

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Valor Nutricional de la *Moringa oleífera*. Mito o Realidad**  
Sistematización de experiencias prácticas de investigación e  
intervención.

**Andrea Belén Álvarez Mena**

**Ingeniería en Alimentos**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de Ingeniera en Alimentos

Quito, 8 de mayo de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**Valor Nutricional de la *Moringa oleífera*. Mito o Realidad**

**Andrea Belén Álvarez Mena**

Calificación:

Javier Garrido, MSc.,  
Asesor de Tesis

-----

Lucía Ramírez Cárdenas, Ph.D.,  
Co-asesora de Tesis

-----

Quito, 08 de mayo de 201

## DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Andrea Belén Alvarez Mena

Código: 00112548

Cédula de Identidad: 1722219837

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2017

## DEDICATORIA

Le dedico a Dios, a Él sea la gloria siempre.

A mis padres, por su apoyo incondicional, consejos y por recordarme que “*todo lo puedo en Cristo que me fortalece*”, a ustedes les debo todo lo que soy como persona.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mis padres por su apoyo y ejemplo, a mi hermano por motivarme a ir más allá de lo que pienso que puedo lograr. A mi familia por su amor infinito, y en especial a Elvia por darme siempre razones para sonreír.

Agradezco a todos los profesores que han sido parte de este trayecto, especialmente a Javier Garrido y Lucía Ramírez por sus enseñanzas, dedicación y amistad. A don Manuelito por su buena predisposición y ayuda.

Gracias a mis amigas, las mejores compañeras que pude tener para atravesar este camino.

## RESUMEN

La moringa (*Moringa oleífera*) es una planta conocida por sus propiedades benéficas para la salud, como la prevención de anemia, cáncer, enfermedades cardiovasculares, además de ser un antidepresivo. Los objetivos de este estudio fueron cuantificar los macronutrientes, fibra cruda, calcio y hierro en polvo de hojas secas y polvo de semilla de moringa, comparar estos valores con lo reportado en la literatura y comprender sus beneficios en la salud humana para aclarar e incluso desmentir información errónea acerca de sus efectos en la salud. Se realizó análisis físico-químicos por triplicado, siguiendo en su mayoría metodologías de la AOAC. En el polvo de hojas secas el contenido de proteína, cenizas, y calcio fue alto. El calcio encontrado fue incluso mayor que el de la leche de vaca, pero se debe considerar la presencia de factores antinutricionales que disminuyen su biodisponibilidad. En el polvo de semilla hubo mayor contenido de proteína, grasa y fibra cruda. Muchos autores consideran que la proteína de la moringa es de alta calidad y de fácil digestión, y que la mayoría de grasa es ácido oleico. Existió cierta variación entre los datos obtenidos con los reportados en la literatura, que se atribuye a factores genéticos de las plantas, medio ambiente y condiciones de cultivo, sin embargo se mantuvieron dentro de un rango aceptable. Se comprobó mediante la literatura que dependiendo de la dosis de consumo de polvo de hojas secas y semilla de moringa, se puede combatir la desnutrición, evitar la formación de células cancerosas, prevenir la aterosclerosis, etc. Este consumo está limitado por un sabor pungente característico, que puede se puede reducir con tratamientos térmicos.

**Palabras clave:** moringa, beneficios, salud, pungente, dosis

## ABSTRACT

Moringa (*Moringa oleifera*) is a plant known for its beneficial properties for health, such as the prevention of anemia, cancer and cardiovascular diseases, besides being an antidepressant. The objectives of this study were to quantify the macronutrients, crude fiber, calcium and iron in dry-leaf powder and moringa seed powder; to compare these values with those reported in the literature, and to understand their benefits in human health; to clarify and correct misguided information about its effects on human health. Physicochemical analysis were performed by triplicate, following mostly AOAC methodologies. In dry-leaf powder the protein, ash and calcium content was high. The calcium determined was higher than the typical levels found in cow milk, however, antinutritional factors must be considered as they decrease its bioavailability. Moringa seed powder contained the highest levels of protein, fat and crude fiber. Many authors consider that moringa protein is high quality and easily digested, and the fat is mostly made of oleic acid. There were some discrepancies with the literature that are attributed to genetic factors of plants, environment and crop conditions, though the variation levels were within acceptable range. Through a literature review, it was verified that the appropriate dosage of moringa dry-leaf powder and moringa seed powder can reduce malnutrition, avoid the formation of cancerous cells, prevent atherosclerosis, etc. This consumption is limited by a characteristic pungent flavor, which can be reduced with heat treatments.

**Keywords:** moringa, benefits, health, pungent, dose

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	16
<b>2.1. Materia Prima</b> .....	16
<b>2.2 Equipos y Reactivos</b> .....	16
2.2.1 Equipos .....	16
2.2.2 Reactivos.....	17
<b>2.3 Análisis físico-químicos</b> .....	17
<b>2.4 Contenido de hierro y calcio</b> .....	18
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	20
<b>3.1 Contenido de proteína</b> .....	22
<b>3.2 Contenido de humedad</b> .....	27
<b>3.3 Contenido de minerales</b> .....	27
<b>3.4 Contenido de grasa</b> .....	28
<b>3.5 Contenido de carbohidratos totales</b> .....	29
<b>3.6 Contenido de fibra cruda</b> .....	30
<b>3.7 Contenido de hierro</b> .....	30
<b>3.8 Contenido de calcio</b> .....	31
<b>3.9 Comparación con referencias bibliográficas</b> .....	31
<b>3.10 Mitos sobre los beneficios en la salud humana</b> .....	34
<b>3.11 Consumo de moringa</b> .....	38
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	40
<b>5. Bibliografía</b> .....	41



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arbusto de moringa .....	14
Figura 2. Hoja de moringa .....	14
Figura 3. Flor de moringa .....	14
Figura 4. Fruto de moringa .....	14
Figura 5. Semilla de moringa con cáscara .....	15
Figura 6. Semilla de moringa sin cáscara .....	15

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de Equipos .....	16
Tabla 2. Descripción de Reactivos.....	17
Tabla 3. Métodos oficiales de los análisis físico-químicos.....	18
Tabla 4. Condiciones experimentales utilizadas en el espectrómetro de absorción atómica.....	19
Tabla 5. Contenido de macronutrientes, humedad y fibra cruda del polvo de hojas secas de moringa .....	20
Tabla 6. Contenido de macronutrientes, humedad y fibra cruda en el polvo de semilla de moringa .....	21
Tabla 7. Contenido de hierro y calcio en el polvo de hojas secas y polvo de semilla de moringa	21
Tabla 8. Contenido de macronutrientes en alimentos de origen vegetal por cada 100 g de peso en seco .....	22
Tabla 9. Contenido de aminoácidos de las hojas secas de moringa.....	23
Tabla 10. Contenido de aminoácidos de la semilla de moringa .....	25
Tabla 11. Composición de ácidos grasos de hojas secas de moringa .....	28
Tabla 12. Comparación de resultados del polvo de hojas secas de moringa con la literatura .....	32
Tabla 13. Comparación de resultados del polvo de semilla de moringa con la literatura .....	32

## ANEXOS

Anexo A. Datos para cuantificación de humedad.....	45
Anexo B. Datos para cuantificación de cenizas.....	45
Anexo C. Datos para cuantificación de proteína .....	46
Anexo D. Datos para cuantificación de grasa.....	46
Anexo E. Datos para cuantificación fibra cruda .....	47
Anexo F. Datos para cuantificación carbohidratos totales.....	47
Anexo G. Datos cuantificación de hierro.....	47
Anexo H. Datos cuantificación de calcio.....	49

# 1. INTRODUCCIÓN

La cantidad de nutrientes presentes en un alimento determina que este sea considerado como una buena fuente de nutrientes. Según la FAO (2006):

Los nutrientes que aportan los alimentos son sustancias que proporcionan energía para realizar funciones biológicas como respirar, digerir alimentos, mantener la temperatura corporal, crecer, reparar órganos y tejidos del cuerpo, y mantener un adecuado funcionamiento del sistema inmune, también nos ayudan a realizar actividad física. Los alimentos “ricos en nutrientes” son aquellos que contienen una gran cantidad de nutrientes en relación a su aporte de energía. (p.19, 121).

Los nutrientes se clasifican en macronutrientes, cuyas necesidades diarias superan al gramo, en este grupo están los carbohidratos, grasas y proteínas, y micronutrientes cuyas necesidades diarias no superan el gramo, se incluyen las vitaminas y minerales (Velasco, 2006). El contenido de nutrientes en los alimentos varía considerablemente por diferentes razones, ya sea factores ambientales, genéticos y relativos a la siembra, por hábitos de consumo de cada país como recetas y preferencia de cierto tipo de alimentos y por la biodiversidad de los alimentos debido a las diferentes variedades de un mismo alimento (FAO, 2017).

Se descubrió en la primera mitad del Siglo XX que ciertos alimentos y nutrientes esenciales extraídos de los mismos podían prevenir enfermedades graves recurrentes, e incluso algunas mortales. Entre estas enfermedades está el escorbuto (causado por falta de Vitamina C), la pelagra (falta de niacina), el beriberi (falta de tiamina), el bocio (por los complementos de yodo), el raquitismo (falta de vitamina D) y la xeroftalmia (falta de vitamina A) (Webb, 2007). A partir de este descubrimiento y el entendimiento de la influencia de la nutrición en las

enfermedades, se empezó a incluir en la dieta ciertos alimentos con el fin de prevenir dichas enfermedades.

