



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultade de Ciencias

Departamento de Bioloxía animal, Bioloxía Vexetal e Ecoloxía

Área de Fisioloxía Vexetal

Traballo fin de grao Modalidade: Revisión bibliográfica *Moringa oleífera* Lam.

Trabajo fin de grado Modalidad: Revisión bibliográfica *Moringa oleífera* Lam.

End-of-grade work Modality: Bibliographic review *Moringa oleifera* Lam.

Olalla Míguez Noya

Traballo de fin de grao

Fecha de defensa: 19 de setembro de 2017

Dirixido pola Dra. María de los Ángeles Bernal Pita Veiga

Índice

1- Introducción.....	1
2- Obxectivos.....	2
3- Orixe, descrición botánica e distribución.....	2
4- Fitoquímica.....	5
5- Desnutrición.....	8
6- Usos medicinais.....	11
6.1- Coadministración	14
7- Usos agrícolas.....	15
8- Purificación das augas.....	16
9- Conclusión e perspectiva futura.....	18
10-Bibliografía.....	20

Índice de figuras

Figura 1: Distribución de <i>Moringa</i>	2
Figura 2: Distintas partes da árbore <i>Moringa</i>	3
Figura 3: a) xerminación; b) emerxencia; sementeira por transplante: c) bolsas con plantas e d) plantación; sementeira directa: e) emerxencia e f) desenvolvemento.....	4
Figura 4: Sementeira por estacas.....	4
Figura 5: Porcentaxe do aporte nutricional.....	8
Figura 6: Comparación do contido nutritivo entre <i>Moringa</i> e produtos comúns.	9
Figura 7: Zonas onde crece <i>Moringa</i> e zonas onde maior son os problemas de desnutrición.....	9
Figura 8: Mecanismo de coagulación	16

Índice de táboas

Táboa 1: Composición da folla de <i>Moringa</i>	7
Táboa 2: Comparación da composición de graxas entre o aceite de oliva e de <i>Moringa</i>	10
Táboa 3: Tipos de ensaios para determinar a capacidade antioxidante	12
Táboa 4: Concentración de MDA e enzimas antioxidantes en ratas control e ratas diabéticas tratadas con <i>Moringa</i> para determinar como afecta o estrés oxidativo.....	13

Resumo

Moringa oleífera considérase unha árbore multiusos pola súa versatilidade tanto na agricultura, medicina como na industria. É unha planta orixinaria da India e África, aínda que actualmente encontrase distribuído por moitas outras partes do mundo como América do Sur e do Norte, Filipinas, Camboya, Pakistan, etc. É unha arbore típica dos trópicos e subtrópicos.

Case todas as partes da planta *M. oleífera* presentan algunha utilidade, en especial, as follas e as sementes. As follas presentan un alto valor nutricional que podería satisfacer as necesidades nutritivas nos países menos desenvolvidos, que xustamente son as áreas onde mellor crece esta planta. Dentro do ámbito da medicina, pódese utilizar para combater unha gran variedade de enfermidades: diabetes, cancro, inflamación, etc. e destacando sobre todo pola súa capacidade antioxidante na eliminación de radicais libres. Estas follas poden cualificarse como unha moi boa fonte de fitoquímicos os cales se lle atribúen todas estas propiedades (antioxidantes, antidiabéticas, etc.). Por outra banda, as sementes presentan actividade coagulante no tratamento de augas tanto para contaminantes como metais en suspensións, incluso contra bacterias patóxenas que están presentes na auga. Ao igual que as follas, as sementes teñen importancia nutricional, pódense comer, tal cal, a modo de guisante como pode ser prensada para a produción de aceite, o cal se considera de boa calidade ao comparalo co aceite de oliva..

Palabras clave: *Moringa oleífera*, fitoquímicos, desnutrición, aceite, diabetes, colesterol, antioxidante, purificación, agricultura.

Abstrac

Moringa oleífera is considered a multipurpose tree because of its versatility in agriculture, medicine and industry. It is an original plant from India and Africa, although it is currently distributed throughout many parts of the world such as South and North America, the Philippines, Cambodia, Pakistan, etc. It is a typical tree of the tropics and subtropics.

Almost all parts of the *M. oleífera* plant have some utility, especially leaves and seeds. The leaves present a high nutritional value that could meet the nutritional needs in the less developed countries, which are precisely the areas where this plant is best grown. Within the field of medicine, it can be used to combat a wide variety of diseases: diabetes, cancer, inflammation, etc. especially for its antioxidant capacity in the elimination of free radicals. These leaves can be classified as a very good source of phytochemicals, which are attributed all these properties (antioxidants, antidiabetic, etc.). On the other hand, the seeds exhibit coagulant activity in the treatment of water for contaminants as well as suspended metals, even against pesticide bacteria that are present in the water. Like the leaves, the seeds have a nutritional importance, they can be eaten, as in the form of peas as can be pressed for the production of oil, which is considered good quality when compared to olive oil. The fatty acids of these seeds also make it useful for producing biodiesel that would be a form of renewable and environmentally friendly fuel.

Keywords: *Moringa oleífera*, phytochemistry, malnutrition, oil, diabetes, cholesterol, antioxidant, purification, agriculture.

1- Introducción

Moringa oleífera Lam. é unha árbore coñecida baixo moitos pseudónimos: árbore milagrosa ou árbore da vida "the drumstick tree" porque moitos pensan que podería ser unha opción para erradicar a fame nos países menos desenvolto, ademais das súas numerosas utilidades na medicina tradicional, árbore multiusos polas numerosas aplicacións que presenta esta planta en diferentes ámbitos, árbore de rábano picante o rábano comestible presenta un sabor picante e árbore palillo entre outros moitos nomes.

M. oleífera presenta unha ampla distribución polos diferentes continentes. Sendo orixinaria de Asia (India) e de África, actualmente, tamén se atopa en América do Sur e do Norte. Pódese dicir que *M. oleífera* é típica dos trópicos e subtropicos, motivo polo cal, pode tolerar unha ampla gama de precipitacións, ao igual que é resistente as sequías, é dicir, a árbore *M. oleífera* ten unha gran plasticidade ecolóxica, pois e capaz de adaptarse as máis diversas condicións edafoclimáticas (Pérez et al., 2010).

Moringa oleífera é un produto importante na alimentación dos trópicos, nos países pouco desenvolvidos. Practicamente, todas as partes da árbore son comestibles con un alto contido nutricional, en especial, as follas. Estas soen ser fontes ricas en vitaminas, proteínas, minerais, ademais dunha gran cantidade de fitoquímicos aos cales se lle atribúen numerosas propiedades medicinais.

As distintas partes da planta *M. oleífera* poden ser usadas para distintos fins en diferentes sectores, por exemplo, as follas utilízanse desde a antigüidade na medicina tradicional, as sementes na produción de aceite e purificación da auga, etc.

As raíces, froitos, flores, sementes e sobre todo as follas da planta foron utilizados algunha vez para tratar distintas doenzas na medicina indíxena en moitas áreas do mundo. Na actualidade, pénsase que esta planta pode ir máis alá, podendo ser un bo aliado para combater enfermidades como a diabetes, enfermidades cardiovasculares producidas polo colesterol, eliminar radicais libres que producen o envellecemento prematuro entre outras moitas. Hoxe en día, existen investigacións que demostran a súa posible utilización para tratar estes e moitos outros tipos de enfermidades. Destacando a acción dos fitoquímicos, producidos pola planta *Moringa*, que se creen que son os responsables para erradicar estas e outras moitas enfermidades, sendo esaxeradamente beneficiosos para a saúde. Habtemariam (2016) menciona que a simplicidade química das follas de *M. oleífera* é sorprendente.

As sementes mostran unha gran actividade na purificación da auga cruda, ademais dunha acción antibacteriana, o cal implica potencial de desinfección de augas e lodos. Conteñen polipéptidos e proteínas recombinantes que se poden utilizar como coagulantes no tratamento de augas. As sementes tamén poden ser consumidas de diferentes formas, pero xeralmente son prensadas para a produción de aceite, coñecido como "aceite de Ben". Considérase un aceite con elevada calidade polo seu alto contido en ácidos graxos monoinsaturados, principalmente ácido oleico, os cales levantan un gran

interese na actualidade polo seu potencial contra enfermidades cardiovasculares.

Estase investigando o uso de *Moringa oleífera* na agricultura, presentándose como un gran enriquecedor dos solos, o denominado abono verde. E dentro desta área, estase a determinar o seu efecto como hormona vexetal para o crecemento e o rendemento doutras plantas como posible suplemento ou substituto de fertilizantes químicos ou inorgánicos.

2- Obxectivos

O principal obxectivo que se queren plantexar con esta revisión é mostrar os diversos estudos que existen sobre *Moringa oleífera* en canto a funcionalidade, importancia e aplicación en distintos sectores como poden ser a agricultura, medicina ou industria. Así como, plantexar o uso de *Moringa oleífera* como un punto clave para garantir a posible redución dos casos de mortalidade por desnutrición en países pouco desenvolto.

