

**UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA**



**EI ÁRBOL MORINGA (*Moringa oleífera Lam.*): UNA ALTERNATIVA
RENOVABLE PARA EL DESARROLLO DE LOS SECTORES
ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE COLOMBIA**

Ana Milena Castro Márquez

Trabajo de Grado para:
Optar título de especialista
Planeación Ambiental y Manejo Integrado de los Recursos Naturales

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POSGRADOS
PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRADO DE LOS RECURSOS
NATURALES
BOGOTÁ
2013**

RESUMEN

La motivación de los países en la búsqueda de alternativas renovables para el desarrollo industrial, se enmarca en encontrar un balance con el medio ambiente y la productividad empresarial. Para lo cual, se propone el cultivo multipropósito del árbol *Moringa oleífera* Lam, del cual se puede derivar gran cantidad de subproductos de gran potencial económico, generando nuevas perspectivas de progreso para los campesinos de la región Andina y del Caribe Colombiano, sin generar impactos negativos al ambiente. El árbol presenta características químicas como presencia de alcaloides, flavonoides, antocianinas, proantocianinas, cinamatos y alto contenido de aceites, proteínas y azúcares, por lo que la especie es una fuente importante para la aplicación en varios sectores económicos. En el sector energético puede desarrollarse para la producción de biodiesel con alto rendimiento y productividad, derivado del aceite de la semilla y la biomasa de la hoja, actividad que puede ser mantenido bajo un sistema autosuficiente de producción de combustible producto de los residuos y la cascara de la semilla. Adicionalmente, el cultivo puede ser aprovechado para el saneamiento y descontaminación de aguas superficiales a partir de la semilla y la producción de carbón activado producto de sus residuos. Además se ha comprobado su aplicación con éxito en programas de reforestación, protección y fertilización de suelos, mejoramiento del ganado y aplicación en la industria farmacéutica. Tales características han superado las de otras especies vegetales usados con los mismos fines. En Colombia ya se han adelantado cultivos de *M.oleífera* L. pero no se ha explotado según sus propiedades, para la cual se propone cultivos del árbol en la región Andina y Caribe, en donde el objetivo principal es una sensibilización acerca de las propiedades y usos potenciales de la especie. Se pretende que el cultivo pueda desarrollarse según la aceptación y teniendo en cuenta el Plan de Ordenamiento Territorial de cada región.

Palabras clave: *Moringa oleífera*, especies multipropósito, biodiesel, tratamiento de aguas, agrosilvicultura.

INTRODUCCIÓN

La motivación de los países en la búsqueda de alternativas renovables para el desarrollo industrial es encontrar un balance con el medio ambiente y reducir los efectos del calentamiento global dado los impactos del sector. Apostándole al desarrollo económico local bajo el abastecimiento de suministros de materia prima de fuentes renovables y locales sin depender del comercio exterior (Horta 2004). Dentro de este contexto la investigación ha centrado sus esfuerzos en la exploración local de especies promisorias multipropósito a través de las políticas promovidas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y estrategias del Gobierno Nacional de Colombia, que con sus políticas contribuyen al desarrollo de soluciones a los problemas macroambientales como: “disminución y pérdida de la biodiversidad, degradación del suelo, contaminación del recurso hídrico, contaminación atmosférica, cambio climático, seguridad de la calidad ambiental y de la salud pública (Perez 2008).

Se propone para Colombia el desarrollo de plantaciones del árbol *Moringa oleífera* Lam. con múltiples fines, aprovechando todas las propiedades que ofrece esta planta en los diferentes sectores: energético, tratamiento del agua y saneamiento básico, restauración de suelos degradados, aprovechamiento agroindustrial y farmacéutico, con propósito de generar empleo y ofrecer alternativas sostenibles en equilibrio con el medio ambiente (Figura 1).

