	2,2	g	2,5	g
Micronutrientes:																				
Sodio	64,7	mg	64,7	mg	64,8	mg	64,9	mg	65,0	mg	13,2	mg	13,2	mg	13,2	mg	13,2	mg	13,1	mg
Potasio	17,6	mg	18,7	mg	20,3	mg	23,0	mg	28,4	mg	27,7	mg	27,3	mg	26,7	mg	25,6	mg	23,5	mg
Calcio	6,8	mg	6,8	mg	6,8	mg	6,9	mg	6,9	mg	10,3	mg	14,8	mg	21,4	mg	32,6	mg	54,8	mg
Fósforo	15,8	mg	16,2	mg	16,7	mg	17,6	mg	19,4	mg	28,9	mg	28,5	mg	27,9	mg	27,0	mg	25,0	mg
Hierro	0,1	mg	0,2	mg	0,2	mg	0,2	mg	0,3	mg	0,3	mg	0,3	mg	0,3	mg	0,4	mg	0,5	mg
Selenio	2,5	µg	2,5	µg	2,5	µg	2,5	µg	2,5	µg	1,5	µg	1,5	µg	1,5	µg	1,4	µg	1,3	µg
Vitamina A	17,6	UI	17,6	UI	17,7	UI	17,7	UI	17,8	UI	16,0	UI	16,0	UI	16,0	UI	16,0	UI	16,0	UI
Vitamina E	1,7	mg	1,7	mg	1,7	mg	1,7	mg	1,7	mg	2,3	mg	2,3	mg	2,3	mg	2,3	mg	2,3	mg
Vitamina C	0,0	mg	0,2	mg	0,4	mg	0,8	mg	1,7	mg	0,1	mg	0,1	mg	0,1	mg	0,2	mg	0,2	mg

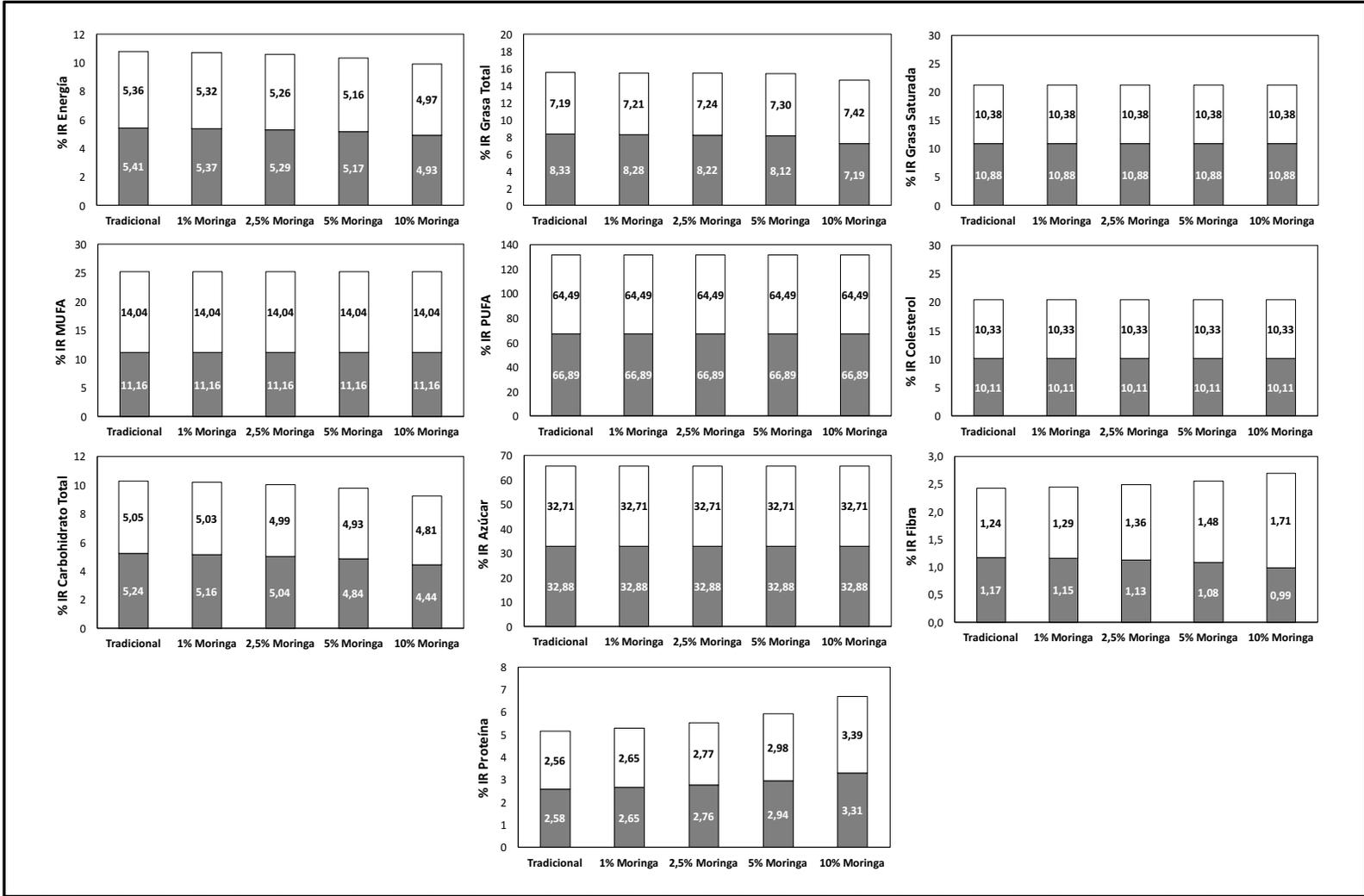


Figura 1. Porcentaje IR de macronutrientes presentes en formulaciones de magdalenas con harina de polvo seco de *Moringa oleífera*. En las barras, la región blanca indica los resultados obtenidos por la BEDCA y la región gris por la USDA.