3- Orixe, descrición botánica e distribución

Moringa oleífera Lam. é unha árbore da familia Moringaceae orixinaria de Asia e noroeste e suroeste de África. É unha especie nativa de sub-Himalaya, nas montañas do Norte da India (Saini et al., 2016). Actualmente, pódese encontrar en diferentes continentes, dende Asia ata América, en todas aquelas rexións que presenten un clima tropical e subtropical. Principalmente podemos atopalo en Filipinas, Camboya, Centro, Norte e Sur de América, Madagascar, Arabia e as Islas do Caribe (Bukar et al., 2010) (Figura 1).



Figura 1: Distribución de *Moringa* (tomada de Saini et al., 2016).

Esta especie é unha árbore dicotiledónea perenne de folla caduca, pero pouco lonxevo podendo vivir ata 20 anos, incluso hai especies distribuídas pola India que son anuais. Unha árbore de rápido crecemento podendo alcanzar unha altura máxima de 12 metros e un diámetro de 20-60 centímetros. Presenta un tronco moi fráxil cunha casca de cor grisácea. Este tallo é recto e curto alcanzando unha altura de 1,5-2 metros (máximo 3 metros en casos excepcionais) antes de que comece a ramificación. Ramas caídas crecendo de forma desorganizada cun dosel en forma de paraugas. Follas verde pálido alternas (30-60cm de largo) tripinnada, aínda que tamén poden ser bipinnada, pecíolo longo con dous pares de folíolos opostos, elípticos u ovales (Bashir et al., 2016; Saini et al., 2016). As flores (2,5 centímetros de ancho) son

agradablemente aromatizantes, zigomorfas bisexuais, agrupadas en grandes panículas axilares con 5 pétalos brancos ou cor crema desiguais e rodeando 5 escambres amarelos con anteras e sen estaminodios, os sépalos de cor verde pálido son lineais e lanceolados (Bashir et al., 2016; Leone et al., 2015). O froito capsular son 3 vainas lobuladas que colgan baixo as ramas (20-60 centímetros de lonxitude e 1-2 centímetros de ancho). Os froitos maduran tres meses despois da floración (Leone et al., 2015) cun número reducido de froitos durante os dous primeiros anos, pero van incrementando os rendementos así pasen os anos (Bashir et al., 2016). As vainas sécanse ao madurar e divídense en 3 porcións lonxitudinais. Cada vaina presenta entre 12-35 sementes aladas redondeadas con un cascarón de cor marrón escuro semipermeable a semente e con 3 alas branquecinas. Cada árbore pode producir entre 15000 e 25000 sementes ao ano e o peso medio de cada semente é de 150 gramos (Bashir et al., 2016). Na figura 2 pódense observar distintas partes da árbore *Moringa*.



Figura 2: Distintas partes da árbore *Moringa oleifera* (tomada de Saini et al., 2016).

O desenvolvemento de *Moringa oleifera* pódese producir mediante dúas técnicas: sementeira (sexual) ou corte (asexual por estacas) (Leone et al., 2015).

A sementeira das sementes (Figura 3) lévase a cabo manualmente, cunha previa selección das sementes cando están facilmente dispoñíbeis e o traballo humano é limitado, a unha profundidade de 2 centímetros xerminando ao cabo de dúas semanas (10 días aproximadamente). Cando a sementeira esta prevista para ser en viveiro as plántulas poden ser transplantadas cando alcanzan uns 30 centímetros (3-6 semanas despois da xerminación). Esta posibilidade de transplantar permite flexibilidade na sementeira de campo aínda que requira de man de obra e custos. Se as sementes permanecen nunhas condicións ideais de almacenamento (3°C, 5-8% de humidade) a taxa de xerminación pode ser do 80-90%, mentres que a viabilidade diminúe si se manteñen a temperatura ambiente e cunha humidade relativa alta. Pasados uns 3 meses a súa taxa de xerminación cae o 7'5% (Leone et al., 2015).

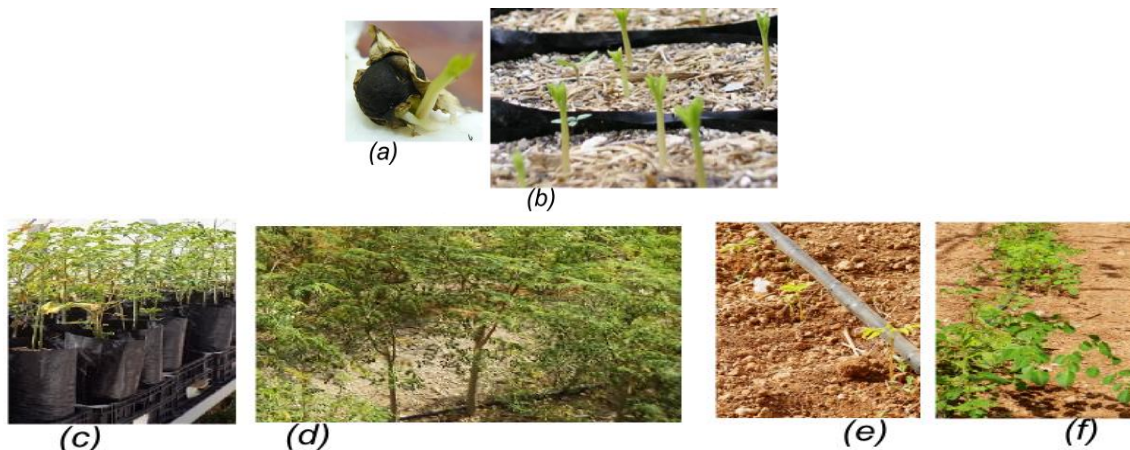


Figura 3: a) xerminación; b) emerxencia; sementeira por transplante: c) bolsas con plantas e d) plantación; sementeira directa: e) emerxencia e f) desenvolvemento (tomada: <https://www.google.es>).

Moringa Oleífera pódese propagar de forma asexual a través de estacas (0,2-1 metro) (Figura 4), método de corte polo que se recomenda o espazamento entre árbores (1,2-5 metros entre filas) para o máximo rendemento das vainas. O corte é preferible en caso de que haxa un número escaso de sementes e/ou cando a man de obra non é un factor limitante (Saini et al., 2016).



Figura 4: Sementeira por estacas (tomada: <https://www.google.es>).

Esta árbore é claramente unha planta de zona tropical que crece a baixa altitude prosperando mellor por debaixo dos 600 metros (Olson & Alvaro-Cárdenas, 2016). En canto a temperatura, *Moringa* require de temperaturas altas cun rango entre 25-35°C, aínda que pode tolerar excesos de ata 48°C, incluso xeadas en inverno (Saini et al., 2016). Outro factor que interfire na súa distribución son as precipitacións, isto supón un problema en moitas partes do trópico debido o exceso de auga xa que *Moringa* crece mellor con precipitacións por debaixo de 900mm de choiva o ano, concentrándose en dúas épocas do ano en lugar de distribuírse durante todo o ano (Olson & Alvaro-Cárdenas, 2016) pero observouse que tamén é resistente as sequías. Por último *Moringa* pode crecer nunha gran variedade de solos (ácidos ou alcalinos cun pH que varia de 5-9) (Saini et al., 2016) aínda que requiren dunha aireación adecuada e cun alto contido de nutrientes, por isto mesmo, os solos volcánicos considéranse ideais para esta planta (Olson & Alvaro-Cárdenas, 2016).

4- Fitoquímica

Fahey (2005) define fitoquímico como os produtos químicos producidos por unha planta. Sen embargo, a palabra refírese só os produtos químicos que poden ter un impacto na saúde humana, no sabor, na textura, no olor ou na cor das plantas, pero non son requiridos polos seres humanos como nutrientes esenciais. Bukar et al. (2010) informou que os fitoquímicos prodúcense en resposta a situacións de estrés, existindo variacións na produción destes fitoquímicos dependendo do tipo da duración do estrés, ademais de mencionar que as plantas en diversidade de hábitats presentan unha gran magnitude de variación en concentración e composición de compostos fitoquímicos nas diferentes partes de dita planta.

O exame dos fitoquímicos das especies de *Moringa* ofrece a oportunidade de examinar una serie de compostos únicos (Fahey, 2005). Se ben, no noso traballo centrarémonos nos compostos bioactivos que foron recoñecidos nas follas, xa que será a parte da árbore que máis se mencionará polas súas diferentes utilidades na medicina, agricultura, etc. As follas de *Moringa* a parte de fitoquímicos presenta vitaminas, minerais esenciais e proteínas (Táboa 1).