La moringa (*Moringa oleífera*) es una planta que puede ser considerada como alimento funcional. Durante siglos, ha sido utilizada por varias culturas alrededor del mundo como herramienta de la medicina tradicional, hay pruebas históricas que indican que las hojas y frutos de moringa eran parte de la dieta de los reyes y reinas con el fin de mantener la mente alerta y tener una piel sana. Entre las propiedades que se le otorgaba están: combatir las infecciones de piel, el asma y la bronquitis, prevenir la anemia y diabetes, etc. (Mahmood, Mugal, & Ul, 2010).

El árbol de moringa es originario del sur de los Himalayas y el noroeste de la India (Guzmán, Hernández & Zamarripa, 2015). Desde 1920 se ha ido introduciendo y naturalizando en otros países de Asia, África, en América Latina y Centroamérica, donde sus principales usos eran como árbol ornamental y servía como cerca viva y cortinas rompe vientos (Cabrera, 2014).

El nombre científico de la moringa es *Moringa Oleífera* Lam (Alfaro & Martínez, 2008). Según su clasificación taxonómica, pertenece a la familia de las *Moringáceas*, orden de los *Capparidales* clase *magnoleopsida*. Es la más conocida del género *Moringa* que cuenta con 13 especies (Liñán, 2010). Esta planta crece bien a alturas por debajo de los 500 msnm, pero puede adaptarse a condiciones sobre los 1500 msnm siempre y cuando no haya heladas (Fahey & Olson, 2011), en cuanto a las condiciones de suelo, la planta se adapta a suelos duros o pesados, con poca capacidad de retención de agua y con poca actividad biológica, lo importante es que haya un buen drenaje porque no sobrevive en lugares con acumulación de agua (Alfaro & Martínez, 2008).

En general, la planta de moringa consiste en un arbusto grande, o se lo podría considerar también como un árbol pequeño y frondoso de una altura promedio máxima de 10 metros

(Figura 1). La corteza es blanquecina, la forma y tamaño del tronco irregular y la corona pequeña y densa. Las hojas tienen 20 cm de largo, con hojuelas delgadas, oblongas u ovaladas de 1 a 2 cm de largo y son de color verde claro (Figura 2) (Alfaro & Martínez, 2008). Las flores de la moringa son de color crema y muy fragantes, miden de 1 a 1.5 cm (Figura 3), el fruto consiste en vainas de 20 a 45 cm de largo y de 1 a 2 cm de grosor (Figura 4), de color pardo, de tres lados, lineares (Rosero, 2015). Las semillas son carnosas, tienen a su alrededor una cáscara fina de color café con tres alas o semillas aladas de 2.5 a 3 mm de largo (Figura 5). Cuando se retira la cáscara, se encuentra el endospermo o almendra que es blanquecina y muy oleaginoso (Figura 6). En cuanto a la raíz, es en forma de rábano, mide varios metros y es carnosa, es pivotante y globosa, lo que le da a la planta resistencia a la sequía en periodos prolongados (Alfaro & Martínez, 2008).



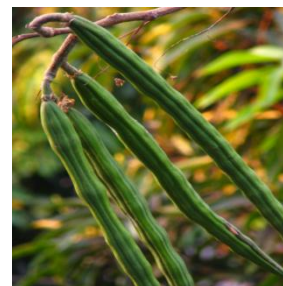
*Figura 1. Arbusto de moringa*  
(Rosero, 2015)



*Figura 2. Hoja de moringa*  
(Spliker, 2011)



*Figura 4. Flor de moringa*  
(Rosero, 2015)



*Figura 3. Fruto de moringa*  
(Rosero, 2015)



Figura 6. Semilla de moringa con cáscara



Figura 5. Semilla de moringa sin cáscara

A la *Moringa oleífera* se le conoce también como árbol milagroso porque todas sus partes son beneficiosas para la salud: las raíces, hojas, la corteza, partes de los frutos y las semillas (Cabrera, 2014). Algunos de los usos de las semillas son la purificación de agua, producción de aceite, floculante, etc. Las vainas por otro lado se pueden utilizar como alimento y fertilizante (Guzmán, Hernández & Zamarripa, 2015). Se conoce que la Moringa es una buena fuente de nutrientes, aminoácidos y antioxidantes, es usada contra el envejecimiento y tiene propiedades antiinflamatorias (Mahmood, Mugal, & Ul, 2010).

En Ecuador en 2010 se creó la empresa Ecuamoringa, y desde entonces ha sido promotora de la implementación de los primeros cultivos de plantas y bosques de moringa en diferentes sectores del país. La moringa se comercializa en forma de cápsulas, hojas deshidratadas, polvo de hojas secas, té, almendras, aceite y plántulas. A las hojas y té de esta planta se les atribuye propiedades benéficas como antimicrobiana, antibacteriana, antiviral, antiparasitaria, antianémica, antidiabética, antidiurética, combate el cáncer, etc. (Guzmán, Hernández & Zamarripa, 2015).

Debido a la fama que la moringa ha adquirido, los objetivos de este estudio fueron cuantificar los macronutrientes, fibra cruda, calcio y hierro en polvo de hojas secas y polvo de semilla de moringa, comparar con los valores reportados en la literatura, comprender sus beneficios en la salud humana, y aclarar e incluso desmentir información errónea acerca de sus efectos en la salud.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Materia Prima

Se utilizó muestras de polvo de hojas secas y polvo de la semilla de moringa provenientes de la empresa Ecuamoringa.

### 2.2 Equipos y Reactivos

#### 2.2.1 Equipos

Los equipos de laboratorio utilizados para los análisis se describen en la Tabla 1.

*Tabla 1. Descripción de Equipos*

Equipo	Marca/Modelo	Características
Balanza semianalítica	METTLER TOLEDO Modelo PB3002-S	Capacidad mínima 0,5 g y máxima 3100 g
Estufa	PRECISION	-
Mufla	Fisher Scientific Isotemp Muffle Furnance	-
Karl Fischer Titration	METTLER TOLEDO M394	-
Espectrómetro de absorción atómica	BUCK SCIENTIFIC Modelo 210VGP	Detector: 190-930 nm Reproducibilidad: $\pm 0,2$ nm Resolución: ranura variable- 2Å, 7 Å, y 20 Å



### 2.2.2 Reactivos

Los reactivos utilizados se describen en la Tabla 2. Todos fueron de grado analítico.

*Tabla 2. Descripción de Reactivos*

Reactivo	Proveedor
Metanol	Merck KGaA
Yoduro de hidrógeno	Merck KGaA
Dióxido de azufre	Reactivos H.V.O
Ácido sulfúrico al 96%	Merck KGaA
Ácido bórico	Panreac
Ácido clorhídrico al 37%	Reactivos H.V.O
Hexano	Merck KGaA
Hidróxido de sodio	Merck KGaA
Estándar de hierro	PURO-GRAPHIC <sup>tm</sup> Calibration Standars
Estándar de calcio	PURO-GRAPHIC <sup>tm</sup> Calibration Standars

### 2.3 Análisis físico-químicos

Se determinó el contenido de macronutrientes, humedad, fibra cruda y, hierro y calcio según los métodos y referencias de la Tabla 3. El factor de conversión de nitrógeno a proteína total fue de 6.25 ( $N \times 6.25$ ) (Cavada, Moreira, Oliveira, Silveira, & Vasconcelos, 1999).

Tabla 3. Métodos oficiales de los análisis físico-químicos

Determinación	Método	Referencia
Humedad	Estufa- Gravimétrico. Método 930.04	(AOAC, 1990)
Humedad	Karl Fischer. Método ISO 760	(ISO, 1978)
Cenizas	Mufla- Gravimétrico. Método 930.05	(AOAC, 1990)
Proteína	Kjeldahl. Método 920.52	(AOAC, 2012)
Grasa	Soxhlet. Método 920.39	(AOAC, 2012)
Fibra Cruda	De Wendee. Método 978.10	(AOAC, 1990)
Carbohidratos Totales	Por diferencia	(Greenfield & Southgate, 2003)
Hierro	Espectrofotometría de absorción atómica. Método 975.03	(AOAC, 1990)
Calcio	Espectrofotometría de absorción atómica. Método 975.03	(AOAC, 1990)

## 2.4 Contenido de hierro y calcio

La concentración de minerales por cada 100 gramos de muestra se calculó de acuerdo a la ecuación 1 (Dávila, 2015).

$$C = \frac{R \times FD \times V \times 100}{M \times 1000} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

C= Concentración del mineral en mg/100 g de muestra

R= Respuesta del equipo en mg/L

FD= Factor de dilución  $\left(\frac{\text{volumen}_{\text{final}}}{\text{volumen}_{\text{inicial}}}\right)$

M= Peso de la muestra en g

V= Volumen de la solución madre

La absorción atómica en los minerales se realizó bajo las condiciones de la Tabla 4 (Buck Scientific, 2000).