MORINGA OLEIFERA COMO CULTIVO POTENCIAL EN COLOMBIA

Moringa oleífera Lam. (Brassicales: Moringaceae) es un árbol adaptado a trópicos y subtrópicos, nativo del Himalaya en India, pero ampliamente distribuido en otras regiones de India, Asia, África, Sur de florida, Islas del Caribe y América del Sur. Las características del árbol son: altura entre 10-12 m, tronco leñoso y recto de diámetro entre 20-40 cm, rápido crecimiento alcanzando en un año 5 m de altura,

algunas variedades son anuales y pueden alcanzar a vivir 20 años (Falasca 2008), posee copa abierta tipo paraguas y alta resistencia a plagas y enfermedades (Perez *et al.* 2010). El cultivo del árbol aporta gran cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión y la desecación, puede ser propagado de manera sexual o asexual y cultivado en suelos pobres con escasas de lluvia (Radovich 2009; Foidi *et al.* 2001).

El cultivo de *M. Oleífera* Lam. es de rápido crecimiento y fácilmente cultivable en varias regiones secas del trópico, bajo siembra intensiva puede mantenerse con 500 mil plantas/ha (Perez *et al.* 2010). Requiere un rango de elevación máxima de 1.500 m.s.n.m, precipitación anual entre 250 mm y 4.000 mm, tolera varios periodos de sequía, aunque se reduce la producción de hojas, se mantiene a temperatura ente 15 -30° C, aunque puede sobrevivir a 0° C por cortos periodos de tiempo con pérdidas de nuevo crecimiento, requiere de suelos con pH entre 4,5-9, arenosos o con buen drenaje tolerando suelos arcillosos (Radovich 2009).

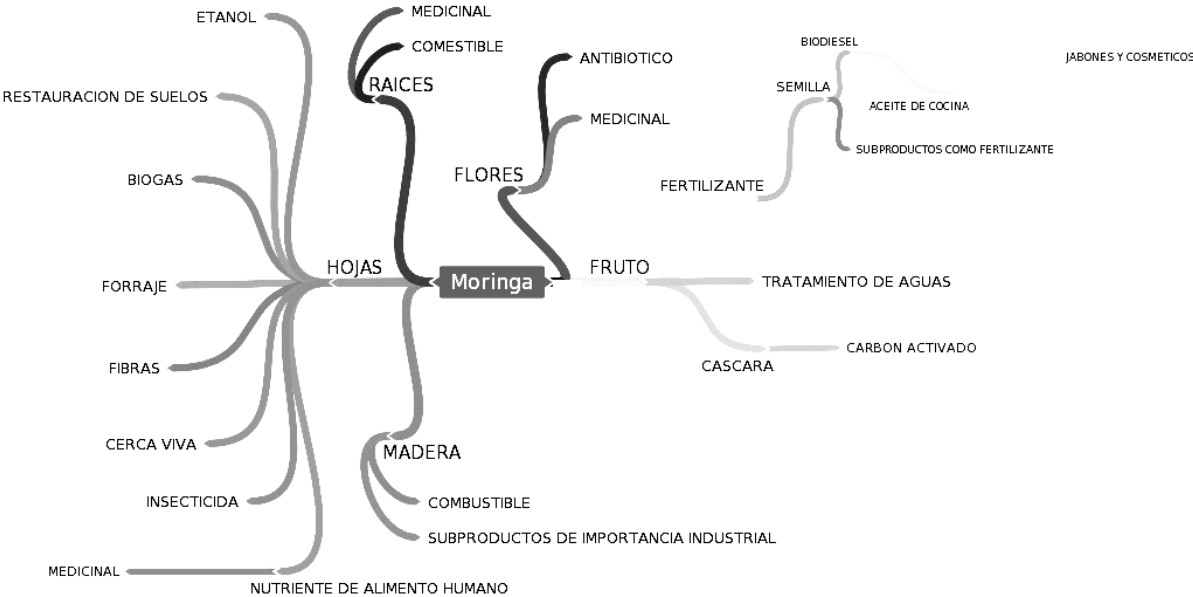


Figura 1. Diagrama de las propiedades de cada parte de Moringa oleífera para aplicaciones en los sectores económicos y ambientales.