Nas follas atoparemos distintas vitaminas, carotenoides, polifenoles, ácidos fenólicos, flavonoides, alcaloides, glucosinolatos, isotiacianatos, saponinas, oxalatos e fitatos. Como azucre predominante encontraremos a ramnosa (Leone et al., 2015).

Leone et al. (2015) informou que follas frescas de *Moringa* contén vitamina A, que desempeña un papel fundamental en moitos procesos fisiolóxicos como a visión, a reprodución, o crecemento e o desenvolvemento do embrión, competencia inmune, etc. A vitamina A considérase un dos causantes da mortalidade infantil e materna en moitos países en vía de desenvolvemento debido a súa deficiencia. As follas frescas son unha boa fonte de carotenoides con acción de pro-vitamina A como o β -caroteno, pero en concreto este está máis concentrado en follas secas. Outra vitamina interesante é a vitamina C que intervéñ na síntese e no metabolismo de moitos compostos como a tirosina ou catecolamina, reduce os niveis de colesterol en sangue debido a súa conversión en ácidos biliares entre outros moitos procesos. A vitamina E, en particular α -tocoferol, é un importante antioxidante liposoluble, podendo participar noutras actividades como a expresión xénica, etc. Dentro do grupo de vitaminas B aparecen: tiamina, riboflavina e niacina que actúan principalmente como cofactores de moitas enzimas implicadas no metabolismo de nutrientes e produción de enerxía.

En canto os polifenoles os principais compostos nas follas de *Moringa oleífera* son os flavonoides e os ácidos fenólicos. Estudos epidemiolóxicos demostraron que unha dieta alta en flavonoides ten efectos protectores contra moitas enfermidades infecciosas (bacterias e víricas) xa que son sintetizados en resposta a infeccións microbianas, ademais de bos protectores contra enfermidades dexenerativas, cardiovasculares, cancro e outras enfermidades relacionadas coa idade. Myricetina, quercetina, kaempferol e malonatos de glucósido son os tipos principais de flavonoides atopados nunha concentración máis altas nas follas de *Moringa*. Os ácidos fenólicos son un subgrupo de

polifenoles derivados do ácido hidroxibenzoico e o ácido hidroxicinámico presentes naturalmente nas plantas, podemos destacar nestas follas o ácido gálico e o ácido cafeico. Estes compostos son de gran interese debido principalmente o seu efecto antioxidante, pero debido tamén o efecto antiinflamatorio, propiedades antimutaxénicas e anticancerixenas (Coppin et al., 2013; Fitriana et al., 2016; Govardhan Sing et al., 2013). *Moringa oleífera* é unha fonte apreciable de taninos que son compostos fenólicos solúbeis en auga que se unen e precipitan alcaloides, xelatina e outras proteínas. Como propiedades biolóxicas presenta: anticancerixena, antiinflamatorio, antibacteriano, actividade de replicación anti-VIH, entre outras.

Outro tipo de compostos químicos son os alcaloides que se caracterízanse polo seu contido en átomos de nitróxeno. Este nitróxeno pode aparecer nas diferentes formas de amina. Son de importancia farmacolóxica sendo útil na terapia para o asma. Certos tipos de alcaloide como N, α -L-ramnopiranosil vincosamida, 4- (α -L-ramnopiranosiloxi), fenilacetónitrilo (niazirina), Pirrolarimina 4'' - O - \ α - L - ramnopiranósido, 4' - hidroxifeniletanamida - \ α - L - ramnopiranósido (Marumósido A) e o su derivado 3-O- β -D-glucopiranosilo (marumósido B) e metil 4- (α -L-ramnopiranosiloxi) -bencilcarbamato, foron illados de follas de *Moringa oleífera* (Saini et al., 2016; Leone et al., 2015; Martín et al., 2013).

Os glucosinolatos son un tipo de metabólitos secundarios nas plantas sintetizados a partir de aminoácidos. O glucosinato predominante nas follas de *Moringa* é o 4-O- (α -L-ramnopiranosiloxi) -bencil glucosinato. Estes glucosinolatos poden ser hidrolizados pola mirosinasa para dar D-glucosa ou diversas degradacións para dar isotiocianatos, presentes tamén nestas follas. Tanto glucosinolatos como isotiocianatos exercen un papel fundamental na prevención de enfermidades (Saini et al., 2016; Leone et al., 2015).

As saponinas derivadas dos isoprenoides son estudadas pola súa propiedades anticancerixinas, mentres que os oxalatos e fitatos, ao igual que os taninos (inhibidor da tripsina) e anteriormente mencionados, son compostos que se encontran en altas concentracións en *Moringa* e que se consideran antinutricionais debido a que se unen a minerais que inhiben a absorción intestinal (Leone et al., 2015; Teixeira et al., 2014).

Saini et al. (2016) menciona que as follas de *Moringa oleífera* establécense como unha fonte rica en Omega-3, Omega-6, ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) en forma de ácido α -linolénico e ácido linoléico, mentres que o ácido palmítico presentase como o principal ácido graxo saturado. En contraste, as sementes (que se mencionaran debido a súa produción de aceite) rexistran un alto contido de ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs) e un baixo contido de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs), o principal ácido graxo é o ácido oleico, ademais dun alto contido de proteínas, carbohidratos, fibra, etc. Os aceites ricos en ácidos graxos monoinsaturados están recibindo unha gran atención na industria alimentaria por ter propiedades saudables e unha mellor estabilidade oxidativa.

Moringa oleífera é unha excelente fonte de minerais (alto contido de calcio, potasio, selenio) e proteínas, contén todos os aminoácidos esenciais e non esenciais (Bashir et al., 2016 ; Saini et al., 2016).

Táboa 1: Composición da folla de *Moringa*.

Proteínas: contén todos os aminoácidos esenciais e non esenciais para o organismo	Determinan a forma e a estrutura das células
Fibra dietética	Mellora a función intestinal
Grasas: omega 3, omega 6 e grasas poliinsaturadas	Disminúe o risco de padecer enfermidades cardiovasculares
Minerales: calcio, fósforo, cobre, potasio, ferro, magnesio, zinc.	Son necesarios para o noso organismo. Por exemplo, necesitamos calcio para o crecemento dos osos. Ferro que forma parte da hemoglobina para transportar osíxeno na sangue, etc.
Fitoquímicos: polifenoles, alcaloides, glucosinolatos, taninos, saponinas, fitatos e oxalatos.	Teñen propiedades hipoglucémicas, antioxidante, anticanceríxena, antiinflamatoria, antibacteriana, etc.

VITAMINAS

A	A súa deficiencia considérase responsable, en boa medida, da mortalidade infantil e materna; presenta beneficios para a visión entre outras moitas propiedades.
B: B1 (Tianina), B2 (Riboflavina), B3 (Niacina)	Actúan principalmente como cofactores de moitas enzimas implicadas no metabolismo de nutrientes e produción de enerxía.
C	Intervén na síntese e o metabolismo de moitos compostos; Reduce os niveis de colesterol pola súa conversión en ácidos biliares; Antioxidante.
E	Actúa principalmente como antioxidante liposolúbel.

5- Desnutrición

A meta do desenvolvemento no primeiro milenio é “erradicar a pobreza extrema e a fame” ao igual que o indicador nutricional de Kenia é “reducir a metade a mortalidade de nenos menores de 5 anos de idade” (Kunyanga et al., 2013). Habtemariam (2016) propón que *Moringa oleífera* podería cambiar a vida de millóns de persoas en Etiopía e incluso ir máis ala.

A malnutrición, en termos xerais, refírese a cando as reservas nutricionais e a inxesta de nutrientes son insuficientes para satisfacer as necesidades diarias e o estrés metabólico, tendo en conta, que non só quere dicir falta de alimento, senón que tamén está asociado cunha pobre diversificación da dieta (insuficiencia ou excesiva inxesta dun ou máis nutrientes) (Kunyanga et al., 2013).

En Kenia, a desnutrición explica o 38% de todas as mortes en nenos menores de 5 anos. A incidencia de malnutrición de micronutrientes explica a necesidade de incluír alimentos indíxenas non utilizados para superar trastornos alimenticios (Kunyanga et al., 2013).

Bashir et al. (2016) informou que a proporción de 8g de po de folla seca de *M.oleífera* satisfaría a un neno menor de 13 anos de idade co 14% de proteína, 40% de calcio, o 23% de ferro e case toda a vitamina A que un neno necesita para un día. Tamén, 100g de follas podería proporcionar as mulleres máis dun terzo da súa necesidade diaria de calcio así como de ferro (por iso son prescritas para a anemia), proteína, cobre, azufre e vitamina B (Figura 5).