*Tabla 4. Condiciones experimentales utilizadas en el espectrómetro de absorción atómica*

Condición	Metal	
	Calcio	Hierro
Longitud de onda (nm)	422.7	248.3
Slit (nm)	0.7	0.2
Límite de detección (mg/L)	0.05	0.05
Comparación de sensibilidad (mg/L)	2.00	2.5
Rango Lineal (mg/L)	5.00	5.00

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La cuantificación de macronutrientes, humedad y fibra cruda del polvo de hojas secas de moringa se presenta en la Tabla 5, y del polvo de semilla en la Tabla 6. El contenido de hierro y calcio de las dos muestras se detalla en la Tabla 7.

*Tabla 5. Contenido de macronutrientes, humedad y fibra cruda del polvo de hojas secas de moringa*

Determinación	Contenido (g/ 100 g producto)
Humedad <sup>a</sup>	5.873 ± 0.058
Humedad <sup>b</sup>	5.893 ± 0.189
Cenizas	9.008 ± 0.449
Proteína	29.46 ± 0.348
Grasa	4.839 ± 0.582
Carbohidratos Totales	50.81
Fibra Cruda	6.750

\*medias ± desviación estándar, media de tres réplicas.

<sup>a</sup> Método gravimétrico

<sup>b</sup> Método Karl Fischer

*Tabla 6. Contenido de macronutrientes, humedad y fibra cruda en el polvo de semilla de moringa*

Determinación	Contenido	
	(g/ 100 g producto)	
Humedad <sup>a</sup>	5.901 ± 0.098	
Humedad <sup>b</sup>	5.753 ± 0.162	
Cenizas	4.089 ± 0.509	
Proteína	48.28 ± 0.245	
Grasa	17.44 ± 0.213	
Carbohidratos Totales	24.36	
Fibra Cruda	10.24	

\*medias ± desviación estándar

<sup>a</sup> Método gravimétrico

<sup>b</sup> Método Karl Fischer

*Tabla 7. Contenido de hierro y calcio en el polvo de hojas secas y polvo de semilla de moringa*

Mineral	Contenido	
	(mg mineral/ 100 g muestra)	
	Polvo de hojas secas	Polvo de semilla
Calcio	1408 ± 0.098	3.154 ± 0.054
Hierro	9.081 ± 0.626	8.127 ± 0.550

### 3.1 Contenido de proteína

El contenido de proteína del polvo de hojas secas de moringa fue 29.46 g/ 100 g de muestra, y del polvo de semilla de 48.28 g/ 100 g de muestra. En comparación alimentos de origen vegetal como la soya (40 g/ 100 g de muestra) (Carrao & Mandarino, 1998), la quinua y el fréjol (Tabla 8), el polvo de semilla superó estos valores. Alimentos de origen animal como la carne de vacuno (21.4 g/ 100 g muestra) y la carne de ave (20 g/100 g muestra) (FAO, 1995) tampoco superaron al contenido del polvo de semilla de moringa.

*Tabla 8. Contenido de macronutrientes en alimentos de origen vegetal por cada 100 g de peso en seco*

	Quinua	Frijol	Maíz	Arroz	Trigo
Energía (kcal/100 g)	399	367	408	372	392
Proteína (g/100 g)	16.5	28.0	10.2	7.6	14.3
Grasa (g/100 g)	6.3	1.1	4.7	2.2	2.3
Total de carbohidratos (%)	69.0	61.2	81.1	80.4	78.4

Fuente: Koziol, 1992

El polvo de la semilla tuvo mayor contenido de proteína que el polvo de hojas secas, en hojas verdes la proporción de proteína vegetal es baja en comparación con semillas de cereales,

leguminosas y oleaginosas porque las proteínas forman parte del endospermo de la semilla, a la que nutren durante la germinación y desarrollo (Badui, 2006). Es importante tomar en cuenta la calidad de la proteína, es decir la proporción de aminoácidos indispensables que contiene en relación con los requerimientos humanos y la biodisponibilidad, y conocer si existe o no presencia de compuestos antinutricionales, especialmente en las hojas. Para evaluar la calidad de las proteínas de la moringa se debería realizar un DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score), recomendado por la FAO. Según Haq, Mahmood & Mugal (2010) la moringa “tiene todos los amino ácidos esenciales, lo cual es muy raro en vegetales y hay una buena proporción de los mismos”. Traoré, Savadogo, Zongo & Zoungrana (2013) realizaron un estudio en un país en África sobre rehabilitación nutricional y clínica de niños malnutridos usando polvo de la hoja de moringa, y se observó una mejora considerable en los niños. Uno de los factores a los que se atribuye esta mejora es la alta calidad de la proteína, que es de fácil digestión y está influenciada por la calidad de sus aminoácidos. Según Hugo, Masika, Moyo & Muchenje (2011) las hojas secas de moringa tienen 19 aminoácidos, de los cuales 10 son esenciales (Tabla 9).

*Tabla 9. Contenido de aminoácidos de las hojas secas de moringa*

Aminoácido	Cantidad (media +/- %)	Error Estándar
Arginina	1.780	0.010
Serina	1.087	0.035
Ácido aspártico	1.430	0.045
Ácido glutámico	2.530	0.062
Glicina	1.533	0.060
Treonina*	1.357	0.124
Alanina	3.033	0.006
Tirosina*	2.650	0.015
Prolina	1.203	0.006

HO-Prolina	0.093	0.006
Metionina*	0.297	0.006
Valina*	1.413	0.021
Fenilalanina*	1.640	0.006
Isoleucina	1.177	0.006
Leucina*	1.960	0.010
Histidina*	0.716	0.006
Lisina*	1.637	0.006
Cisteína	0.010	0.000
Triotófano*	0.486	0.001

Los aminoácidos con mayor proporción son la alanina, tirosina, leucina, arginina y lisina, y los aminoácidos HO-prolina, cisteína y metionina tienen los valores más bajos; Hugo, Masika, Moyo & Muchenje (2011) indican que es común que la metionina sea deficiente en hojas verdes. La tirosina es un precursor de la dopamina y de la noradrenalina, por lo que es antidepresivo (Souccar, 2001). La leucina es un aminoácido esencial de cadena ramificada que proporciona los sustratos para la oxidación durante el ejercicio (Viru & Viru, 2001). En general, se conoce que las proteínas de origen vegetal son ricas en arginina y deficientes en lisina, sin embargo se observa en la Tabla 9 que las hojas secas de moringa no presentan niveles bajos de lisina. Este aminoácido es importante porque asegura una mejor absorción de calcio y ayuda en la producción de anticuerpos (Hugo, Masika, Moyo, & Muchenje, 2011).

La composición de aminoácidos de la semilla de moringa es mejor que de las hojas (Tabla 10), la semilla tiene altos valores de metionina y cisteína (2.35 g/100 g y 2.01 g/100 g respectivamente) en comparación con las hojas secas (0.297 g/100 g de metionina y 0.01 g/100 g de cisteína). En cuanto a los factores antinutricionales, de acuerdo a Cavada, Moreira, Oliveira, Silveira & Vasconcelos (1999), no se encontró inhibidores de tripsina ni actividad de la ureasa.



*Tabla 10. Contenido de aminoácidos de la semilla de moringa*

Aminoácido	Cantidad (g/ 100 g muestra)
<b>Esenciales</b>	
Thr	3.08
Val	4.35
Ile	3.25
Leu	6.75
Lis	1.53
Fe	3.97
Tir	1.59
Met	2.35
Cis	2.01
Trp	1.63
His	2.29
<b>No esenciales</b>	
Asx	5.05
Glx	20.9
Ser	4.36
Gli	10.9
Ala	6.91
Arg	14.5
Pro	45.0

Fuente: Cavada, Moreira, Oliveira, Silveira & Vasconcelos, 1999

El contenido de factores antinutricionales en alimentos de origen vegetal es muy común, inhiben la absorción de proteínas y minerales. Hugo, Masika, Moyo & Muchenje (2011) reportaron un bajo porcentaje de factores antinutricionales en las hojas secas de moringa. El valor de los taninos condensados fue de 3.12% y de fenoles totales 2.02%, sin embargo, en otros estudios se reportó 1.4% de taninos, no se detectó taninos condensados, y de 2.7 a 4.3% de fenoles totales. El rango mencionado de fenoles totales en la hoja de moringa es casi el doble al reportado en plantas como el perejil, orégano, hierbabuena y albahaca, de 1.89%, 1.75%, 1.41%

y 0.56% respectivamente (Guzmán, Hernández & Zamarripa, 2015). Bajo estas concentraciones, los fenoles simples no tienen efectos negativos, es más, contribuyen al sistema biológico por su actividad antioxidante y anti inflamatoria. (Hugo, Masika, Moyo, & Muchenje, 2011). Según Guzmán, Hernández & Zamarripa (2015), el alto contenido de fenoles totales en la moringa se debe a que estos se sintetizan en plantas como un mecanismo de protección contra patógenos y predadores, y la moringa al poseer varios componentes nutritivos es susceptible al ataque de enfermedades y animales como ardillas, topes y hormigas. En cuanto a los fitatos, su contenido es de 2.1% en las hojas y 4.1% en las semillas de moringa (de Abreu, Farias, Pinheiro, & Urano, 2008).