ENERGÍA RENOVABLE PARA LA ECONÓMICA Y DESARROLLO

Las energías renovables surgen principalmente de la crisis actual del petróleo (Horta 2004; Conpes 3510 2008) y de los impactos ambientales negativos del petrodiesel (PTA 2008). Los biocombustibles son una alternativa energética que puede ser derivada de especies vegetales oleaginosas o ricas en carbohidratos (PTA 2008). Bajo estos sistemas alternativos es posible reducir las emisiones atmosféricas con respecto al uso de petrodiesel que contribuyen en gran medida a la contaminación atmosférica, se reporta que es posible reducir las emisiones de monóxido de carbono (CO) cerca de un 67%, hidrocarburos (HC) 48%, Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) 80%, otras partículas liberadas 47 %, y eliminar las emisiones de sulfuro (Koh & Mohd 2011).

Biodiesel

La semilla de *M. oleífera* Lam. posee un gran potencial para la obtención de biodiesel (Rashid *et al.* 2008; Da silva *et al.* 2010) dado que tienen un alto contenido de ácidos grasos, principalmente el ácido oleico contenido en mayor abundancia cerca de un 70%, además contiene 10-Octadecenoico en un 6.9%, ácido palmítico 6.8%, palmitoleico 1%, y componentes que permiten la generación de un buen sustituto de petrodiesel y con mejor calidad que el biodiesel derivado de otros aceites vegetales como de plantas de *Jatropha*, Neem, Castor, Candlernut que son ampliamente usadas con este propósito (Martín *et al.* 2010). Además el aceite derivado de la semilla de moringa presenta alto número de cetano cerca de 67 lo cual es reportado entre los más altos en los biocombustibles, adicionalmente la inflamabilidad y la estabilidad oxidativa del combustible es alta comparado con otros biodiesel (Rashid *et al.* 2008).

Jatropha curcas es innovación en Colombia para producción de biodiesel con adelantos en algunas regiones y con propósito de distribución a nivel nacional según adaptación del mismo (Moreno 2010), sin embargo investigaciones de moringa han reportado múltiples propiedades que no presenta *J. Curcas* debido a su dificultad de

aplicación en otras áreas por los efectos secundarios que puede ocasionar a otras especies debido a su alta toxicidad (Ashfaq *et al.* 2012).

En cuanto a la producción de biodiesel es posible obtener a partir de moringa en un sistema de cultivo sostenible rendimientos más altos que *Jatropha*, adicionando el uso de variedades de *M. Oleífera* con alto rendimiento como Periyakalum-1 (Ayerza 2012). *M. Oleífera* alcanza rendimientos promedio de 1.500 L de biodiesel/ha, comparado con semilla de *Jatropha* con la que se obtiene 1.478 L de biodiesel/ha con la misma cantidad de semilla producida al año (Martinez *et al.* 2005; Angulo & Ramirez 2008; PTA 2008) (Tabla 2). En la producción de biodiesel a partir de moringa como en cualquier otro cultivo es necesario generar un plan de producción limpia desde la plantación hasta la transformación del recurso dado que estos procesos pueden generar impactos negativos que contribuyen al calentamiento global y son necesarios combatirlos sin reducir la eficiencia de la producción (Biswas & John 2010).

Adicionalmente el desarrollo del mercado del árbol puede ampliarse debido a que las características del aceite de moringa son reportadas como un buen sustituto del aceite de oliva para su consumo doméstico, por la calidad del aceite y el alto contenido de ácidos grasos mono a saturados que posee (Tsaknis & Lalas 2002; Anwar *et al.* 2007).

Bioetanol

En Colombia la producción de bioetanol es baja cerca de 360 millones de L/año, comparada con países como Estados Unidos 50.000 millones de L/año y Brasil 33.000 millones de L/año. *M. oleífera* Lam. posee gran contenido de azúcar y almidón en sus hojas, lo cual es considerado potencial para la producción de bioetanol. Según las condiciones de cultivo de moringa la productividad puede ser de 80 toneladas/hectárea/8 cortes al año de biomasa (Madrigal & Avalos 2008; Radovich 2009). Se reporta un rendimiento mayor de 8.400 L/t de hoja/año/ ha comparado con la caña de azúcar que es ampliamente cultivado para tal fin con un rendimiento de 300-900 L/t de hoja/año/ha con la misma área cultivada (Madrigal & Avalos 2008; Maser *et al.* 2005) En Panamá, una universidad determinó que

moringa puede producir 600 toneladas/ha/ 8 cortes/ año de biomasa de un millón de plantas sembradas, lo que equivale a una producción de 20.000 mil L/ha de bioetanol (Falasca 2008).