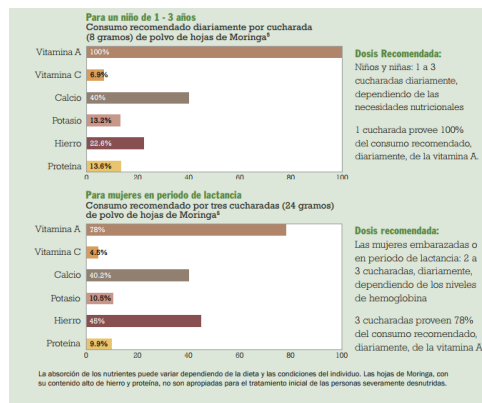


Figura 5: Porcentaxe do aporte nutricional (tomada:

http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/English%20moringa_book_view.pdf).

Segundo a organización Tress for Life unha folla fresca de *Moringa* contén 4 veces máis vitamina A que as cenorias, 4 veces máis calcio que o leite, máis ferro que as espinacas, 7 veces máis vitamina C que as laranxas e 3 veces máis potasio que os plátanos, ademais que a calidade da proteína deixa rivais o leite e os ovos como podemos observar na figura 6. Estas diferenzas aumentan aínda máis en comparación coas follas secas, contendo ata 10 veces máis vitamina A que as cenorias e así consecutivamente cos demais produtos.

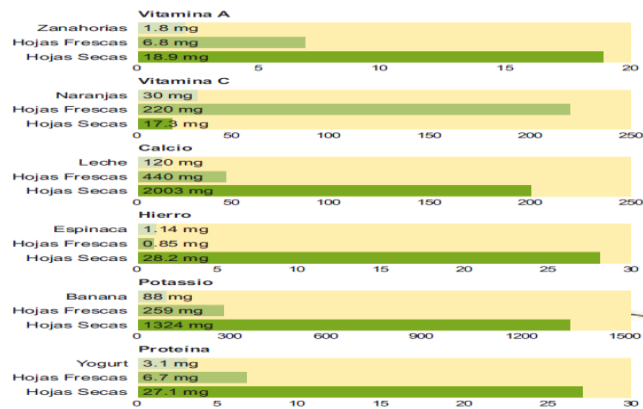


Figura 6: Comparación do contido nutritivo entre Moringa e produtos comúns (tomada: <https://es.scribd.com/document/347760544/Moringa-Oleifera-paraguay-pdf>).

Cabe destacar que nas zonas onde se localiza a *M. oleífera* coincide coas áreas onde a desnutrición afecta especialmente, é dicir, *M. oleífera* crece en zonas onde a xente máis o necesita (Figura 7). Tal e como di Andrew Young, ex-Alcalde de Atlanta e Embaixador das Nacións Unidas “A *Moringa* é moi prometedora como unha ferramenta para superar algúns dos problemas máis severos do mundo en desenvolvemento — desnutrición, deforestación, auga impura e pobreza. A árbore rende máis en rexións secas onde estes problemas son peores” (Mathur, 2017)

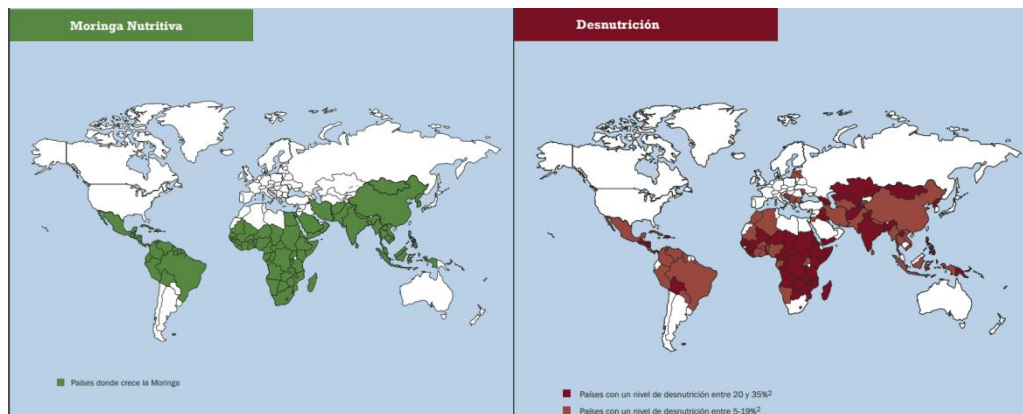


Figura 7: Zonas onde crece Moringa e zonas onde maior son os problemas de desnutrición (tomada: http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/English%20moringa_book_view.pdf).

As graxas e os aceites son unha parte importante da dieta en todas as áreas do mundo debido a que son necesarias para moitas funcións fisiolóxicas. A parte das follas, as sementes de *Moringa oleífera* tamén presenta un valor alimenticio coa produción de aceite. Estas sementes presentan unha composición de ácidos graxos de alta calidade que o comparan co aceite de oliva, podendo ser un bo substituto deste na dieta (Táboa 2). *Moringa* contén unha elevada proporción de ácidos graxos monoinsaturados (76,73%) que como xa se dixo anteriormente, esta tendo unha enorme atención na industria alimenticia. O ácido graxo predominante é o ácido oleico (representa o 74% dos ácidos graxos totais, sendo maior que no aceite de oliva). O ácido oleico presenta un alto potencial para reducir o colesterol ademais de minimizar o

risco de padecer enfermidades cardiovasculares (Leone et al., 2016; Nadeem & Imran, 2016).

Táboa 2: Comparación da composición de graxas entre o aceite de oliva e de *Moringa* (datos tomados de: www.botanical-online.com).

	Composición aceite de <i>Moringa</i> por 100g	Composición aceite de oliva por 100g
Graxas saturadas (ácidos graxos saturados):	20.8g	13.5g
ácido palmítico	6.2g	11g
ácido behénico	6.2g	
ácido esteárico	4.8 g	2.2g
Graxas insaturadas, das cales:	78.6g	82.1g
Graxas monoinsaturadas (ácidos graxos monoinsaturados)	77.1g	73.7
ácido oléico	74.4g	72.5g
Graxas poliinsaturadas (ácidos graxos poliinsaturados):	1.5	8.4
ácido linoleico, omega 6	1.2	7.9
ácido linolénico, omega 3	0.3	0.6

O aceite de *Moringa* presenta a vantaxe de que se utiliza normalmente sen preprocesamentos (refinación, branqueamento e desodorización) sendo obrigatorio para a maioría dos aceites comerciais. Outras vantaxes son os baixos custos da produción de aceite de *M. oleífera* (1 kg de semente vale 0,15 \$), ademais de mellores propiedades funcionais, por exemplo, *M. oleífera* non require de hidroxenación parcial como necesitan outros aceites (o consumo de graxas parcialmente hidroxenadas correlacionanse co desenvolvemento de enfermidades cardiovasculares (Nadeem & Imran, 2016).

6- Usos medicinais

Todas as partes da árbore *Moringa* utilízanse tradicionalmente en diversas aplicacións terapéuticas (Saini et al., 2016). Todas elas son usadas como ingredientes en fármacos habituais cultivados na casa polo sistema indíxena da medicina para combater diversos tipos de doenzas como dores de cabeza, de moas, para evitar infeccións producidas por picaduras de insectos, cortes, etc., (Bashir et al., 2016). Actualmente, pénsase que esta planta pode ir máis alá podendo ser utilizada contra unha multitude de enfermidades. Certos estudos demostraron que son os fitoquímicos os que posúen propiedades como estimulantes cardíacos e circulatorios, antitumoral, antipirético, antiepiléptico, antiinflamatorio, antiulceroso, antiespasmódico, diurético, antihipertensivo, antioxidante, antidiabético, hepatoprotector, antibacteriano e antifúngico (Anwar et al., 2006; Bashir et al., 2016; Fahey, 2005; Saini et al., 2016; Lamou et al., 2016; Leone et al., 2015; Martín et al., 2013; Stohs & Hartman, 2015).

Os antioxidantes son compoñentes principais das plantas que posúen propiedades para absorber e neutralizar radicais libres como o superóxido, hidroxiperoxi, peróxido de hidróxeno ou o hidroxilo (Falowo et al., 2017).

Os radicais libres son átomos de osíxeno con electróns non apareados no seus orbitais exteriores que presentan diferentes estados de óxido-redución e de excitación electrónica, coñecidos da mesma maneira como especies reactivas de osíxeno (ROS). A acumulación de ROS causa posibles danos as moléculas biolóxicas, as membranas celulares, os lípidos celulares, incluso ata morte celular. A sobreproducción de ROS causa efectos moi graves tales como nefropatía, neuropatía, cetoacidosis, retinopatía, cancro, artrites, enfermidade coronaria, dano ao ADN e proteínas (que conduce a erros na replicación), peroxidación de lípidos na sangue (cando isto sucede os lípidos da membrana celular sofren catabolismo o que provoca danos nos tecidos) e envellecemento prematuro.