Becker, Foild & Makkar (2001) reportaron otro grupo de factores antinutricionales en las hojas de moringa: sacáridos como la rafinosa y estaquiosa (3.4% de los azúcares totales), que son los responsables de producir flatulencia en monogástricos, sin embargo, pueden ser removidos mediante remojo y cocción en agua. Según Barat, Chawla, Gupta & Wagle (1989) las hojas de moringa tienen un contenido de 3.1% de fitatos, que reducen la biodisponibilidad de los minerales, y 1.2% de saponinas. Las saponinas presentes en las hojas de moringa parecen no tener actividad hemolítica, por lo tanto, los seres humanos no son afectados por estas (Becker, Foild, & Makkar, 2001). Radek & Savage (2008) detectaron 2 754 mg de oxalatos totales/100 g de materia en hojas de moringa.

Las células en los tejidos de moringa contienen glucosinolatos, que son convertidos en isotiocianatos mediante la enzima mirosinasa (Doerr, Fahey, Reed, Stephenson, & Wade, 2009). Los isotiocianatos son compuestos goitrogénos que inhiben la absorción del yodo por la glándula tiroidea, y/o inhiben la producción de la hormona tiroidea, causando el aumento del tamaño de las glándulas tiroideas (Fahey, Taladay, & Zalcmann, 2001). Doerr, Fahey, Reed, Stephenson &

Wade (2009) reportaron que las hojas de moringa cultivadas en México presentaban un contenido total de (Rhamnopiranosiloxi) bencilglucosinolato (RBGS) de 53 a 64  $\mu\text{mol/g}$  hoja fresca. El consumo de alimentos con compuestos goitrogénos tienen “poca probabilidad de afectar significativamente a las necesidades de yodo” (Webb, 2007), en personas que no tienen afecciones de la glándula tiroidea no habrán efectos negativos, y menos si hay suficiente consumo de yodo; quienes presenten patología de la tiroides deberían tener prudencia al consumirlos (Gaitan, 1990)

### **3.2 Contenido de humedad**

La determinación de humedad se realizó por el método gravimétrico y por Karl Fischer porque se dedujo que por el método gravimétrico no sólo se evapora agua sino también compuestos volátiles propios de la planta (terpenos, derivados de ácidos grasos y compuestos aromáticos) (Céspedes & Loaiza, 2007); Karl Fischer determina la humedad por reacciones química, por lo que no se ven afectados los compuestos volátiles mencionados.

### **3.3 Contenido de minerales**

Normalmente en los alimentos el contenido de minerales se expresa en función del contenido de cenizas (Blanco & Boucher, 1997). De acuerdo a los valores de la Tabla 5 y 6, el polvo de hojas secas de moringa tuvo más minerales que el polvo de semilla (9 g/100 g y 4 g/100 g respectivamente). El contenido de cenizas en un alimento indica los elementos inorgánicos (Finkenzeller & Nielsen, 2009). Comparando con otros alimentos como la arveja seca (2.4 g/ 100 g), el chocho seco (3.5 g/100 g), el fréjol (3.9 g/ 100 g) y la soya (5.9 g/ 100 g) (Nutrición, 1965), el polvo de hojas secas de moringa tuvo mayor contenido de cenizas.

### 3.4 Contenido de grasa

En el polvo de semilla hubo más grasa que en las hojas secas. Según Becker & Makkar (2001) la grasa de la semilla de moringa está compuesta por aproximadamente 13% de ácidos grasos saturados y 82% de ácidos grasos insaturados, siendo el ácido oleico el de mayor nivel (70%); otras grasas vegetales sólo llegan al 40% de ácido oleico. Las hojas secas de moringa, tienen alto contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico y ácidos grasos omega 3 (Tabla 11).

*Tabla 11. Composición de ácidos grasos de hojas secas de moringa*

Fatty Acid	Quantity (mean +/- %)	Standard error
Ether extract	6.500	0.041
Capric (C10:0)	0.070	0.064
Lauric (C12:0)	0.580	0.402
Myristic (C14:0)	3.660	1.633
Palmitic (C16:0)	11.79	0.625
Palmitoleic(C16:1c9)	0.170	0.056
Margaric (C17:0)	3.190	0.155
Stearic acid (C18:0)	2.130	0.406
Oleic (C18:1c9)	3.960	2.000
Vaccenic (C18:1c7)	0.360	0.038
Linoleic (C18;2c9,12(n-6))	7.440	0.014
$\alpha$ -Linolenic (C18:3c9,12,15(n-3))	44.57	2.803
g-Linolenic (C18:3c6,9,12(n-6))	0.200	0.013
Arachidic (C20:0)	1.610	0.105
Heneicosanoic (C21:0)	14.41	0.194
Behenic (C22:0)	1.240	0.383
Tricosanoic (C23:0)	0.660	0.025
Lignoceric (24:0)	2.910	0.000
Total saturated fatty acids (SFA)	43.31	0.815

Total mono unsaturated fatty acids (MUFA)	4.48	1.984
Total poly unsaturated fatty acids (PUFA)	52.21	2.792
Total Omega-6 fatty acids (n-6)	7.640	0.012
Total Omega-3 fatty acids (n-3)	44.57	2.805
PUFA: SFA (PUFA:SFA)	1.210	0.096
n-6/n-3	0.170	0.016
PUFA:MUFA (PUFA:MUFA)	14.80	7.168

Fuente: Hugo, Masika, Moyo & Muchenje, 2011

El uso del aceite de la semilla de moringa a nivel industrial es interesante. Eneh, Ezikpe, Ogbunugafor & Ozumba (2011) compararon las propiedades físico químicas (índice de refracción, determinación del punto de fusión, índice de saponificación, etc.) y las propiedades antioxidantes del aceite de las semillas de moringa con aceite de palma, demostrando que el aceite proveniente de la semilla de moringa tiene alto rendimiento, buena capacidad antioxidante y buenas propiedades físico químicas y nutritivas.

### 3.5 Contenido de carbohidratos totales

El contenido de carbohidratos totales en el polvo de hojas secas de moringa fue 50.81 g/100 g y 24.36 g/100 g en el polvo de semilla, y comprende a la fibra alimentaria, azúcares y almidones (Burlingame & Monro, 1996). La cantidad de carbohidratos totales de la quinua, frijol, maíz, arroz y trigo (Tabla 8) oscila entre 61 y 81 g/100 g, el polvo de hoja secas y el polvo de semilla de moringa presentaron valores menores.

### **3.6 Contenido de fibra cruda**

El análisis indicó contenidos de 6.75 g de fibra cruda/100 g del polvo de hojas secas y 10.24 g/100 g del polvo de semilla. Según Badui (2006) “la fibra cruda normalmente es menor que la fibra dietética”, por lo que la fibra dietética será mayor a estos datos. Alimentos como la avena, pan, pastas integrales y lentejas cocidas tienen de 5 a 10 g de fibra dietética/100 g alimento (Elmadfa & Meyer, 2015). Los beneficios para la salud humana de las fibras son varios, al ingerir las fibras solubles, absorben agua en el intestino delgado formando soluciones de gran viscosidad que hacen más lento el vaciamiento gástrico, promoviendo la sensación de saciedad. Las fibras insolubles retienen agua en su matriz estructural, formando mezclas de baja viscosidad, lo que aumenta la masa fecal y acelera el tránsito intestinal, previniendo la constipación y reduciendo el tiempo de contacto con potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon. La fermentación de las fibras en el intestino grueso produce ácidos grasos de cadena corta como el propionato, butirato y acetato, cuyas funciones, respectivamente son: inhibir la síntesis hepática de colesterol, acción anticancerígena y obtener energía sin la necesidad de insulina (Álvarez & Sánchez, 2006).

### **3.7 Contenido de hierro**

El valor de hierro obtenido para el polvo de hojas secas de moringa fue de aproximadamente 9 mg de Fe/100 g de muestra, y del polvo de semilla 8 mg de Fe/100 g de muestra (Tabla 7). Son altos comparando con otros alimentos; el hígado tiene de 8-10 mg/100 g de porción comestible, legumbres secas de 8.5 a 5.3 mg/100 g de porción comestible, las espinacas 1.6 mg/100 g de porción comestible y la leche de vaca y yogurt 0.1 mg/100 g de porción comestible (López, Martínez, Periago, & Ros, 1999). A pesar de que el contenido de

hierro en el polvo de hojas secas y en el polvo de semilla de moringa sea muy cercano al del hígado, lo más importante es su biodisponibilidad, que está limitada por la presencia de ácido fítico, taninos y saponinas (López, Martínez, Periago, & Ros, 1999), y al ser hierro no heme, su absorción es menos eficiente (Rodak, 2004).

### **3.8 Contenido de calcio**

El valor obtenido para el polvo de hojas secas de moringa fue muy alto, de 10408 mg de Ca/ 100 g muestra, en el polvo de semilla hubo alrededor de 3 mg/ 100 g de muestra. Comparando con otros alimentos como la cebada que tiene 16 mg/100 g muestra, la soya seca 277 mg/100 g muestra, el amaranto 215 mg/100 g muestra, la leche de vaca entera 119 mg/100 g muestra y los huevos frescos 56 mg/100 g de muestra (FAO, 2017), se observa que el contenido en el polvo de hojas secas de moringa fue extremadamente alto, inclusive mayor a la leche de vaca. Según Radek & Savage (2008) la proporción de calcio de moringa en forma de oxalato es del 37.5%, lo que implica que el calcio disponible realmente es 880 mg/100 g de polvo de hojas secas.