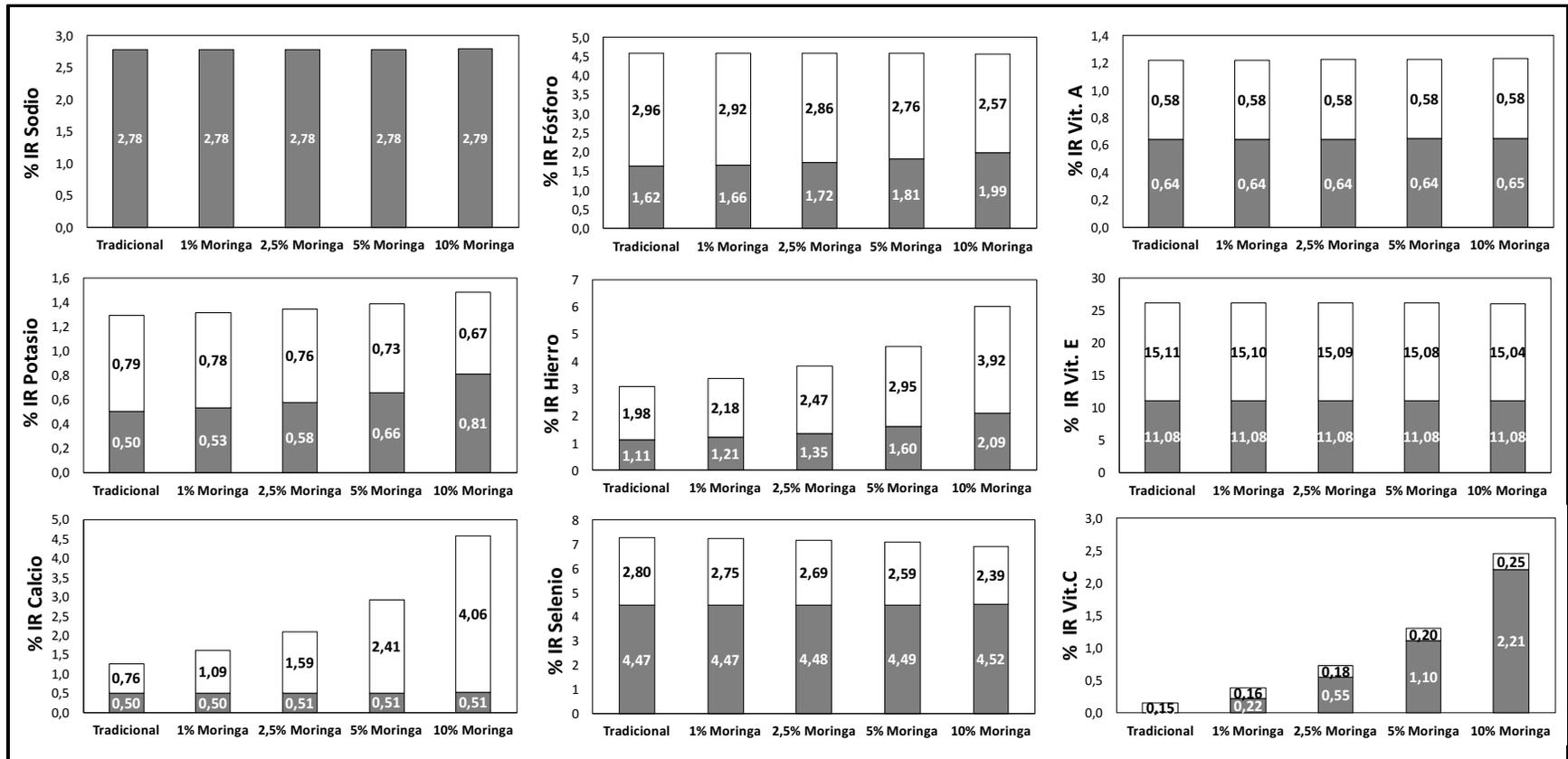


Figura 2. Porcentaje IR de micronutrientes presentes en formulaciones de magdalenas con harina de polvo seco de *Moringa oleifera*. En las barras, la región blanca indica los resultados obtenidos por la BEDCA y la región gris por la USDA.

El **contenido de energía** de un alimento está determinado por la cantidad de calorías obtenidas en una porción del mismo (Mahan & Raymond, 2017). El valor calórico del polvo seco de hojas de *Moringa oleífera* ronda entre las 64 a las 92 kcal por cada 100 gramos de muestra (Álvarez, 2017). La harina de trigo es el tercer ingrediente que proporciona el mayor contenido de energía dentro de la receta tradicional de magdalenas, después del proporcionado por el aceite de girasol y el azúcar. En consecuencia, en las formulaciones de este estudio se observó que existe una disminución del contenido calórico conforme aumenta la sustitución de la harina de trigo por polvo seco de hojas de *Moringa oleífera*, siendo la formulación con un 10% de sustitución la menos calórica. Esto concuerda con lo expuesto por Liñan (2010); quien establece que las hojas presentan un mínimo contenido calórico con respecto a su alto aporte en macro y microelementos.

Por otra parte, en la comparación del perfil calórico obtenido a partir de los datos recolectados de las bases de datos de composición de alimentos utilizadas, se determinó que las formulaciones calculadas a través de la BEDCA reportan un menor valor calórico con respecto a las estimadas con la USDA. Sin embargo, esta diferencia no es significativa, siendo únicamente de entre 2 a 3 kcal/100 g de producto.

El porcentaje IR calculado según la información de ambas bases de datos indica que aproximadamente un 5% del total de las calorías diarias es cubierto con el consumo de una unidad de magdalena. Sin embargo, las formulaciones con el mayor porcentaje de sustitución (10%), al disminuir el aporte calórico también lo hace el porcentaje IR, cubriendo aproximadamente un 4 %.