Os antioxidantes axudan ao sistema biolóxico a defenderse, limpar e reparar os danos causados polos radicais libres (Wang et al. 2016). Esta tarefa realízase mediante a doazón dun electrón por parte dos antioxidantes aos radicais libres para que estes sexan estables (Omodanisi et al. 2017). Enzimas antioxidantes son a catalasa (CAT), glutatión peroxidasa (GPx), superóxido dismutasa (SOD), glutatión (GSH). SOD protexe as células catalizando a conversión dos radicais superóxido en osíxeno e peróxido de hidróxeno, este é tóxico polo que se descompón adicionalmente por unha catalasa en osíxeno e auga, tamén GPx cataliza a redución de hidroperóxidos polo glutatión (Lamou et al., 2015; Arise et al., 2016; Omodanisi et al., 2017).

Fitoquímicos tales como polifenoles, flavonoides, flavonoles, vitaminas, glutatión, α - tocoferoles, β -caroteno e carotenoides son boas e non tóxicas fontes de antioxidantes. *M. oleífera* demostrou altos niveis de todas estas actividades antioxidantes. De feito, *Moringa oleífera* é capaz de previr ou retardar a oxidación doutras moléculas, xeralmente, atrapando radicais libres e reducindo o desenvolvemento de citoquinas inflamatorias debido a seu alto contido fenólico (Falowo et al., 2017; Omodanisi et al., 2017).

Os ensaios utilizados para determinar a capacidade antioxidante de *M. oleífera* son múltiples (Táboa 3):

Táboa 3 : Tipos de ensaios para determinar a capacidade antioxidante.

	Tipo de ensaio	Resultados	Discusión
Omadanisi et al., 2017	ORAC (capacidade de absorbancia de radicais osíxeno)	ORAC ($\mu\text{mol TE/L}$) 3652.14 \pm 113.32	Os resultados mostran unha alta capacidade antioxidante de <i>M. oleífera</i> para combater especies reactivas .
	FRAP (potencia antioxidante reductora Férrica)	FRAP ($\mu\text{mol AAE/L}$) 1736 \pm 3.08	
	TEAC (capacidade antioxidante de equivalencia trolox)	TEAC ($\mu\text{mol TE/L}$) 96.09 \pm 1.58	
Falowo et al., 2017	DPPH: técnica que emplea 2,2- difenil- 1- 1 picrilhidrazilo como radical	75.9 \pm 1.12% en <i>M. oleífera</i>	Demostrase unha actividade forte para os extractos de <i>M. oleífera</i> en comparación co control estándar (rutin) e BHT (un antioxidante sintético derivado de compostos fenólicos).
		73.8 \pm 0.84% en rutin	
		70.6 \pm 0.19% en BHT	
	ABTS: un radical artificial que non mimetiza ben a situación en vivo podendo ser reducido por compostos cun potencial redox menor, como por exemplo, compostos fenólicos.	82.8 \pm 1.05% en <i>M. oleífera</i>	
		79.3 \pm 1.34% en rutin	
		84.95 \pm 0.43% en BHT	

Demostrouse que o extracto de *Moringa* inibe a peroxidación lipídica tanto en sistemas *ex vivo* como en sistemas *in vitro*.

Nun sistema *in vitro* con rebandas de fígado de rata un extracto de *Moringa* reducía o estrés oxidativo e aumentaba os enzimas antioxidantes GPx, SOD, CAT, etc., (Stohs e Hartman, 2015). Causas como a fatiga producen acumulación de radicais libres. Lamou et al. (2015) comprobou que ratas tratadas con *M. oleífera* a diferentes doses (100, 200 e 400mg/kg de peso corporal) tras unha proba de natación, diminúe o estrés oxidativo. Viron que o biomarcador malondialdehído (MDA) que se forma pola peroxidación lipídica de ácidos graxos insaturados e indica a dregadación oxidativa da membrana celular pasa de 52.00 \pm 5.66 en ratas control a 41.63 \pm 4.91 $\mu\text{mol/g}$ en ratas tratadas *M. oleífera* a unha dose de 200mg/kg. Un inciso a isto, é que se apreciou que os antioxidantes poden chegar a ser paradoxicamente prooxidantes cando se subministran a doses excesivas. Por iso, os antioxidantes presentes nos alimentos tómanse preferiblemente nunha mestura composta de moitos oxidantes con actividades complementarias en lugar dunha toma masiva dun solo oxidante. En doses a 400mg/kg mostran unha importación excesiva de antioxidantes con efectos contrariados.

Outros estudos demostran o efecto antidiabético de *Moringa*. Nestes observaron que ratas normais (control) ou inducidas a diabetes tratadas con *M. oleífera* a diferentes doses produce a redución da glicosa en sangue. Isto crese que se debe a posible estimulación das células β dos islotes de Langerhans para a secreción de insulina ou dun melloramento do transporte de glicosa en sangue en dirección a tecidos periféricos, grazas aos compostos vexetais benéficos que se encontran nas follas como os isotiocianatos (Arise et al., 2016; Omodanisi et al., 2017), aínda que no estudo de Paula et al., 2017

demostrouse que unha fracción proteica da folla de *Moringa* presenta propiedades antibiabéticas e antioxidantes.

Demostrouse que a diabetes esta asociada co estrés oxidativo (Laura et al., 2017; Olunsaya et al., 2016; Omodanisi et al., 2017) que conduce a unha maior produción de especies reactivas de osíxeno (ROS). O tratamento con *M. oleífera* levou a diminución significativa ($p < 0.05$) nos niveis de MDA en ratas diabéticas e o aumento da actividade dos antioxidantes, reducindo así, o estrés oxidativo (Táboa 4).

Táboa 4: Concentración de MDA e enzimas antioxidantes en ratas control (NC) e ratas diabéticas (DM) tratadas con *Moringa* (MO) para determinar como afecta o estrés oxidativo (datos tomados de Omodanisi et al., 2017).

	NC	NC+MO	DM	DM+MO
MDA($\mu\text{mol/g}$)	0.48 ± 0.04	0.43 ± 0.05	0.72 ± 0.12	0.54 ± 0.06
CAT(U/mg protein)	0.42 ± 0.02	0.47 ± 0.01	0.28 ± 0.06	0.30 ± 0.05
SOD(U/mg protein)	1.01 ± 0.40	1.35 ± 0.11	0.78 ± 0.30	0.92 ± 0.1
GSH($\mu\text{mol/g}$)	2.00 ± 0.26	1.70 \pm 0.28	1.67 ± 0.47	1.86 \pm 0.0.24
GPx (U/mg protein)	1.29 ± 0.33	0.72 ± 0.23	1.11 ± 0.40	0.87 ± 0.40

M. oleífera créese que ten unha acción similar aos fármacos utilizados para tratar o colesterol como as estatinas ou simvastadina. Estes son potentes inhibidores de HMG-CoA reductasa que bloquean a síntese de novo colesterol. Este efecto pensa que se debe a presenza de constituíntes químicos como o glucósido de nitrilo, outros flavonoides glucósidos, etc., (Gururaja et al., 2016). Colesterol e obesidade están moi ligados. Os alimentos cun alto contido de colesterol non solo conduce a unha dislipidemia (alteración do metabolismo dos lípidos) senón tamén patoxéneses do resto de compoñentes do sistema metabólico como obesidade abdominal. Certas investigación revelaron que o tratamento con *Moringa* regula a expresión xénica de certas adipocinas secretadas polo tecido adiposo visceral, estas inhiben a adhesión endotelial ao suprimir a expresión de receptores de scavenger LDL en macrófagos, diminuindo a captación de LDL, a formación da placa, así como a redución de graxa corporal (Metwally et al., 2017).

A inflamación xoga un papel moi importante na aparición de todas as enfermidades mencionadas. A inflamación é unha resposta inmunolóxica natural as lesións e infeccións como estímulo nocivos, incluíndo patóxenos microbianos, lesión tisular e interaccións inmunolóxicas cruzadas no corpo. A fracción de acetato de etilo do extracto de *Moringa oleífera* demostrou ter un valor terapéutico antiinflamatorio ao suprimir a activación de NF- κ B (factor nuclear potenciador das cadeas lixeiras kappa das células B activadas que actúa como regulador da resposta inmune debida a infección) e a translocación do núcleo así como, a inhibición da produción de axentes inflamatorios resultantes da proteínas da cascada de sinalización (Arulselvan et al., 2016).

Moringa oleífera exhibe un potencial anticanceríxeno interferindo coa sinal na cascada de transdución que promove a proliferación de células canceríxenas e a súa progresión. A inhibición das células canceríxenas débese principalmente a presenza de eugenol, un composto fenólico natural que se dirixe a E2F1/survivina en células canceríxenas (proteína responsable da proliferación ou apoptosis de tales células). Polo tanto, xurdiu a hipóteses de que pode ser un tratamento eficaz para o cancro de mama e colorrectal (Al-Asmari et al., 2015).