### **3.9 Comparación con referencias bibliográficas**

Los datos para las diferentes determinaciones fueron en algunos casos cercanos a los de la literatura y en otros diferentes (Tabla 12 y 13).

Tabla 12. Comparación de resultados del polvo de hojas secas de moringa con la literatura

Polvo de hojas secas		
Determinación (g/ 100 g producto)	Valor experimental	Valor de referencia
Humedad	5.880	5.900 <sup>1</sup>
Cenizas	9.010	8.780 <sup>2</sup>
Proteína	29.50	29.00 <sup>3</sup>
Grasa	4.840	5.200 <sup>4</sup>
Carbohidratos Totales	50.80	41.20 <sup>5</sup>
Fibra Cruda	6.750	7.480 <sup>6</sup>
Micronutrientes		
(mg micronutriente/ 100 g producto)		
Calcio	1408	1384 <sup>7</sup>
Hierro	9.085	12.46 <sup>8</sup>

Tabla 13. Comparación de resultados del polvo de semilla de moringa con la literatura

Polvo de semilla		
Determinación (g/ 100 g producto)	Valor experimental	Valor de referencia
Humedad	5.830	5.700 <sup>9</sup>
Cenizas	4.090	4.430 <sup>10</sup>
Proteína	48.28	35.90 <sup>11</sup>

<sup>1</sup> (Abdalla, 2013)

<sup>2</sup> (Rosero, 2015)

<sup>3</sup> (Becker, Foild, & Makkar, 2001)

<sup>4</sup> (Doriya, Gopalakrishnan, & Santhosh, 2016)

<sup>5</sup> (Doriya, Gopalakrishnan, & Santhosh, 2016)

<sup>6</sup> (Abdalla, 2013)

<sup>7</sup> (Guzmán, Hernández & Zamarripa, 2015)

<sup>8</sup> (Guzmán, Hernández & Zamarripa, 2015)

<sup>9</sup> (Affiku & Ogbe, 2011)

<sup>10</sup> (Cavada, Moreira, Oliveira, Silveira, & Vasconcelos, 1999)

<sup>11</sup> (Doriya, Gopalakrishnan, & Santhosh, 2016)



Grasa	17.44	15.10 <sup>12</sup>
Carbohidratos Totales	24.36	21.12 <sup>13</sup>
Fibra Cruda	10.24	2.870 <sup>14</sup>
Micronutrientes		
(mg micronutriente/ 100 g producto)		
Calcio	3.150	3.400 <sup>15</sup>
Hierro	8.130	7.100 <sup>16</sup>

El análisis de humedad del polvo de hojas secas mostró datos muy cercanos a los de la literatura, en el polvo de semilla hubo mayor diferencia (Tabla 12 y 13), porque hubo más compuestos volátiles en el polvo de semilla que en el polvo de hojas secas.

En general existió cierta variación entre los contenidos de proteína, fibra, cenizas, carbohidratos, grasa y minerales en comparación con los de referencia. En Guanajuato (2015) se realizó un estudio sobre la influencia de la altura de los árboles de moringa en la calidad nutrimental y nutracéutica de las hojas, y se demostró que diferentes alturas provocan variaciones en las cantidades de proteína, fibra dietaria, cenizas, carbohidratos y extracto etéreo (Guzmán, Hernández & Zamarripa, 2015). No se conoce la altura del arbusto de moringa al momento que el proveedor (Ecuamoringa) cortó las hojas, factor que influyó en los resultados obtenidos, sin embargo se encuentran en un rango aceptable.

Según Guzmán, Hernández y Zamarripa (2015), la diferencia del contenido de minerales en plantas provenientes de diferentes lugares, especialmente refiriéndose al calcio, hierro y zinc, se debe al contenido de minerales presentes en el suelo donde se cultiva la moringa. A esto se atribuye la variación encontrada entre los resultados en la experimentación y los bibliográficos.

<sup>12</sup> (Abdalla, 2013)

<sup>13</sup> (Cavada, Moreira, Oliveira, Silveira, & Vasconcelos, 1999)

<sup>14</sup> (Doriya, Gopalakrishnan, & Santhosh, 2016)

<sup>15</sup> (Rosero, 2015)

<sup>16</sup> (Rosero, 2015)

A pesar de esta diferencia, el contenido de hierro cuantificado sigue siendo elevado en comparación con otros alimentos.

### **3.10 Mitos sobre los beneficios en la salud humana**

Un mito que se le atribuye a la moringa en cuanto a sus efectos benéficos para la salud es que actúa como antioxidante y combate la formación de células cancerosas (Moringa Pura, 2015). Según Balasundram, Samman & Sundram (2006), los fenoles totales y en particular los taninos condensados presentan una alta capacidad antioxidante, Hugo, Masika, Moyo & Muchenje (2011) reportaron valores de 3.12% de taninos condensados en las hojas de moringa, mientras que en otro estudio no se encontró taninos condensados, por lo tanto los fenoles totales serían los principales responsables de esta propiedad de la moringa. Guzmán, Hernández & Zamarripa (2015) midieron la capacidad antioxidante de la hoja de moringa mediante el método ORAC, para cuantificar la capacidad de inhibir radicales de oxígeno altamente reactivos, y se reportó valores de 415-648  $\mu\text{mol}$  de Equivalentes Trolox/g de materia seca dependiendo de la altura del árbol. Estos valores son altos en comparación con la capacidad antioxidante de la hoja del orégano y del tomillo, 25  $\mu\text{mol}$  ET/g y 222.5  $\mu\text{mol}$  ET/g. Cabrera (2014) cuantificó la concentración de metabolitos secundarios de la moringa y concluyó que el contenido de flavonoides fue el más alto de los metabolitos estudiados, con un rango de 18 a 21 mg/g dependiendo de la altura de la planta de moringa, y la concentración de alcaloides fue la menor (de 0.58 a 0.75 mg/g). La dosis recomendada de consumo de flavonoides para que se produzca “una contribución importante al potencial antioxidante de la dieta humana” es de 20 a 26 mg/día (Rubio, 2009), estos tienen diferentes mecanismos para interferir en las cuatro etapas de la carcinogénesis. Un mecanismo de acción consiste en capturar “el mutágeno o interponerse entre

el mismo y su diana de actuación”, y el otro es “prevenir el inicio de cáncer al actuar como antioxidantes naturales que evitan el daño del ADN celular causado por especies reactivas de oxígeno (EROs)” (Rubio, 2009). También es importante la presencia de niazimicina en el extracto de etanol de las semillas de moringa, que es un agente quimiopreventivo potente en la formación de tumores (Kozuka, y otros, 1999). La acción de las fibras y rafinosa también influyen en esta propiedad, al no ser digeridas, pasan al colon y son fermentadas, produciendo ácidos grasos de cadena corta como el butirato, que induce la apoptosis de células tumorales (Chaparro, Elizalde, & Porrilla, 2009). Es decir, se podría considerar que para evitar el inicio de cáncer, un consumo óptimo sería de 1 a 2 gramos de hojas frescas de moringa al día.

Otra propiedad otorgada a la moringa es su poder antidepressivo gracias al contenido de tirosina, especialmente en las hojas. Según Souccar (2001), el consumo de tirosina (suplementos de 100 mg/kg/día), influyó de manera positiva en el hedonismo (ausencia de búsqueda de placer), y disminuyó la ansiedad. Se considera que la tirosina “refuerza la anticipación de los placeres, la motivación, la concentración y la capacidad de decisión” (Souccar, 2001). Según la Fundación Natura (s.f), se recomienda una dosis de 500 mg a 1500 mg de L-tirosina por día como terapia ortomolecular, que sería alcanzada consumiendo 20 gramos de hoja seca de moringa. Esta cantidad difícilmente sería consumida por alguien.

Se cree que la moringa controla los niveles elevados de colesterol, actúa contra enfermedades cardiovasculares, la hipercolesterolemia y arterosclerosis. De acuerdo a Salas, Sabaté & Ros (2015), estas propiedades se deben a la elevada cantidad de arginina y baja de lisina (su relación es 0.92) para las hojas secas de moringa, en proteínas animales como la leche entera y caseína la relación está entre 1.9-2.4. Tomando en cuenta el contenido de arginina de las hojas de moringa (1.78%) (Hugo, Masika, Moyo, & Muchenje, 2011), se debería consumir

alrededor de 500 gramos de hojas secas de moringa al día para alcanzar la dosis recomendada de consumo de 10 g de arginina al día para tener un efecto vasodilatador (aumentar el flujo sanguíneo y por lo tanto mejorar el transporte de nutrientes y oxígeno) (Prozis, 2015). Para reducir el riesgo de aterosclerosis se recomienda una dosis de 100-120 mg/día de vitamina C en personas sanas de cáncer y enfermedades cardíacas, y de 1-3 g/día en caso de que ya existan problemas vasculares (Valdés, 2006). Es decir, para prevenir la aterosclerosis consumiendo 2 gramos de hojas de moringa frescas al día es suficiente, pero en caso de que ya se padezca de alguna enfermedad se necesitaría alrededor de 30 gramos de hojas frescas de moringa, cantidad excesivamente alta y muy poco probable que sea consumida.