En cuanto al **contenido de la grasa total**, se observó que para las formulaciones calculadas a partir de los datos proporcionados por la BEDCA existe un ligero incremento de la grasa total en las formulaciones con un porcentaje de sustitución a partir del 2,5%, encontrándose el máximo valor de este macronutriente en la formulación con mayor porcentaje de sustitución (10%). Al aplicar los criterios de la USDA, el contenido de grasa total disminuye conforme aumenta el porcentaje de reemplazo. No obstante, estos cambios no representan una variación relevante de este componente respecto a la magdalena control. Esto está relacionado con el bajo contenido en grasa de las hojas de moringa, ya que son las semillas la parte de esta planta que realmente presenta un alto contenido de este componente. En este sentido, la propaganda del perfil graso saludable de la moringa hay que tomarla con cautela, puesto que este valor depende de la parte considerada. Según Álvarez (2017), la cantidad de grasa presente en 100 g de polvo de hojas de moringa es únicamente de 4,839 g, mientras que en 100 g de semilla hay 17,44 g.

Al no existir diferencias importantes en la cantidad de grasa total, tampoco se encontraron variaciones en la cantidad de los distintos ácidos grasos (saturados, poliinsaturados y monoinsaturados) con respecto a los obtenidos para la formulación tradicional. Sin embargo, cabe mencionar que a pesar de que el contenido de grasa total de las formulaciones calculadas a partir de la BEDCA aumenta con respecto a lo encontrado a partir de los datos obtenidos con la USDA, la cantidad de ácidos grasos saturados fue menor en las formulaciones calculadas a partir de la BEDCA que las calculadas con USDA.

Con respecto al porcentaje de IR cubierto por las magdalenas estudiadas, el valor de grasa total, saturada, monoinsaturada, poliinsaturada y colesterol fue similar en ambas bases de datos, presentándose una cobertura ligeramente mayor con los datos obtenidos en la BEDCA. Un hallazgo importante con respecto al perfil de los ácidos grasos presentes fue el porcentaje de IR cubierto de la grasa poliinsaturada, de la cual se obtuvo un aporte del 64,49% según la BEDCA y de un 66,89% según la USDA. Según lo establecido por Martínez (2020) la composición del aceite de moringa es rica en ácido grasos poliinsaturados (78,6%), en donde destaca un alto contenido de omega 3 y 6.

Por otra parte, el **contenido de carbohidratos totales** disminuyó considerablemente en las magdalenas con polvo de moringa como consecuencia del menor aporte de este componente en las hojas de moringa respecto a la harina de trigo, sin diferencias importantes entre las dos bases de

datos. Según otras investigaciones en el tema, el contenido de carbohidratos totales en el polvo de hojas secas de moringa es de aproximadamente 50,81 g/100 g de producto, mientras que la harina de trigo posee un contenido de 71,5 g/100 g de producto (Liñan, 2010). El contenido de azúcares de las formulaciones estudiadas no varió, puesto que las hojas de *Moringa oleífera* no los poseen (Liñan, 2010), mientras que la fibra aumentó a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de harina de trigo por polvo de moringa según los resultados obtenidos por la BEDCA. Sin embargo, en la USDA el porcentaje de fibra permanece prácticamente constante.

No sucede igual con las formulaciones calculadas a partir de la USDA, en donde el contenido de fibra reportado es únicamente de 2 g/100 g de hojas secas. Este mismo valor indicado por la BEDCA fue de 6,450 g/100 g. El valor de reporte de fibra dietética de la harina de sustitución puede ser incluso comparado con el de otros alimentos con un alto contenido, como son la avena y ciertas leguminosas como las lentejas, las cuales poseen contenidos de fibra promedio de entre 5 a 10 gramos/100 gramos en ambos casos (Álvarez, 2017). Los beneficios de la fibra para la salud humana son muchos, entre ellos cabe mencionar su importante efecto sobre la ralentización de la absorción de los carbohidratos a nivel intestinal, que a su vez resulta en un impacto positivo sobre los niveles de glicemia sanguínea (Mahan & Raymond, 2017).

Con el cálculo del porcentaje de IR del carbohidrato total se obtuvo una cobertura aproximada del 5% para ambas bases de datos, disminuyendo a un 4% conforme aumenta el porcentaje de sustitución. Esto es debido a que como se mencionó anteriormente el polvo de hojas deshidratadas de *Moringa oleífera* posee un menor contenido en carbohidrato con respecto al proporcionado por el trigo. Por otra parte, el porcentaje de IR calculado para el azúcar indica para ambas bases un aporte similar, siendo de 32,71% a partir de los resultados de la BEDCA y 32,88% con los de la USDA.

Por último, lo obtenido en el porcentaje de IR de la fibra dietética no fue similar para ambas bases de datos, pues los resultados a partir de la BEDCA indican que el porcentaje de IR cubierto aumenta conforme aumenta la sustitución con harina de polvo de hojas secas, por el contrario con la información nutricional obtenida de la USDA se observó la tendencia contraria, pues entre mayor es el porcentaje de sustitución de harina de polvo de hojas, el porcentaje de cobertura del IR para la fibra dietética disminuye. Dicha contrariedad podría deberse a que el valor de este nutriente en la base de datos de composición de alimentos de la USDA debería de ser revisado, pues como se mencionó anteriormente, las demás fuentes bibliográficas consultadas coinciden con que este valor es superior (Álvarez, 2017).

En cuanto al contenido en microelementos, comentar que el **contenido de sodio** sólo se pudo registrar la información nutricional reportada por la USDA, ya que la BEDCA no incluye la levadura química en la lista de alimentos caracterizados, siendo este ingrediente el que más contenido en este ion presenta. Los resultados de las magdalenas con moringa no presentaron diferencias en este componente respecto a la magdalena control. Así, el porcentaje de IR cubierto para el sodio fue de aproximadamente un 3%.