Os extractos acuosos da folla *M. oleífera* poden regular a hormona da tiroides e pódese utilizar para tratar o hipertiroidismo. En Filipinas, tamén se coñece a *Moringa* como a árbore "mellor amiga da muller" xa que aumenta a produción do leite en mulleres embarazadas, ademais de ser prescrita para tratar a anemia (Anwar et al., 2006). Na actualidade, estase avanzando no seu uso na industria cosmética para o coidado da pel e o cabelo, os péptidos presentes na semente protexa a pel contra influencias ambientais (Anwar et al., 2006).

6.1- Coadministración

A organización mundial da saúde (OMS) estima que o 80% da poboación africana e asiática depende da medicina tradicional como sistema de atención primaria da saúde, ao igual que en países máis desenvolto onde o 70-80% da poboación utiliza algunha forma de medicina alternativa a medicina convencional nalgún momento. Aínda que as plantas medicinais son fontes naturais, algúns inxenuamente pensan que sempre son non-tóxicos e que non presentan efectos adversos. Sen embargo, hai historias de pacientes que desenvolveron complicacións pola toma, sen supervisión, de herbas medicinais (Thomford et al., 2015). Este mesmo motivo, fai que se levan a cabo investigacións para determinar a seguridade de plantas medicinais. No caso de *M. oleífera*, hai varios traballos implicados no estudo da seguridade da planta para establecer posibles efectos adversos, toxicidade, etc.

No traballo Stohs & Hartman (2015) notifícase que non se observan efectos adversos en concentracións inferiores a 3000mg/kg de peso corporal. Os autores concluíron que os extractos de metanol das sementes de *M. oleífera* poderían ser de uso nutricional. Neste mesmo estudio, mencionase a seguridade dun extracto acuoso de follas administrado oralmente a ratas en doses de 400, 800, 1600 e 2000 mg/kg o cal afirmaron que o consumo de follas de *M. oleífera* a doses de ata 2000 mg/kg eran seguros.

Na actualidade, hai pacientes que con frecuencia buscan a superposición entre a medicina convencional e a medicina tradicional para a mesma condición (enfermidade), pero isto ten enormes complicacións debido a que o mesmo sistema enzimático que metaboliza os compostos medicinais a base de plantas é responsable do metabolismo de fármacos. Cando se toman conxuntamente, os fármacos poden que non alcancen os niveis terapéuticos que teñen como obxectivo, incluso se poden alcanzar niveis tóxicos ao ser tomados conxuntamente. No seu estudo Monera-Penduka et al. (2017) puideron observar que o po da folla de *M. oleífera* sobre a farmacocinética de nevirapina en adultos infectados por VIH non presentan efectos clinicamente significativos. Sen embargo, segue habendo a necesidade de investigar máis a cerca disto,

para comprender mellor as similitudes, o modo de interacción tendo en conta a variabilidade xenética, da medicina a base de plantas e a medicina alopática convencional para tratar as mesmas doenzas.

7- Usos agrícolas

Do procesamento da semente para extracción de aceite faise unha especie de pasta, a cal non é comestible xa que contén sustancias nocivas, pero os altos niveis de proteínas fano un bo fertilizante enriquecedor dos solos agrícolas. O efecto do abono verde conséguese, en primeiro lugar, cultivando a terra e logo sementando a semente a unha profundidade e cunha certa distancia unha da outra. Ao cabo de varios días, as sementes son aradas. Con isto, prepararíamos a terra para un novo cultivo desexado. Debido a que *Moringa* presenta unhas raíces laterais e grandes non sería competencia, de cara os nutrientes para os demais cultivos (Bashir et al., 2016)

Defínese como hormonas vexetais (fitohormonas) as sustancias químicas que regulan o crecemento da planta. Estas poden ser fabricadas artificialmente a modo de fertilizantes químicos, pero a raíz dos altos prezos, da man de obra cualificada na súa aplicación e a contaminación do solo, da auga e da natureza prodúcese a busca de fontes alternativas de nutrientes vexetais. *M. oleífera* é unha destas alternativas que se investiga para determinar o seu efecto sobre o crecemento e o rendemento dos cultivos de hortalizas. As follas de *M. oleífera* conteñen un promotor de crecemento chamado zeatina. Cando este se aplica sobre o follaxe dun cultivo como, por exemplo, o tomate, apréciase un nivel de crecemento. Observouse que 100g/ml é a mellor concentración para estimular o crecemento da planta de tomate, pero incluso a 20 g/80ml, sendo a menor concentración utilizada neste estudio, mostrou resultados prometedores. Non só se observou un bo crecemento, senón tamén unha boa ramificación, produción de froitos e unha floración regular da planta. Os resultados obtidos foron mellores que os do control, o cal non tiña extractos de sustancias promotores do crecemento (Bashir et al., 2014). O método de emprego consiste en diluír as follas de *Moringa* en auga destilada e utilizalo a modo de spray sobre as follas da planta a tratar, ademais, fai que a planta sexa máis firme e máis resistente a pragas e enfermidades (Bashir et al., 2016).

As follas e a torta de prensa das sementes de *Moringa* poden ser utilizadas na formulación de racións para a alimentación animal. Mostran unha alta produtividade de materia verde en comparación con outros pastos, como a alfalfa. Os altos niveis de proteína cruda e PDI (índice de proteína dixerible no intestino) cualifícao como un bo suplemento dietético para o ganado (Martín et al., 2013).

Leone et al. (2015) tamén informa do uso de extractos de folia e de semente de *Moringa* como biopesticida eficaz contra as larvas e adultos de *Trigoderma granarium*, ademais de reducir a incidencia de fungos en sementes de cacahuete.

8- Purificación das augas

Os procesos de coagulación e floculación son as principais prácticas levadas a cabo para conseguir a deshidratación dos lodos, que sería a forma máis eficaz e económica de purificación de augas.

Feria-Díaz et al. (2016) define a coagulación-floculación como o proceso fisicoquímico responsable da maior produción de lodos residuais na purificación de augas crudas naturais. Convencionalmente utilizouse como coagulante o sulfato de aluminio coñecido como alumen. Os lodos de alumen considéranse un dos mellores absorbentes para a eliminación de contaminantes de augas residuais. Sen embargo, o tratamento de augas e solos agrícolas con lodos de alumen é un tema moi cuestionado por moitas investigacións, xa que a alta concentración de ións de aluminio produce toxicidade, resultando ser unha problemática para o ambiente.

Actualmente, estúdase a conveniencia de utilizar coagulantes naturais como extractos de semente de *Moringa oleífera*. Son moitos os estudos que demostran a efectividade destas sementes como coagulantes-floculantes de augas turbias, considerándose o mellor substituto dos lodos de alumen (Anwar et al., 2006; Feria-Díaz et al., 2016; Ferreira et al., 2011; Martín et al., 2013). Este considérase non tóxico, biodegradable, seguro e barato, ademais de producir un menor volume de lodos en comparación co alumen (Feria-Díaz et al., 2016; Martín et al., 2013).

O mecanismo de coagulación está vinculado a absorción e neutralización de cargas coloidais e pontes interpartículas. A acción coagulante de *Moringa oleífera* é realizada por determinadas proteínas floculantes extraídas das sementes (Martín et al., 2013). Créese que a semente é un polímero natural orgánico e que os ingredientes activos son proteínas catiónicas divalentes (Anwar et al., 2006). Esta proteína actúa a modo de enredadora que provoca a unión de ións bivalentes que conectan con cada molécula do compoñente activo e forman unha rede atrapando a materia orgánica. Abdulazeez et al. (2016) explica o mecanismo como unha forte absorción por parte dos polielectrolitos catiónicos coas partículas con carga negativa, así a superficie desta partícula será neutralizada (Figura 8).

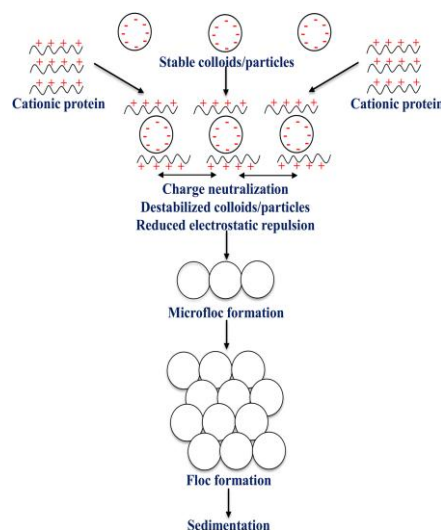


Figura 8: Mecanismo de coagulación (tomada de Saini et al., 2016).

Agora ben, cabe mencionar que a pesar de ser unha boa opción como substituto do alumen, este sigue sendo un mellor absorbente para a eliminación de contaminantes en augas residuais. Tendo en conta isto, Abdulazeez et al. (2016) levaron a cabo unha investigación que tiña como obxectivo encontrar unha relación entre a mestura óptima con coagulantes naturais e químicos utilizada para a deshidratación de lodos. O uso de coagulante mixto pode reducir os riscos para a saúde humana e o medio ambiente, así como minimizar os custos de tratamentos de augas residuais. Como conclusión, a proporción óptima de mestura foi de 50:50 (50% *Moringa* e 50% alume) con un R2 de 96,26%. O modelo foi significativo que mostra unha eficiencia similar a rexistrada polo alumen solo.