En cuanto a enfermedades cardiovasculares y niveles de colesterol, el contenido de ácidos grasos insaturados en la semilla es muy importante ya que representa el 82% del total de grasas presentes, y de estas el 70% es ácido oleico. Según la FAO (1995), la sustitución de ácidos grasos saturados por insaturados como el oleico (monoinsaturado) y linoleico (poliinsaturado) reduce los niveles de colesterol sanguíneo. El contenido de flavonoides presente en las hojas de moringa también es importante ya que se ha demostrado en ratones que algunos flavonoides son inhibidores de la oxidación de LDL por macrófagos, por lo tanto mantienen sus niveles durante tiempos más prolongados y retardan la iniciación de la peroxidación lipídica, factores de riesgo en la enfermedad arterial coronaria (Russo & Sánchez, 2006). En este sentido, se podría considerar que el consumo de semilla de moringa por su riqueza en ácido oleico sí ayuda a reducir el nivel de colesterol en la sangre y por lo tanto el nivel de LDL, sin embargo para potencializar este efecto se debería acompañar con una dieta reducida en grasas saturadas y ejercicio físico.

Otro beneficio para la salud que se otorga a la moringa es que combate la tos, resfriados y gripes (Propiedadesde.net, 2015) . El contenido de Vitamina C de las hojas frescas de moringa es de 4.4-6.4% (Guzmán, Hernández & Zamarripa, 2015). La vitamina C fortalece el sistema inmune al aumentar la proliferación de linfocitos, es decir, consumiendo 1 g de hojas frescas de moringa al día sería suficiente para aumentar las defensas, prevenir el contagio de enfermedades virales y cubrir el Valor Diario Recomendado de vitamina C de 60 mg/día (FDA, 2009).

La actividad antiinflamatoria es otro mito atribuido a las hojas de moringa. Utilizando el método de edema de pata inducida por carragenina para determinar la capacidad antiinflamatoria, se concluyó que con una dosis de 200 a 500 mg/kg de hoja de moringa, se tiene efectos antiinflamatorios del 19 a 40% respectivamente a las dos horas de consumo (Garg, Kumar, Pal, & Sudeep, 2012). Es decir, una persona que pesa 70 kg debería consumir de 14 a 35 gramos de hoja de moringa, cantidad excesivamente alta.

Se cree que la moringa combate la anemia (Propiedadesde.net, 2015), a pesar del considerable contenido de hierro cuantificado en la moringa (9 mg/100 g en el polvo de hojas secas y 8 mg/100 g en el polvo de semilla) (Tabla 7), al ser de origen vegetal es hierro no heme, que es absorbido por el cuerpo humano en menor grado que el hierro heme, su absorción llega al 75% (Álvarez, 2012). La biodisponibilidad del hierro no heme de los alimentos varía desde menos del 1% hasta un 20% debido a otros nutrientes de la dieta o a factores antinutricionales del mismo alimento (como los oxalatos y fitatos presentes en la moringa), que pueden aumentar o disminuir la eficiencia con la que es absorbido por el cuerpo (Arredondo, Gaitán, Olivares, & Pizarro, 2006). Por lo tanto, se podría desmentir esta aseveración de que la moringa combate la anemia ya que se necesitaría cantidades excesivas.

Un hecho comprobado por varios estudios es que la moringa combate la desnutrición. El contenido de proteína del polvo de hojas secas y polvo de semilla de moringa cuantificado fue muy alto. Savadogo, Traoré, Zongo & Zoungrana (2013) comprobaron que el consumo de 10 g de polvo de hoja de moringa tuvo efectos positivos en niños desnutridos, ya que subieron de peso y se recuperaron nutricionalmente.

Se recomienda el consumo de moringa para personas que quieren bajar de peso, este beneficio se podría atribuir al contenido de fibra del polvo de hojas secas y polvo de semilla de moringa, ya que las fibras solubles, absorben agua en el intestino delgado formando soluciones de gran viscosidad que hacen más lento el vaciamiento gástrico, promoviendo la sensación de saciedad (Álvarez & Sánchez, 2006).

### **3.11 Consumo de moringa**

El consumo de la moringa en los últimos años se ha popularizado, especialmente para preparar infusiones, pero también puede ser consumida en salsas, jugos, como especia, en pan y hasta fideos instantáneos (Haq, Mahmood, & Mugal, 2010). Se conoce como “árbol milagroso” porque todas sus partes se pueden consumir y se cree que tienen efectos benéficos para la salud. Las hojas son consumidas como vegetales, ya sea frescas en ensaladas, en polvo o en sopas, las vainas verdes jóvenes pueden ser cocinadas y comidas como arvejas, los frutos son utilizados principalmente en condimentos o cocidos como vegetales, las flores pueden ser consumidas en ensaladas, las semillas como aceite o para cuidados de belleza y purificación del agua. Las raíces de plantas jóvenes pueden ser secadas y usadas como condimento picante (Becker, Foild, & Makkar, 2001).

A pesar de que en la literatura se encuentra varias formas de consumo de la moringa, en la práctica se ha realizado productos utilizando moringa, como pan, fideo y cupcakes, y el resultado obtenido no ha sido favorable debido a un fuerte sabor o regusto que deja la moringa. Doerr, Fahey, Reed, Stephenson & Wade (2009) explican que las características de la moringa, tanto sabor como componentes nutricionales varían en gran manera dependiendo de la región en la que sea cultivada, por ejemplo, en una parte de la India las vainas tienen sabor agradable, siendo un poco picantes, y no se consume las hojas, mientras en otros lugares ocurre lo contrario. El sabor de las hojas frescas de moringa varía entre picante, un sabor parecido al rábano, y pungente, o por el contrario un sabor suave. El sabor pungente o picante de la moringa es atribuido a la conversión de glucosinolatos en isotiocianatos mediante la enzima mirosinasa durante la masticación de las hojas y vainas de la moringa (Doerr, Fahey, Reed, Stephenson, & Wade, 2009). El contenido de glucosinolatos puede ser afectado por la cocción, ya que ocurre la lixiviación de estos compuestos en el agua de cocción, provocando su pérdida y la degradación térmica significativa de indol glucosinolatos. La cocción debe ser por 40 minutos, o con vapor de agua por 10 minutos para reducir del 60 al 70% el contenido de glucosinolatos (Rincón, 2014). Según Doriya, Gopalakrishnan & Santhosh (2016), la cocción también reduce el contenido de factores antinutricionales como oxalatos y fitatos de manera significativa, y aumenta la biodisponibilidad del hierro.

## 4. CONCLUSIONES

- El contenido de macronutrientes, fibra cruda, calcio y hierro en polvo de hojas secas y polvo de semilla de moringa varió con lo reportado en la literatura debido a factores genéticos de las plantas, medio ambiente y métodos de cultivo. Sin embargo se mantuvieron dentro de un rango aceptable.
- El polvo de hojas secas y polvo de semilla presentaron alto contenido de proteína, que por bibliografía se sabe que es de buena biodisponibilidad, y por lo tanto sirve para combatir la desnutrición.
- El polvo de hojas secas tuvo más cenizas que el polvo de semilla, lo que justifica mayor contenido de hierro y calcio. El polvo de semilla de moringa presentó más grasa que el polvo de hojas.
- La literatura menciona que la moringa tiene componentes que combaten una serie de enfermedades, sin embargo para alcanzar estos efectos su consumo debería ser muy alto, y el sabor pungente o picante de la moringa característico limita esta dosis.



## 5. Bibliografía

- Abdalla, M. (2013). The potential of Moringa oleifera extract as biostimulant in enhancing the growth, biochemical and hormonal contents in roca (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) plants. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 5(3), 42-49.
- Affiku, J., & Ogbe, A. (2011). Proximate study, mineral and antinutrient composition of Moringa oleifera leaves harvested from Lafia, Nigeria: potential benefits in poultry nutrition and health. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 1(3), 296-308.
- Alfaro, N., & Martínez, W. (2008). *Uso potencial de la Moringa (Moringa oleifera Lam) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología .
- Álvarez, D. (2012). *Anemia y Hemocromatosis. Dieta controlada en hierro* . Madrid: Diaz de Santos.
- Álvarez, E., & Sánchez, G. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21(2), 61-72.
- Anwar, F., & Rashid, U. (2007). Physico-chemical characteristics of Moringa oleifera seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 39(5), 1443-1453.
- AOAC. (1984). *Official Method of Analysis* (14th ed.). Maryland: AOAC International.
- AOAC. (2012). *Official Method of Analysis* (19th ed.). Maryland: AOAC International.
- Arredondo, M., Gaitán, D., Olivares, M., & Pizarro, A. (2006). Biodisponibilidad de Hierro en Humanos. *Revista chilena de nutrición*, 33(2), 142-148.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. México D.F: Pearson Educación.
- Balasundram, N., Samman, S., & Sundram, K. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 191-203.
- Barat, G., Chawla, H., Gupta, K., & Wagle, D. (1989). Nutrient Contents and Antinutritional Factors in Conventional and Non-conventional Leafy Vegetables. *Food Chemistry*, 31, 105-116.
- Becker, K., Foild, N., & Makkar, H. (2001). The potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial uses. (M. O. Webpage, Ed.) *Dar Es Salaam*. Retrieved from Moringa Oleifera Webpage.
- Blanco, M., & Boucher, F. (1997). *La Agroindustria Rural. Marco general y Gestión Tecnológica*. Granada: IICA Biblioteca Venezuela.
- Buck Scientific. (2000). *210 VGP Atomic Absorption Spectrophotometer*. East Norwalk: Buck Scientific, Inc.
- Burlingame, B., & Monro, J. (1996). Carbohidratos y Componentes Alimentarios Relacionados: Identificadores de Infoods, Significados y Usos. *Journal of Food Composition and Analysis*, 9, 100-118.
- Cabrera, J. (2014). *Evaluación del contenido de alcaloides, flavonoides, taninos y aceites esenciales en tres estados de maduración y recolección de la Moringa (Moringa Oleifera) (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Machala: Machala.
- Carrao, M., & Mandarino, J. (1998). *Valor nutritivo da soja e potencial de utilizacao na dieta Brasileira*. Londrina, PR, Brasil: EMBRAPA-CNPOs.
- Cavada, B., Moreira, R., Oliveira, J., Silveira, S., & Vasconcelos, I. (1999). Compositional and nutritional attributes of seed from the multiple purpose tree Moringa oleifera Lamarck. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 815-820.