Para el **contenido de potasio** se encontró que existe una disminución conforme aumenta el porcentaje de sustitución según la información proporcionada por la base de datos española, siendo esta significativa a partir del reemplazo del 2,5% de la harina. Por otra parte, no se observó lo mismo con los resultados obtenidos a partir de la USDA, en donde se halló la tendencia contraria, es decir el contenido de potasio aumenta en las formulaciones de magdalenas con mayor porcentaje de harina de reemplazo. Otros trabajos bibliográficos sobre el recuento de potasio en moringa sugieren un valor aproximado de 1324 mg por cada 100 gramos de polvo de hoja seca, superando al contenido presente en otras partes de la planta, como las vainas y hojas frescas, en donde este valor es de 259,0 mg por cada 100 gramos (Fuglie, 2001).

El porcentaje de IR obtenido por unidad de producto fue similar para ambas bases de datos, siendo cercano al 1%.

El **contenido de hierro** indicó para ambas bases de datos que existe un incremento conforme aumentan las proporciones de sustitución utilizadas. Cabe destacar, que la planta de moringa ha sido considerada como un recurso valioso en la prevención de enfermedades relacionadas con la deficiencia de este mineral, como lo es la anemia por déficit de hierro o anemia ferropénica (Mahan & Raymond, 2017). Además, Canett *et al.*, (2016) sugieren un alto contenido de nutrientes presentes en la planta de moringa, sobre todo de hierro no hemínico, de fácil absorción (75%).

Según la cuantificación de este mineral realizada con ambas bases, se observó que el porcentaje de IR también aumenta conforme aumenta el porcentaje de sustitución de la harina de trigo. Los datos de la BEDCA señalan que este incremento es de un 1,98% de cobertura en la formulación tradicional a un 3,92% en la formulación con 10% de sustitución. Por otra parte, en el caso de la información obtenida por la USDA, dichos porcentajes fueron del 1,11% al 2,09% respectivamente.

Las diferentes referencias bibliográficas concuerdan con que la planta de *Moringa oleífera* es una buena **fuentes de vitamina A**, indispensable para la salud óptica, el sistema inmunitario, cardíaco y la reproducción humana (Martín, 2013). Según los resultados obtenidos por la BEDCA, no se obtuvieron cambios en el contenido de la misma, manteniéndose el valor de 50 UI/100 g en la formulación tradicional y en el resto de ellas. Por otro lado, sí se observó un incremento en el contenido de esta vitamina según los datos de la USDA, variando el contenido de 55,0 UI/100 g de la formulación original a un 55,8 UI/100 g en la formulación con 10% de reemplazo.

En cuanto al valor del porcentaje IR de vitamina A reportado por ambas bases de datos fue similar y cercano al 1%.

Con respecto al **contenido de vitamina E**, no se encontraron variaciones según los datos de ambas bases de datos. De acuerdo, a la BEDCA todas las formulaciones poseen un contenido de 7,1 mg/100 g de magdalena, mientras que la USDA sugiere un contenido ligeramente menor de 5,2 mg/100 g de magdalena.

Según los cálculos obtenidos con la BEDCA el porcentaje de IR de esta vitamina presentó una ligera disminución conforme al incremento en el porcentaje de sustitución con polvo de hojas secas, siendo este de 15,11% a 15,04%, por el contrario en las formulaciones de la USDA no se encontraron cambios, manteniéndose este valor constante en 11,08% de cobertura.

Los resultados obtenidos para el **contenido de selenio** fueron similares en todas las magdalenas de acuerdo a la información de la USDA, pero disminuyó a medida que se aumentaba el contenido de hojas de moringa seca con la BEDCA, pasando de 4,8 µg/100 g en la formulación tradicional a 4,1 µg/100 g en la formulación con el mayor porcentaje sustitución.

Con respecto al porcentaje de IR cubierto para el selenio, según la BEDCA se obtuvieron valores aproximados al 3% excepto para la formulación con mayor porcentaje de sustitución cuyo porcentaje IR disminuye al 2%. Para el cálculo con la USDA este porcentaje fue similar y cercano al 4,5% para todas las formulaciones estudiadas.

La *Moringa oleífera* ha sido considerada desde épocas milenarias por poseer hasta 17 veces más calcio que la leche, ayudando a prevenir enfermedades relacionadas con fallos en el crecimiento en etapas tempranas de la vida, así como también enfermedades del metabolismo óseo como la osteoporosis en etapas adultas (Liñan, 2010). El resultado de la comparación del **contenido de calcio** en las magdalenas sugirió según la USDA que existe un aumento de este mineral en las formulaciones con más de un 2,5% de sustitución. Este aumento también se confirmó para las formulaciones calculadas con la BEDCA, en donde dicho incremento se dio a partir de la formulación con menor porcentaje de reemplazo (1%).

El porcentaje de IR cubierto para el calcio con el consumo de una magdalena elaborada con el 10% de sustitución de hojas deshidratadas puede conseguir hasta un 4% de la ingesta recomendada diaria de este microelemento, considerando la información recolectada de la base de datos española.

Otro de los minerales analizados fue el fósforo. Según la información obtenida a partir de la base de datos española, el **contenido del fósforo** disminuye conforme aumenta el porcentaje de sustitución de la harina de trigo por harina de moringa, obteniéndose valores de este microelemento de 90,2 mg/100 g en la formulación tradicional a 78,3 mg/100 g en la formulación con el porcentaje de mayor sustitución. El caso contrario ocurrió con la información obtenida de la base de datos norteamericana, donde el incremento en el contenido se observó a partir de la formulación con el porcentaje menor de sustitución, consiguiéndose valores de 50,6 mg/100 g de formulación con 1% de sustitución a 60,7 mg/100 g de la formulación con 10% de remplazo.

A partir del consumo de una unidad de magdalena se estima un porcentaje máximo de IR de fósforo del 3% según la BEDCA, mientras que en el caso de la USDA este porcentaje disminuye a un 2%.