Adicionalmente plantaciones de *M. Oleífera* para explotación como biocombustible es autosuficiente en energía ya que sus subproductos como la fibra y la cascara o residuos de la semilla son fuente también de combustible (López *et al.* 2012). Se reportan datos que la fibra de moringa bajo un procedimiento con biorreactores alcanza una producción de gas de 50 L/kg de sólido, con un contenido de metano de 81% (Ashfaq *et al.* 2012). Se reporta que la cascara de una variedad de moringa en Cuba posee un contenido de 39.8% de carbohidratos, 8.1 % de celulosa, 1% de grupos acetilo, alto contenido de proteína 15.2%, atribuyéndolo fuente potencial de glucosa para fermentación a etanol (Martín *et al.* 2010).

SISTEMAS AGROFORESTALES

La moringa puede ser implementada en programas de reforestación, dado su rápido crecimiento y aportes de nutrientes al suelo. Puede ser usado para recuperación de suelos en zonas áridas y semiáridas, debido a que su raíz principal tuberosa y profunda es una gran reserva de agua para épocas de sequía. Además por sus características puede incorporarse en programas agroforestales, intercalando arboles de moringa con otros cultivos. Al árbol de *M. Oleífera* se le atribuyen características de la hoja como excelente fertilizante de suelos en cultivos agrícolas, por su alto contenido en zeatina y citoquinina que en adición con ascorbatos, fenoles y minerales (Ca, K, y Fe) pueden potencializar su efecto en el suelo. Se reporta que la planta presenta compuestos bioactivos que pueden tener función insecticida, por lo cual puede recomendarse en cultivos productivos (Ashfaq *et al.* 2012).

Por otro lado, con fines agroindustriales, moringa puede ser usado en programas de forrajeo (Reyes *et al.* 2006; Anjorin *et al.* 2010) por su alto contenido de nutrientes. Estudios en México han determinado que con mínimo con 500 plantas/ha es posible producir 210 t de forrajeo/ha/año (Perez *et al.* 2010) con características como alto contenido proteico, micronutrientes, propiedades antihelmínticas para eliminar

parásitos, adjuvante para mejorar otras drogas, y condicionador metabólico en contra de enfermedades endémicas en países desarrollados (ONF 2012). Se ha reportado que moringa en combinación con melaza y pasto, puede servir como alimento en sistemas de forrajeo con mayores beneficios: aumento de la digestibilidad y la ingesta de nutrientes sin ocasionar efectos negativos mientras se consume en grandes cantidades, buen aporte de proteína, mejora de las características organolépticas y los componentes de la leche producida, comparado con el alimento basado en consumo de moringa fresca o pasto de manera independiente (Sánchez *et al.* 2006; Mendieta 2011).

Otro mercado promisorio en este campo es la obtención de madera frágil y blanda que es utilizada en la elaboración de carbón vegetal o pulpa de papel de excelente calidad a partir del tronco de *M. Oleífera* (Falasca & Bernabé 2009; Garcia *et al.* 2013).

TRATAMIENTO DE AGUAS

La semilla de *M. Oleífera* tienen propiedades que actúan como coagulante y floculante de aguas contaminadas (Madrona *et al.* 2012), actividad que es ampliamente conocida en regiones rurales de India y África. Es una alternativa al sulfato de aluminio que es comúnmente usado para tal fin pero que produce efectos secundarios en la salud humana principalmente enfermedades neurológicas como Alzheimer. Además los lodos provenientes del tratamiento de aguas bajo este sistema genera lodos no biodegradables y no requieren de un tratamiento posterior para su liberación al ambiente (Molano 2011; Alo *et al.* 2012; Kumar *et al.* 2012).