- Céspedes, C., & Loaiza, C. (2007). Compuestos volátiles de plantas. Origen, emisión, efectos, análisis y aplicaciones al agro. *Revista Fitotecnicamexicana*, 30(4), 327-351.
- Chaparro, D., Elizalde, A., & Porrilla, Y. (2009). Factores Antinutricionales en semillas. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1).
- Dávila, P. (2015). *Determinación de sodio, potasio, hierro, cinc y calcio en tres leguminosas: garbanzo, soya y maní, por espectrofotometría de absorción atómica de llama (tesis de pregrado)*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- de Abreu, J., Farias, D., Pinheiro, P., & Urano, A. (2008). Moringa oleifera: bioactive compounds and nutritional potential. *Revista de Nutricao*, 21(4), 431-437.
- Doerr, B., Fahey, J., Reed, S., Stephenson, K., & Wade, K. (2009). Cultivar Effect on Moringa oleifera. Glucosinolate Content and Taste: A Pilot Study. *Ecology of Food and Nutrition*, 48, 199-211.
- Doriya, K., Gopalakrishnan, L., & Santhosh, D. (2016). Moringa oleifer: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*, 5, 49-56.
- Elmadfa, I., & Meyer, A. (2015). *Tabla de Contenido en Fibra de los Alimentos*. Hispano Europea.
- Eneh, F., Ezikpe, I., Ogbunugafor, H., & Ozumba, A. (2011). Physico.chemical and Antioxidant Properties of Moringa oleifera Seed Oil. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(5), 409-414.
- Fahey, J., & Olson, M. (2011). Moringa oleifera: un árbol multisusos para las zonas tropicales secas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1071-1082.
- Fahey, J., Taladay, P., & Zalcmann, A. (2001). The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry*, 56(1), 5-51.
- FAO. (2006). *Guía de nutrición de la familia*. Roma.
- FAO. (2017, Abril 1). *Composición de los alimentos*. Retrieved from <http://www.fao.org/nutrition/composicion-alimentos/es/>
- FAO. (s.f). *Capítulo 9. Enfermedades coronarias del corazón y lipoproteínas*. Retrieved from Depósito de Documentos de la FAO. Grasas y aceites en la nutrición humana: <http://www.fao.org/docrep/V4700S/v4700s0d.htm>
- FDA. (2009). *14. Apéndice F: Cálculo del porcentaje de valor diario (VD) para los nutrientes*. Retrieved from U.S. FOOD & DRUG: <https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm247936.htm>
- Finkenzeller, M., & Nielsen, S. (2009). *Análisis de los Alimentos*. España: Acribia.
- Fundación Natura. (s.f). *L-tirosina. Terapia ortomolecular*. Retrieved from <http://www.naturafoundation.es/monografie/L-Tirosina.html>
- Gaitan, E. (1990). Goitrogens in Food and Water. *Annu Rev Nutr*, 10, 21-39.
- Garg, R., Kumar, S., Pal, G., & Sudeep, B. (2012). Anti-inflammatory evaluation of leaf extract of Moringa oleifera. *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation*, 1(1), 22-24.
- Greenfield, H., & Southgate, D. (2003). *Datos de composición de alimentos: obtención, gestión y utilización*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Guzmán, S., Hernández, L., & Zamarripa, A. (2015). Nutraceutical and nutritional quality of moringa leaf from trees of different height. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(2), 317-330.
- Haq, I., Mahmood, K., & Mugal, T. (2010). Moringa oleifera: A natural gift-A review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2(11), 775-781.

- Hugo, A., Masika, P., Moyo, B., & Muchenje, V. (2011). Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10(60), 12925-12933.
- ISO. (1978). *Determinación de agua. Método Karl Fischer (Método general)*.
- Koziol, M. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 2, 35-68.
- Kozuka, M., Fujiwara, Y., Guevara, A., Hashimoto, K., Ito, Y., Kozuka, M., . . . Vargas, C. (1999). An antitumor promoter from Moringa oleifera Lam. *Mutation Research* 440, 181-188.
- Liñán, T. (2010). Moringa oleifera el árbol de la nutrición. *Ciencia y Salud Virtual*, 2(1), 130-138. doi:10.22519/21455333.70
- López, G., Martínez, C., Periago, M., & Ros, G. (1999). Biodisponibilidad del hierro de los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 49(2).
- Mahmood, T., Mugal, T., & Ul, I. (2010). Moringa oleifera: a natural gift-A review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2(11), 775-781.
- Moringa Pura. (2015). *Beneficios de la Moringa para la Salud*. Retrieved from Orgánicos Tierra Pura: <http://www.moringapura.com/moringa-organica/beneficios-de-la-moringa-en-la-salud-humana/>
- NMX. (1978). *Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff determination of ashes. Normas mexicanas. Dirección general de normas.* .
- Nutrición, I. N. (1965). *Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos*. Quito: Universidad Técnica de Ambato.
- Propiedadesde.net. (2015, Abril 18). *Propiedades de la moringa*. Retrieved from Propiedadesde: <http://propiedadesde.net/propiedades-de-la-moringa/>
- Prozis. (2015). *Dosis y Momento Perfecto para Tomar mis Suplementos*. Retrieved from <https://www.prozis.com/blog/es/dosis-momento-tomar-suplementos/>
- Radek, M., & Savage, G. (2008). Oxalates in some Indian green leafy vegetables. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59, 246-260.
- Rincón, A. (2014). Biosíntesis de los Glucosinolatos e Importancia Nutricional Humana y Funciones de Protección a las Plantas. *Revista Alimentos Hoy*, 22(31), 64-80.
- Rodak, B. (2004). *Hematología: fundamentos y aplicaciones clínicas* (2da ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana S.A.
- Rosero, M. (2015). *Plan de negocios para la comercialización de Moringa oleifera en el mercado canadiense (tesis de pregrado)*. Universidad Tecnológica Equinoccial: Quito.
- Rubio, S. (2009). *Flavonoides con Actividad Antitumoral: Identificación y Estudio del Mecanismo de Acción (Tesis doctoral)*. Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria.
- Russo, R., & Sánchez, M. (2006). Los flavonoides en la terapia cardiovascular. *Revista Costarricense de Cardiología*, 8(1), 13-18.
- Salas, J., Sabaté, J., & Ros, E. (2005). *Frutos Secos, Salud y Culturas Mediterráneas*. Barcelona: Editorial Glosa.
- Souccar, T. (2001). *La revolución de la vitaminas. 365 tratamientos naturales para prescindir de los medicamentos* (2nd ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Spliker, F. (2011). *Moringa Oleifera*. Bann: DCM Verlag.
- Traoré, A., Savadogo, A., Zongo, U., & Zoungrana, U. (2013). Nutritional and Clinical Rehabilitation of Severly Malnourished Children with Moringa oleifera Lam. Leaf Powder in Ouagadougou (Burkia Faso). *Scientific Research*, 4, 991-997.

- Valdés, F. (2006). Revisión Vitamina C. *Actas Dermosifiliogr*, 97(9), 557-568.
- Velasco, C. (2006). *Enfermedades digestivas en niños* (2da ed.). Cali: Universidad del Valle. Programa Editorial.
- Viru, A., & Viru, M. (2001). *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Webb, G. (2007). *Complementos Nutricionales y Alimentos Funcionales*. Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S.A.