La moringa se caracteriza por presentar un **contenido de vitamina C** mayor al de otros alimentos como los cítricos, lo que potencia la absorción del hierro a nivel gastrointestinal permitiendo una mayor movilización de este mineral a los depósitos corporales (González, 2005). El contenido en esta aumentó conforme también el porcentaje de sustitución de la harina de trigo, siendo mayor en las formulaciones calculadas a partir de la información de la USDA, hallándose valores de 0 mg/ 100 g en la fórmula original a 5,2 mg/ 100 g en la fórmula con mayor porcentaje remplazo. El máximo porcentaje de consumo diario de esta vitamina fue de 2,21% según USDA.

El **contenido de proteína** de las formulaciones aumenta conforme también lo hace el porcentaje de sustitución de la harina de trigo por polvo de *Moringa oleifera*, siendo este aproximadamente 29,46 g/100 g en el polvo de hojas, mientras que en la harina de trigo refinada este valor es de aproximadamente 10 g/100 g (Álvarez, 2017). A pesar de que la proteína es de origen vegetal, por ende la biodisponibilidad del hierro es distinta a la de las proteínas de origen animal, puede ser comparada con el de otras fuentes de proteína vegetal como la quinoa, con un aporte del 16,5 g/100 g, las alubias con un 28,0 g/100 g o el arroz, con 7,6 g/100 g (Álvarez, 2017).

Este alto contenido en proteína no hemínica convierte a la planta de la moringa en una alternativa de bajo coste para mejorar aún más este macronutriente en las formulaciones de magdalenas. Otra posibilidad, es la utilización de harina de semilla de moringa, pues esta parte de la planta supera el aporte en este macronutriente con un 48,28 g/100 g de muestra utilizada (Álvarez, 2017).

El porcentaje máximo cubierto de IR de proteína con el consumo de una unidad de magdalena es similar según los resultados obtenidos para ambas bases de datos, cubriéndose aproximadamente el 3 %.

En la valoración del perfil proteico también debe de tomarse en cuenta no sólo la cantidad sino también la calidad de las proteínas aportadas. Esta última se encuentra relacionada con la proporción de aminoácidos indispensables o esenciales presentes en relación con los requerimientos humanos y su biodisponibilidad (Moran & Calderon, 2016). A continuación, se detalla este perfil completo encontrado en las distintas formulaciones analizadas (Figura 3).

4.5. Análisis de perfil de aminoácidos esenciales y no esenciales presentes en el polvo de hojas secas de *Moringa oleifera*

La calidad de la proteína de los alimentos está determinada por el contenido de sus aminoácidos en comparación con la proteína ideal. Dicho término, es conocido en dietética como el score o puntaje de una proteína (Suárez *et al.*, 2006). Las proteínas consideradas completas no sólo deben de incluir los 9 aminoácidos esenciales necesarios en cualquier dieta humana, sino que además deben de proveerse en proporciones similares a las de la composición del cuerpo humano (Mahan & Raymond, 2017).