A eliminación da turbidez vai acompañada da suspensión bacteriana indicadoras da contaminación fecal. Varios estudos propoñen que as sementes de *Moringa oleífera* posúen propiedades para a eliminación de microbios mediante proteínas recombinantes ou péptidos antibacterianos.

Anwar et al. (2006) e Bukar et al. (2010) mencionan que unha proteína recombinante nas sementes é capaz de flocular células de bacterias Gram + e Gram - . Neste caso, os microorganismos poden ser eliminados por sedimentación da mesma maneira que a eliminación de coloides en augas debidamente coaguladas e floculadas. As sementes tamén poden actuar directamente inhibindo o crecemento dos microorganismos mediante péptidos antibacterianos por interrupción da síntese da membrana celular mediante inhibición de enzimas.

Aparte, Ferreira et al. (2011) inclúe que as sementes de *Moringa* son máis eficaces cando presentan proteínas coagulantes, como as lectinas, que presentan capacidade de aglutinar células e /ou precipitar carbohidratos complexos presentes nas bacterias tras observar unha maior redución do crecemento nunha suspensión de *Staphylococcus aureus* e *E. coli* en comparación con sementes sen recubrimento ou sen compoñentes hematoglutinantes (como son as lectinas).

9- Conclusións e perspectivas futuras

Moringa oleífera segue sendo un tema coñecido por poucas persoas, pero nos países en desenvolvemento, onde a fame é inminente, parece que hai poucas dúbidas sobre os beneficios do pó da follas de *Moringa* para a saúde .

Os estudos descritos no texto precedente indican que varios preparados de follas de *Moringa oleífera* e outras partes da planta posúen unha ampla gama de propiedades fisiolóxicas. A maior parte do apoio a investigación relaciónase coas capacidades de *Moringa* como antioxidante, antidiabético, antilipídicos, entre outras. *Moringa oleífera* estableceuse como unha rica fonte de fitoquímicos importantes que tende a prosperar en alimentos funcionais e nutracéuticos. Crese que a composición química de *Moringa* varía en función da súa distribución, polo que existe a necesidade de caracterización de varios cultivares tradicionais e os posibles xenotipos de alta diversidade xenética. Esta variabilidade pode utilizarse en programas de melloramento xenético para producir especies de *Moringa* melloradas e adaptadas a distintas condicións climáticas, así como un mellor rendemento do follaxe, xa que este é a fonte máis rica de carotenoides, glucosinolatos e outros bioactivos.

A pesar das numerosas investigacións realizadas nos últimos anos sobre as propiedades nutricionais, farmacéuticas e profilácticas necesítanse análises clínicos máis rigorosos e modernos en humanos, xa que a maior parte dos estudos reportados utilizan roedores como obxecto do mesmo, co fin de establecer a consistencia da súa eficacia medicinal, así como, as modalidades máis seguras de administración, debido a que a posible toxicidade de *M. oleífera* pode estar relacionada directamente en proporción coa doses de administración e o tempo de consumo. Por ende, cabe determinar onde se poden encontrar, si e que existen, as posibles sustancias tóxicas polas distintas partes da planta (raíz, corteza, etc.).

Foron realizados numerosos estudos sobre as propiedades das sementes de *M. oleífera* como coagulantes alternativos, incluso como coagulante en combinación con alúmen, os cales demostraron unha alta eficacia no tratamento de augas a un baixo custo e unha alta dispoñibilidade xa que é unha planta moi accesíbel e crese que ten unha aplicación moi sinxela sen metodoloxías moi complexas. Sen embargo, é importante identificar constituíntes activos destas sementes para mellorar a comprensión do mecanismo de coagulación. Créese que aparte das múltiples propiedades que presentan, en especial as follas e as sementes, outras moitas partes do árbore poden presentar efectos descoñecidos, polo que hai a necesidade de confinar e identificar novos compostos nestas outras partes, como por exemplo a utilización das cascarillas como carbón activo.

O que se pode concluír con isto é que a pesar de que quedan aínda aspectos por aclarar, unha parte considerable dos beneficios que lle atribúen a *Moringa oleífera* están comprobados cientificamente. *Moringa oleífera* mérese seguir tratando con estudos adicionais desde outras moitas perspectivas. Incluír posibles temas de estudo, outras moitas prácticas na agricultura, descubrir variedades aínda descoñecidas, ademais de outros moitos posibles usos que ata hoxe aínda non foron considerados. Non obstante, sen esquecer a

importancia de reforzar e mellorar o descuberto sobre esta planta ata a actualidade.

9- Conclusions and future perspectives

Moringa oleífera continues to be a topic known to few people, but in developing countries, where hunger and imminence, it seem that there are few doubts about the benefits of the *Moringa* foil powder for health.

The studies described in the preceding text indicate that several preparations of *Moringa oleífera* leaf and other parts of the plant have a wide range of physiological properties. Most research support relates to the capabilities of *Moringa* such as antioxidant, antidiabetic, antidolipidemic, among others. *Moringa oleífera* is established as a rich source of important phytochemicals that tends to thrive in functional and nutraceutical foods. It is believed that the chemical composition of *Moringa* varies depending on its distribution, so there is a need to characterize several traditional cultivars and possible genotypes of high genetic diversity. This variability can be used in genetic improvement programs to produce improved *Moringa* species adapted to different climatic conditions, as well as a better yield of foliage, as this is the richest source of carotenoids, glucosionolates and other bioactive agents.

In spite of the numerous investigations carried out in recent years on nutritional, pharmaceutical and prophylactic properties more rigorous and modern clinical analyzes are needed in humans, since most of the studies reported use rodents as an object of the same, in order to establish their consistency medical efficacy, as well as the safer modalities of its administration, because the possible toxicity of *M. oleífera* can be directly related to the dose of administration and the time of consumption. Therefore, it is possible to determine where it is possible to find, if any, the possible toxic substances by the different parts of the plant (root, bark, etc.).

Several studies have also been carried out on the properties of *M. oleífera* seeds as alternative coagulants, including as a coagulant in combination with alumina, which have shown a high efficiency in the treatment of water at a low cost and high availability since it is a very plant accessible and believed to have a very simple application without very complex methodologies. However, it is important to identify active constituents of these seeds to improve the understanding of the coagulation mechanism. It is believed that apart from the multiple properties that present, especially the leaves and seeds, many other trees may present unknown effects, so there is a need to confine and identify new compounds in these other parts, such as the use of shells as active carbon. What can be concluded with this and that although there are still aspects to be clarified, a considerable part of the benefits attributed to *Moringa oleífera* are scientifically proven. *Moringa oleífera* deserves to continue to deal with additional studies from many other perspectives. Include possible study topics, many other practices in agriculture; discover varieties that are still unknown, as well as many other possible uses that have not yet been considered. Nevertheless, without forgetting the importance of reinforcing and improving what has been discovered on this plant until today.