## ANEXOS

### *Anexo A. Datos para cuantificación de humedad*

Polvo de hoja seca	Peso crisol vacío (g)	Peso muestra (g)	Peso después estufa (g)	Sustancia Seca (g)	% Humedad
1	27.2001	1.9956	29.0795	94.1772	5.8228
2	27.4454	2.0027	29.3311	94.1579	5.8421
3	18.7075	2.0101	20.5979	94.0451	5.9549
<b>Polvo de semilla</b>					<b>5.8733</b>
1	18.7691	1.0316	19.7385	93.97	6.0295
2	28.0415	1.0078	28.99	94.11589601	5.8841
3	16.9668	1.0241	17.9316	94.20954985	5.7905
					<b>5.9013</b>

### *Anexo B. Datos para cuantificación de cenizas*

Polvo hojas secas	Peso crisol vacío (g)	Peso muestra (g)	Peso después estufa	%cenizas
1	27.1996	0.9849	27.2921	9.3918
2	18.7082	1.0146	18.7932	8.3777
3	17.7819	1.0026	17.8747	9.2559
<b>Polvo de semilla</b>				<b>9.0085</b>
1	27.4473	1.0916	27.4869	3.6277
2	27.2111	1.0034	27.2374	2.6211
3	17.0413	1.1957	17.0851	3.6631
				<b>3.3040</b>

*Anexo C. Datos para cuantificación de proteína*

<b>Polvo de hojas secas</b>						
<b>Peso muestra (g)</b>	<b>P. Muestra mg</b>	<b>HCl titulación (ml)</b>	<b>(N)</b>	<b>% Nitrógeno</b>	<b>Factor</b>	<b>% Proteína</b>
<b>0.5070</b>	507	10.5	0.16	4.639053254	6.25	28.9941
<b>0.5066</b>	506.6	10.7	0.16	4.731148835	6.25	29.5697
<b>0.5069</b>	506.9	10.8	0.16	4.772538962	6.25	29.8284
<b>Polvo de semilla</b>						<b>29.4640</b>
<b>0.5023</b>	502.3	17.2	0.16	7.670316544	6.25	47.9395
<b>0.5053</b>	505.3	17.5	0.16	7.757767663	6.25	48.4860
<b>0.5088</b>	508.8	17.6	0.16	7.748427673	6.25	48.4277
						<b>48.2844</b>

*Anexo D. Datos para cuantificación de grasa*

<b>Polvo de Hojas Secas</b>	<b>Peso vaso vacío (g)</b>	<b>Peso muestra (g)</b>	<b>Peso final vaso (g)</b>	<b>% Grasa</b>
<b>1</b>	75.2551	1.782	75.3554	5.6285
<b>2</b>	72.6923	2.0632	72.7798	4.2410
<b>3</b>	73.2865	1.7188	73.3664	4.6486
<b>Polvo de Semilla</b>				<b>4.8394</b>
<b>1</b>	73.3000	2.0345	73.6494	17.1738
<b>2</b>	74.6953	2.0356	75.0505	17.4494
<b>3</b>	75.1549	2.0372	75.5154	17.6959
				<b>17.4397</b>

*Anexo E. Datos para cuantificación fibra cruda*

	<b>Peso muestra (g)</b>	<b>crisol+papel (g)</b>	<b>Peso final (g)</b>	<b>% Fibra</b>
<b>Polvo de semilla</b>	2.0039	28.1294	28.3345	10.2350
<b>Polvo Hojas secas</b>	2.0148	29.0442	29.1802	6.7501

*Anexo F. Datos para cuantificación carbohidratos totales*

	<b>Humedad (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>CHO Totales (%)</b>
<b>Polvo de Hojas Secas</b>	5.873	9.008	29.417	4.839	50.863
<b>Polvo de semilla</b>	5.901	4.089	48.207	17.438	24.365

*Anexo G. Datos cuantificación de hierro*

1. Curva de calibración

<b>Concentración ppm</b>	<b>Absorbancia nm</b>
<b>5</b>	0.03676
<b>4</b>	0.029233
<b>2.5</b>	0.019232
<b>1</b>	0.00751
<b>0.05</b>	0.000543
<b>0</b>	0

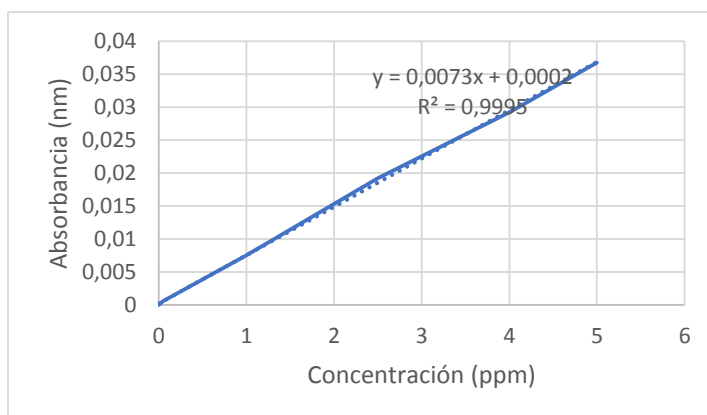


Gráfico 1. Curva de calibración para hierro

## 2. Lectura en el espectrofotómetro

S1, S2 y S3 pertenecen a las muestras del polvo de semilla; H1, H2 y H3 pertenecen a las muestras del polvo de hojas secas.

Muestra	Absorbancia (nm)		
<b>S1</b>	0.02468	0.02506	0.02732
<b>S2</b>	0.02203	0.02178	0.02326
<b>S3</b>	0.01837	0.02251	0.02247
<b>H1</b>	0.02656	0.03091	0.02843
<b>H2</b>	0.02609	0.02502	0.02383
<b>H3</b>	0.02812	0.03171	0.03074

## 3. Cálculo de la concentración en mg/L a partir de la ecuación de la curva del Gráfico 1.

Muestra	Concentración [mg/L]		
<b>S1</b>	3.353424658	3.405479452	3.715068493
<b>S2</b>	2.990410959	2.956164384	3.15890411
<b>S3</b>	2.489041096	3.056164384	3.050684932
<b>H1</b>	3.610958904	4.206849315	3.867123288
<b>H2</b>	3.546575342	3.4	3.236986301
<b>H3</b>	3.824657534	4.316438356	4.183561644

## 4. Cálculo mg Fe/100 g muestra

Se utilizó la fórmula:

$$C = \frac{R \times FD \times V \times 100}{M \times 1000}$$

Se midió la concentración de la solución madre, por lo tanto el factor de dilución FD fue 1.

	R (mg/L)	FD	Peso muestra (g)	mg Hierro	Peso muestra (mg)	mg Fe/ 100 g muestra
<b>S1</b>	3.491324201	1	1.0059	87.28310502	10.059	8.677115521
<b>S2</b>	3.035159817	1	1.0015	75.87899543	10.015	7.576534741
<b>S3</b>	2.865296804	1	1.0026	71.63242009	10.026	7.144665878
						<b>8.126825131</b>
<b>H1</b>	3.894977169	1	1.0032	97.37442922	10.032	9.706382498
<b>H2</b>	3.394520548	1	1.0037	84.8630137	10.037	8.455017804
<b>H3</b>	4.108219178	1	1.0071	102.7054795	10.071	10.19814114
						<b>9.080700151</b>



Anexo H. Datos cuantificación de calcio

1. Curva de calibración

Concentración ppm	Absorbancia (nm)
5	0.131071
2.5	0.064446
2	0.049478
1	0.027691
0.05	0.004781
0	0

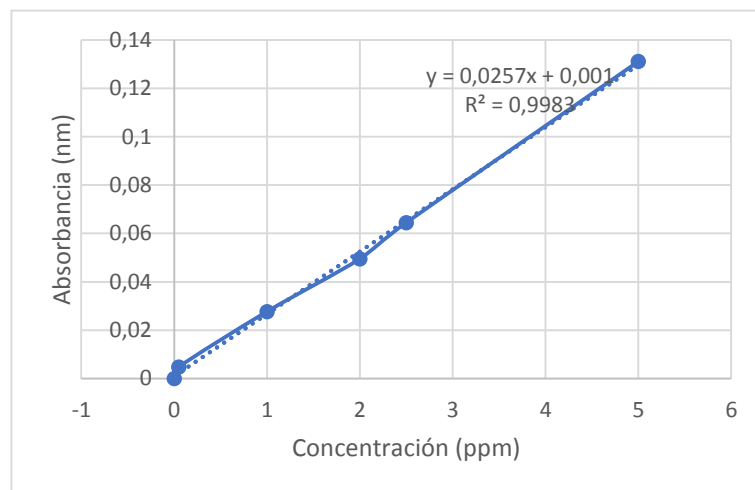


Gráfico 2. Curva de calibración para calcio

2. Lectura en el espectrofotómetro

S1, S2 y S3 pertenecen a las muestras del polvo de semilla; H1, H2 y H3 pertenecen a las muestras del polvo de hojas secas.

Muestra	Absorbancia (nm)		
S1	0.01304	0.01138	0.01382
S2	0.0105	0.01407	0.01246
S3	0.01406	0.01291	0.01167
H1	0.15272	0.15325	0.15244
H2	0.04079	0.04103	0.04131
H3	0.1417	0.13723	0.14185

3. Cálculo de la concentración en mg/L a partir de la ecuación de la curva del Gráfico 2.

Muestra	Concentración [mg/L]		
S1	0.46848249	0.403891051	0.498832685
S2	0.369649805	0.508560311	0.445914397
S3	0.508171206	0.463424125	0.415175097
H1	5.903501946	5.924124514	5.892607004
H2	1.548249027	1.557587549	1.56848249
H3	5.474708171	5.30077821	5.480544747