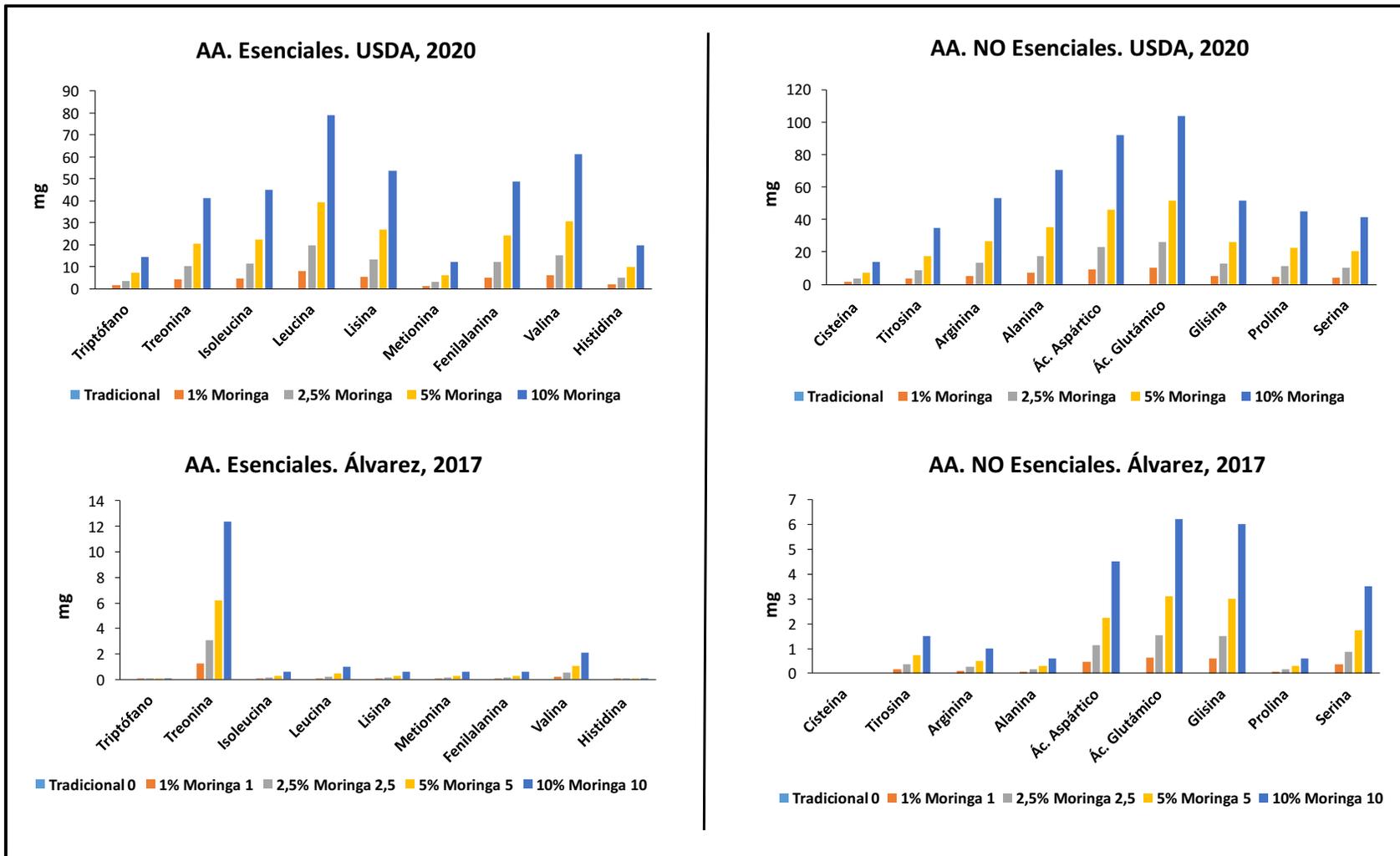


Figura 3. Perfil de Aminoácidos esenciales y no esenciales presentes en las formulaciones de magdalenas elaboradas con sustitución de harina de *Moringa oleífera* según la base de datos USDA, 2020 y Álvarez, 2017.

De manera general, ambas bases de datos presentan una tendencia creciente en el contenido del perfil de aminoácidos esenciales conforme aumenta el porcentaje de sustitución de la harina de trigo por polvo de *Moringa oleifera*, siendo las formulaciones de magdalenas con 10% de harina de reemplazo aquellas con un mayor contenido en cada uno de ellos.

Según los resultados obtenidos a partir de ambas referencias bibliográficas, la harina de hojas deshidratadas de moringa posee todos los aminoácidos esenciales, los cuales suelen ser bastante limitados en alimentos de origen vegetal, especialmente en hojas verdes (Álvarez, 2017). Además, de acuerdo a los valores obtenidos de la base de composición de alimentos de la USDA, el polvo de hojas secas de moringa presenta un mayor contenido de todos estos aminoácidos en comparación con los valores obtenidos de Álvarez, (2017). No obstante, este mismo autor reportó que el polvo de hojas de moringa un aporte casi nulo de histidina y triptófano (Álvarez, 2017).

De los 9 aminoácidos indispensables, según la USDA es la leucina el aminoácido esencial que se encuentra presente en mayor cantidad, lo que difiere del valor determinado por Álvarez (2017) quien indica que es la treonina el aminoácido esencial en mayor proporción en las hojas secas de moringa. La leucina constituye junto con la isoleucina y la valina el grupo de aminoácidos ramificados (BCAAA's), utilizados por las células animales para sintetizar proteínas y regular los niveles de azúcar en sangre debido a su participación en el metabolismo de los hidratos de carbono. Por otra parte, el triptófano es uno de los aminoácidos esenciales para el crecimiento normal en etapas infantiles, así como también para la producción y el mantenimiento de proteínas, los músculos, enzimas y algunos de los principales neurotransmisores del cuerpo (Sancho, 2017).

En cuanto al perfil de aminoácidos no esenciales, también se puede destacar un contenido mayor de estos en las formulaciones analizadas con la USDA con respecto a las de Álvarez, (2017). Este último reporta la ausencia del aminoácido cisteína, el cual también representa el aminoácido no esencial que se encuentra en menor cantidad según el análisis realizado con la información de la USDA. A pesar de ser considerado un aminoácido del perfil no esencial, en algunas situaciones fisiológicas la cisteína puede resultar esencial en bebés, ancianos y personas que sufren del síndrome de mala absorción o ciertas enfermedades metabólicas, pues es el responsable de la síntesis de glutatión, uno de los desintoxicantes fisiológicos más poderosos del organismo que impide la oxidación de las proteínas, es decir impide la aparición de estados catabólicos (Sancho, 2017).

Del perfil no esencial los resultados con la USDA indicaron un mayor aporte en comparación con los reportados por Álvarez, (2017).

Según lo establecido por la USDA son el ácido glutámico, seguido del ácido aspártico y la alanina los aminoácidos presentes en mayor cantidad, coincidiendo con los resultados de Álvarez, (2017) para los dos primeros, pero la glicina supera a la alanina en este último.

De la misma manera que ocurre con el perfil de los esenciales, los aminoácidos no esenciales aumentan en composición conforme se aumenta el porcentaje de reemplazo de harina de trigo con hojas deshidratadas de *Moringa oleifera*.

4.6. Análisis de perfil de ácidos grasos presentes en la harina de polvo de hojas secas de *Moringa oleifera*

Un adecuado perfil de las grasas requiere encontrar un equilibrio entre los distintos tipos de ácidos grasos. En general, las recomendaciones dietéticas sugieren una baja ingesta de ácidos grasos saturados y un consumo mayor de ácidos grasos de perfil insaturado como lo son los mono y poliinsaturados (Álvarez, 2017).