10- Bibliografía

- Abdulazeez, Q. M., Jami, M. S. and Alam, Z..** (2016). Effective sludge the watering using *Moringa oleifera* seed extract combined with aluminium sulfate. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 11(1): 372- 381.
- Al-Asmari, A. K., Albalawi, S. M., Athar, M. T., Khan, A. Q., Al-Shahrani, H. and Islam M.** (2015). *Moringa oleifera* as an anti-cancer agent against breast and colorectal cancer cell lines. *PLoS ONE* 10(8): e0135814. doi:10.1371/journal.pone.0135814.
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M. S. and Gilani, A. H..** (2007). *Moringa oleifera*: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses. *Phytotherapy Research* 21: 17–25. doi: 10.1002/ptr.2023
- Arise, R. O., Aburo, O. R., Farohunbi, S. T., Adewale, A. A..** (2016). Antidiabetic and Antioxidant Activities of Ethanolic Extract of Dried Flowers of *Moringa oleifera* in Streptozotocin-induced Diabetic Rats. *Acta facultatis medicae Naissensis*. 33(4): 259- 272. doi:10.1515/afmnai-2016-0028.
- Arulselvan, P., Tan, W. S., Gothai, S., Muniandy, K., Fakurazi, S., Esa, N. M., Alarfaj A. A. and Kumar S. S..** (2016). Anti-Inflammatory Potential of Ethyl Acetate Fraction of *Moringa oleifera* in Downregulating the NF- κ B Signaling Pathway in Lipopolysaccharide-Stimulated Macrophages. *Molecules* 21, 1452; doi: 10.3390/molecules21111452.
- Bashir, K.A., Bawa, J.A. and Mohammed, I..** (2014). Efficacy of Leaf Extract of Drumstick Tree (*Moringa oleifera* Lam.) On The Growth of Local Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 9(4): 74-79.
- Bashir, K. A., Waziri, A. F. and Musa, D. D..** (2016). *Moringa oleifera*, A Potential Miracle Tree; A Review. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 11(6): 25-30. doi: 10.9790/3008-1106012530.
- Botanical-online S.L.. Composición del aceite de oliva. [Aceso: 3 de Xuño de 2017]. Available at: http://www.botanical-online.com/composicion_aceite_de_oliva.htm
- Botanical-online S.L.. Composición del aceite de *Moringa*. [Aceso: 3 de xuño de 2017]. Available at: <http://www.botanical-online.com/moringa-aceite-composicion.htm>.
- Bukar, A., Uba, A. and Oyeyi, T.I..** (2010). Antimicrobial Profile of *Moringa oleifera* LAM. extracts against some food – borne microorganism. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(1): 43 – 48.
- Coppin, J. P., Xu, Y., Chen, H., Pan, M-H., Ho, C-T., Juliane, R., Simon, J. E. and Wu, Q..** (2013). Determination of flavonoids by LC/MS and anti-inflammatory activity in *Moringa oleifera*. *Elsevier*, 5: 1892-1899.
- Fahey, J. W..** (2005). *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. *Trees for Life Journal*. 1:5.
- Falowo, A. B., Muchenje, V., Hugo, A., Aiyegoro O. A., and Fayemi, P. O..** (2017). Antioxidant activities of *Moringa oleifera* L. y *Bidens pilosa* L. leaf extracts and their effects on oxidative stability of ground raw beef during refrigeration storage. *CyTA - Journal of Food* 15(2): 249-256. doi: 10.1080/19476337.2016.1243587.

- Feria-Díaz, J.J., Polo-Corrales, L. and Hernandez-Ramos, E. J..** (2016). Evaluation of coagulation sludge from raw water treated with *Moringa oleifera* for agricultural use. *Ingeniería e Investigación*, 36(2), 14 – 20. doi: 10.15446/ing.investig.v36n2.56986.
- Ferreira, R.S., Napolea, T.H., Santos, A.F.S., Sa, R.A., Carneiro-da-Cunha, M.G., Morais, M.M.C., Silva-Lucca, R.A., Oliva, M.L.V., Coelho, L.C.B.B. and Paiva, P.M.G..** (2011). Coagulant and antibacterial activities of the water-soluble seed lectin from *Moringa oleifera*. *Letters in Applied Microbiology ISSN*. 53: 186-192. doi: 10.1111/j.1472-765X.2011.03089.x.
- Fitriana, W., Ersam, T., Shimizu, K. and Fatmawati, S..** (2016). Antioxidant activity of *Moringa oleifera* extracts. *Indones. J. Chem.* 16 (3): 297-301.
- Govaralhan Singh, R. S., Negi, P. S. and Radha, C..** (2013). Phenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of free and bound phenolic extracts of *Moringa oleifera* seed flour. *Elsevier*. 5: 1883-1891.
- Gurugaja, G. M., Mundkinajeddu, D., Kumar, A. S., Allan, J. J., Dethe, S. M. and Agarwal, A..** (2016). Cholesterol lowering potentials of a blend of standardized methanol extracts of *Moringa oleifera* leaves and fruits in albino wistar rats. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 8(11): 262-268.
- Habtemariam, S.** (2016). The African *Moringa* is to change the lives of millions in Ethiopia and far beyond. *Elsevier*. 6(4): 355-356. doi: 10.1016/j.apjtb.2015.12.016.
- Kunyanga, C. N., Imungi, J. K. and Vellingiri, V..** (2013). Nutritional evaluation of indigenous foods with potential food-based solution to alleviate hunger and malnutrition in Kenya. *Journal of Applied Biosciences*. 67: 5277-5288.
- Lamou, B., Taiwe G. S., Hamadou, A., Abene, Houlray, J., Atour, M. M. and Vernyuy Tan P..** (2016). Antioxidant and Antifatigue Properties of the Aqueous Extract of *Moringa oleifera* in Rats Subjected to Forced Swimming Endurance Test. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Doi: 10.1155/2016/3517824.
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil J. and Bertoli, S..** (2015). Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Leaves: An Overview. *International Journal of Molecular Sciences*. 16: 12791-12835. doi: 10.3390/ijms160612791
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J. and Bertoli, S.** (2016). *Moringa oleifera* Seeds and Oil: Characteristics and Uses for Human Health. *International Journal of Molecular Sciences*. 17: 2141. doi: 10.3390/ijms17122141.
- Martín, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E. and Puls, J..** (2013). Potential applications of *Moringa oleifera*. A critical review. *Pastures and Forages*. 6(2): 150-158.
- Mathur B. S.,** (2017). Trees for life. [Aceso: 16 de Juño de 2017]. Available at: http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/English%20moringa_book_view.pdf.
- Metwally, F. M., Rashad, H. M., Ahmed, H. H., Mahmoud, A. A., Raouf, E. R. A. and Abdalla, A. M..** (2017). Molecular mechanisms of the anti-obesity potential effect of *Moringa oleifera* in the experimental model. *Elsevier*. 7(3): 214-221. doi: 10.1016/j.apjtb.2016.12.007.

- Monera-Penduka, T. G., Maponga, C. C., Wolfe, A. R., Wiesner, L., Morse, G. D. and Nhachi, C. F.B.,** (2017). Effect of *Moringa oleifera* Lam. Leaf powder on the pharmacokinetics of nevirapine in HIV-infected adults: a one sequence cross-over study. *AIDS Research and Therapy*. 14:12. doi: 10.1186/s12981-017-0140-4.
- Nadeem, M. and Imran, M..** (2016). Promising features of *Moringa oleifera* oil: recent updates and perspectives. *Lipids in Health and Disease* 15:212. doi: 10.1186/s12944-016-0379-0.
- Olson, M. E. and Alvarado-Cárdenas, L. O..** (2016). Where to grow the miracle tree, *Moringa oleifera*, in Mexico? An analysis of its potential. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87: 1089-1102. doi: 10.1016/j.rmb.2016.07.007
- Omodanisi, E. I., Aboua Y. G. and Oguntibeju, O. O..** (2017). Assessment of the Anti-Hyperglycaemic, Anti-Inflammatory and Antioxidant Activities of the Methanol Extract of *Moringa Oleifera* in Diabetes-Induced Nephrotoxic Male Wistar Rats. *Molecules*. 22, 39. doi: 10.3390/molecules22040439.
- Paula, P. C., Sousa, D. O. B., Oliveira, J. T. A., Carvalho, A. F. U., Alves, B. G. T., Pereira, M. L., Farias, D. F., Viana, M. P., Santos, F.A., Morais, T. C. and Vasconcelos, I. M..** (2017). A Protein Isolate from *Moringa oleifera* Leaves Has Hypoglycemic and Antioxidant Effects in Alloxan-Induced Diabetic Mice. *Molecules*. 22, 271. doi: doi:10.3390/molecules22020271.
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N. and Reyes, F..** (2010). Characteristics and potential of *Moringa oleifera*, Lamark. An alternative for animal feeding. *Pastos y forrajes*.33(4).
- Polimi, G. & Polini, S. M..** (2011). Comer del Monte. La *Moringa oleifera* Un árbol multiusos para el Chaco Central. [Aceso: 3 de Xullo de 2017]. Available at: <https://es.scribd.com/document/347760544/Moringa-Oleifera-paraguay-pdf>.
- Saini, R. K., Sivanesan, I. and Keum, Y.S..** (2016). Phytochemicals of *Moringa oleifera*: a review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. *Springer*. 6:203. doi: 10.1007/s13205-016-0526-3.
- Stohs, S. J. and Hartman, M. J..** (2015). Review of the Safety and Efficacy of *Moringa oleifera*. *Phytotherapy research*. 29: 796–804. doi: 10.1002/ptr.5325.
- Teixeira, E. M. B., Carvalho, M. R. B., Neves, V. A., Silva, M. A. and Arantes-Pereira, L..** (2014). Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. Leaves. *Elsevier*. 147: 51-54.
- Thomford, N. E., Dzobo, K., Chopera, D., Wonkam, A., Skelton, M., Blackhurst, D., Chirikure S. and Dandara C..** (2015). Pharmacogenomics Implications of Using Herbal Medicinal Plants on African Populations in Health Transition. *Pharmaceuticals*. 8: 637- 663. doi: 10.3390/ph8030637.
- Wang, Y., Gao, Y., Ding, H., Liu, S., Han, X., Gui, J. and Liu, D..** (2016). Subcritical ethanol extraction of flavonoids from *Moringa oleifera* leaf and evaluation of antioxidant activity. *Food Chemistry*. 218: 152-158.