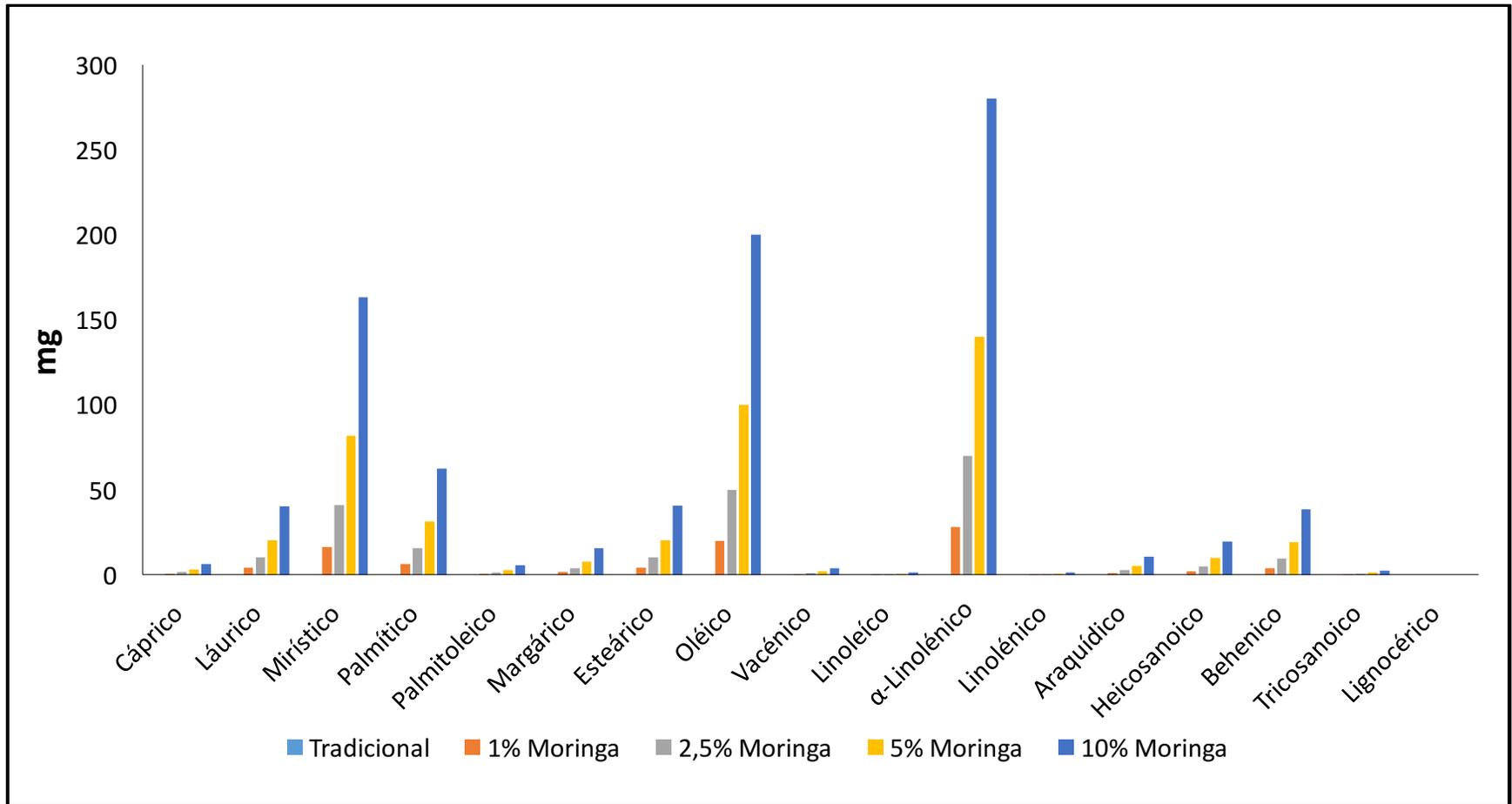


Figura 4. Perfil de ácidos grasos presentes en las formulaciones de magdalenas elaboradas con sustitución de harina de *Moringa oleífera* según Álvarez, 2017.

Como se puede observar en la Figura 4, el perfil de grasas de la harina de polvo de hojas de *Moringa oleífera* con las que se elaboraron las formulaciones estudiadas, presenta un alto contenido de los ácidos grasos α -linolénico, oleico, mirístico y palmítico.

Cuanto mayor sea la proporción de sustitución de harina de trigo por harina de polvo de hojas secas de *Moringa oleífera*, mayor es el contenido de los ácidos grasos antes mencionados presentes en las magdalenas, siendo las formulaciones con una sustitución del 10% aquellas con un contenido mayor en cada uno de ellos.

Dentro de los cuatro ácidos grasos mayoritarios, el ácido α -linolénico es el que se encontró en mayor cantidad en la harina de sustitución con la que se elaboraron las magdalenas con sus distintas proporciones. Este ácido graso se caracteriza por ser de los esenciales, que además puede ser elongado y desaturado hasta transformarse en ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga como lo es el ácido graso eicosapentaenoico (EPA) y el docosahexaenoico (DHA) (Morales *et al.*, 2012). Un consumo adecuado de estos ácidos grasos está directamente relacionado con el desarrollo neurológico en etapas tempranas de la vida (Mahan & Raymond, 2017).

Un alto contenido del ácido oleico sugiere un perfil lipídico de bajo grado de instauración, por ser una grasa monoinsaturada. Ha sido muy estudiado por aspectos relacionados con su buena estabilidad a la oxidación. Un óptimo aporte dietario de este ácido graso está ligado con un nivel menor en la incidencia de enfermedades cardiovasculares pues contribuye en la reducción de las lipoproteínas sanguíneas de baja densidad (conocidas como colesterol LDL) e incrementar los niveles de las lipoproteínas de alta densidad (conocidas como colesterol HDL) (Mahan & Raymond, 2017).

El ácido mirístico es un ácido graso saturado, también conocido como el ácido tetradecanoico. La organización mundial de la salud recomienda su consumo de manera controlada, pues un consumo excesivo se relaciona con un aumento en los niveles de colesterol en sangre, por ende un aumento en el riesgo de incidencia de enfermedad arteriosclerótica (Torrejón & Uauy, 2011).

Por último, el ácido palmítico o ácido hexadecanoico es de carácter saturado. Está directamente relacionado con los procesos de lipogénesis y a partir de él se pueden formar otros ácidos grasos de cadena más larga o con dobles enlaces, es decir grasas insaturadas. Al igual que el ácido mirístico su aporte dentro de la dieta debe de estar regulado pues al tratarse de una grasa saturada, un alto consumo del mismo podría aumentar el riesgo de padecer de enfermedad coronaria (Mahan & Raymond, 2017).

5. CONCLUSIONES

El remplazo de harina de trigo por polvo de hojas secas de *Moringa oleífera* en magdalenas puede ser considerada una estrategia para mejorar su perfil nutricional. El contenido de los macronutrientes y micronutrientes puede variar según sea el porcentaje de sustitución, encontrándose una mejora de este perfil cuanto mayor sea la proporción de reemplazo. Concretamente, se disminuye el aporte calórico por la reducción del contenido de carbohidratos totales y se aumenta el contenido de los principales macronutrientes como lo es la proteína y otros nutrientes de importancia como lo son la fibra dietética, el calcio y el hierro y vitamina C.

Sin embargo, para obtener resultados cuantitativos más precisos para futuras investigaciones utilizando la metodología aquí aplicada, se recomienda incluir a la *Moringa oleífera* dentro del listado de alimentos disponibles en la Base Española de Datos de Composición de Alimentos (BEDCA). También, se debería incluir dentro de estos datos de composición nutricional de la levadura química.

La sustitución de la harina de trigo por polvo de hojas deshidratadas mejora el perfil nutricional de productos alimenticios como el de las magdalenas, aunque se insta a continuar investigaciones futuras utilizando la harina de semilla de Moringa oleífera como estrategia para mejorar aún más este perfil nutricional.

6. BIBLIOGRAFÍA

- OMS. (2017). *Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes*. OMS.
- Liñan, T. (2010). Moringa oleífera el árbol de la nutrición. *Ciencia y Salud Virtual*, 2, 130-138.
- Carbajal, A. (2003). *Ingesta recomendadas de energía y nutrientes*. Universidad Complutense de Madrid, Nutrición, Madrid.
- Moran, Y., & Calderon, M. (2016). *Elaboración de una harina de maíz (Zea mays) fortificada con polvi de moringa (moringa oleífera) para aumentar su valor nutricional*. Universidad Dr. José Matías Delgado, Facultad de agricultura e investigación agrícola, El Salvador.
- Mahan, K., & Raymond, J. (2017). *Krause: Dietoterapia* (Vol. 14). EEUU: Elsevier.
- FAO-OMS. (2003). *Informe de expertos independientes sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*. FAO-OMS, Roma.
- FAO-OMS. (2013). *Ingesta de sodio en adultos y niños. Directrices: Resumen*. FAO-OMS, Ginebra.
- FAO-OMS. (2013). *Ingesta de Potasio en adultos y niños*. FAO-OMS, Ginebra.
- FAO-OMS. (2013). *Enriquecimiento de alimentos básicos con vitamina A*. FAO-OMS, Ginebra.
- FAO-OMS. (2013). *Directrices sobre el consumo de hierro para niños y adultos*. FAO-OMS, Ginebra.
- FAO-OMS. (2013). *Administración suplementaria de vitamina E para disminuir la morbilidad y mortalidad*. FAO-OMS, Ginebra.
- FAO-OMS. (2013). *Selenio: Hoja informativa para consumidores*. FAO-OMS, Ginebra.
- Suárez, M., Kizlansky, A., & López, A. (2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 47-51.
- Llanes, J., Toledo, J., & Sardury, L. (2016). Evaluación de la harina de moringa (Moringa oleífera Lam) en Clarias gariepinus. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 33 (1), 53-58.
- Agudelo, L. (2020). *Empleo del polvo de hojas de Moringa Oleífera Lam como fortificante en un alimento enfocado a la población infantil colombiana menor de 4 años*. Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingenierías Especialización en Alimentación y Nutrición, Antioquia.
- Morales, J., Valenzuela, B., González, D., & all, e. (2012). Nuevas fuentes dietarias de ácido alfa-linolénico: una visión crítica. *Revista chilena de nutrición*, 39, 79-87.
- Torrejón, C., & Uauy, R. (2011). Calidad de grasa, arterioesclerosis y enfermedad coronaria: efectos de los ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans. *Revista médica de Chile*, 139, 924-931.
- Hayes, K. (2002). Dietary fat and heart health: in search of the ideal fat. *Clinical Nutrition*, 392-400.
- Bernal, C. (2015). *Rol de las grasas dietarias en las enfermedades crónicas no transmisibles*. Universidad Nacional del Litoral, Bromatología y Nutrición, Rosario.
- Fuglie, L. (2001). *he Miracle Tree. Moringa oleífera: Natural Nutrition for the Tropics*. Senegal: Footsteps.

Martínez, V. (11 de Mayo de 2020). *Botánica online*. Recuperado el octubre de 2020, de Composición del aceite de Moringa: <https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/aceite-moringa-composicion>.

Cannet, R., Domínguez, V., & Torres, G. (2016). Aspectos importantes de Moringa oleífera: Una alternativa para tratar la anemia por deficiencia de hierro. *Biotecnia: Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 18 (1), 3-9.

Martín, C. (2013). Potenciales aplicaciones de Moringa oleífera. Una revisión crítica. *SciELO*, 36 (2), 137-149.

Álvarez, A. (2017). *Valor Nutricional de la Moringa oleífera. Mito o Realidad*. Universidad San Francisco De Quito USFQ, Ingeniería en Alimentos, Quito.

Chinchilla, M. (2019). *Magdalenas con polvo de hojas de moringa (Moringa oleífera): Meora Nutricional y Aceptabilidad*. Universidad Politécnica de Valencia UPV, Ingeniería de los alimentos, Valencia.

Sancho, J. (2017). *Los aminoácidos, el enlace peptídico y la estructura secundaria*. Universidad de Zaragoza, Departamento de bioquímica y biología molecular y celular, Zaragoza.

González, R. (2005). Biodisponibilidad del hierro. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 14, 1409-1429.

Reglamento:

Europea, U. (2011). Reglamento (UE) nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. Consultado en: [HYPERLINK "https://www.boe.es/doue/2011/304/L00018-00063.pdf"](https://www.boe.es/doue/2011/304/L00018-00063.pdf) <https://www.boe.es/doue/2011/304/L00018-00063.pdf> . 23-09-2020.

Bases de datos:

Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA). 2020. Obtenido de BEDCA: <https://www.bedca.net/bdpub/>. 13-07-2020.

Base de Datos de Composición de Alimentos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Obtenido de USDA: <https://www.usda.gov>. 13-07-2020.