Por el contrario el uso de moringa como coagulante en el tratamiento de aguas superficiales contaminadas genera lodos biodegradables, no afecta el pH, la alcalinidad y conductividad del agua. Además reduce la turbiedad en un 80 - 95.5%, y reduce la carga bacteriana en un 90 - 99,99%, en 1 o 2 h de tratamiento (Ghebremichael 2004; Lea 2010; Shapally 2012). Por lo cual el tratamiento de aguas bajo el uso de moringa es un potencial en la industria de saneamiento y potabilización de agua, pues se reporta que su aplicación permite la adsorción de altas concentraciones de hierro y magnesio, en aguas contaminadas, además de

eliminar olor, sabor, reducir patógenos, y puede ser usado en tratamiento terciario de aguas residuales (Garcia *et al.* 2013).

La cascara de la semilla también puede ser utilizada para producir carbón activado de bajo costo bajo un proceso de pirolisis (Pollard *et al.* 1995; Warhurst *et al.* 1997), sin embargo se requiere mayor exploración en este campo.

METODOLOGIA

Se determinó los sectores económicos mas promisorios de aprovechamiento de *Moringa oleifera* L. en Colombia y se realizó un análisis de datos de reportes de eficiencia y productividad en el mundo con esta especie.

La estimación de las regiones potenciales de Colombia para el cultivo de *Moringa oleifera* se determinó a través del análisis de mapas de suelos y zonificación climática, junto con los reportes de Áreas agrícolas sembradas totales del 2008 ofrecidos por el SIAC (Sistema de Información Ambiental de Colombia) y el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), con lo anterior se generó un mapa de zonificación de áreas potenciales para plantaciones de moringa a través de un mapa base ofrecido por el SIGOT.

RESULTADOS

PROPUESTA PARA LAS REGIONES DE COLOMBIA

En Colombia se han adelantado cultivos del árbol bajo estas condiciones en los departamentos de Bolívar, Tolima, Meta y Antioquia, principalmente para fines de comercialización en agricultura y como complemento nutricional de la dieta de la población (Madrigal & Avalos 2008; Ayerza 2012) pues se reporta que las hojas tienen un alto contenido nutricional. Bajo sistemas tecnificados del cultivo se puede potencializar sus propiedades y se ha registrado que las propiedades nutricionales

puede superar a las de plantas cultivadas en regiones nativas (Martinez *et al.* 2011). Por lo anterior principalmente en la zonas en que se ha adelantado plantaciones de la especie y además de agrícola son regiones ganadera, es de considerar el potencial económico que tiene el desarrollo de sistemas agroforestales para forrajeo.

Por otro lado en Colombia la participación en el mercado de biocombustibles es del 1%, pero con proyección al 2030 del 4% (Conpes 3510 2008). Con la inclusión de plantaciones de *M. Oleífera* L. para la producción de bioetanol a partir de partes de la planta ricas en carbohidratos y biodiesel como semillas y hojas, permitirá la disminución de la importación y dependencia del petróleo en el país bajo un sistema de equilibrio con el medio ambiente (PTA 2008).

Tabla 2. Estimación de valores productivos para la obtención de biodiesel y bioetanol a partir de *M. Oleífera* y otras especies comerciales de importancia económica,

TIPO	PRODUCTO O DESECHO BRUTO CON POTENCIAL ENERGETICO	PRODUCTO ELABORADO CON POTENCIAL ENERGETICO	SUPERFICIE COSECHADA (Plantas/ha)	PRODUCCION (t/ha/ cortes/año o Kg/ha/ año o)	RENDIMIENTO (L alcohol /t fuente/año/ha o L biodiesel / ha)
Moringa	Hojas	Etanol	700- 1500	>640	8400
Caña de azúcar	Melaza		1500	-	630 -900
Moringa	Semilla	Biodiesel	1500	2500	1500
Jatropha	Semilla		-	2500	1478
Palma de aceite	Racimo de frutos		41100	474	3900-5000

Datos cultivo de *Moringa oleifera* (Madrigal & Avalos 2008), Datos de caña de azúcar (Madrigal & Avalos 2008) (Masera *et al.* 2005), Datos de *Jatropha curcas* (PTA 2008), Datos de palma de aceite (Jorge Martinez *et al.* 2005) (Angulo & Ramirez 2008).

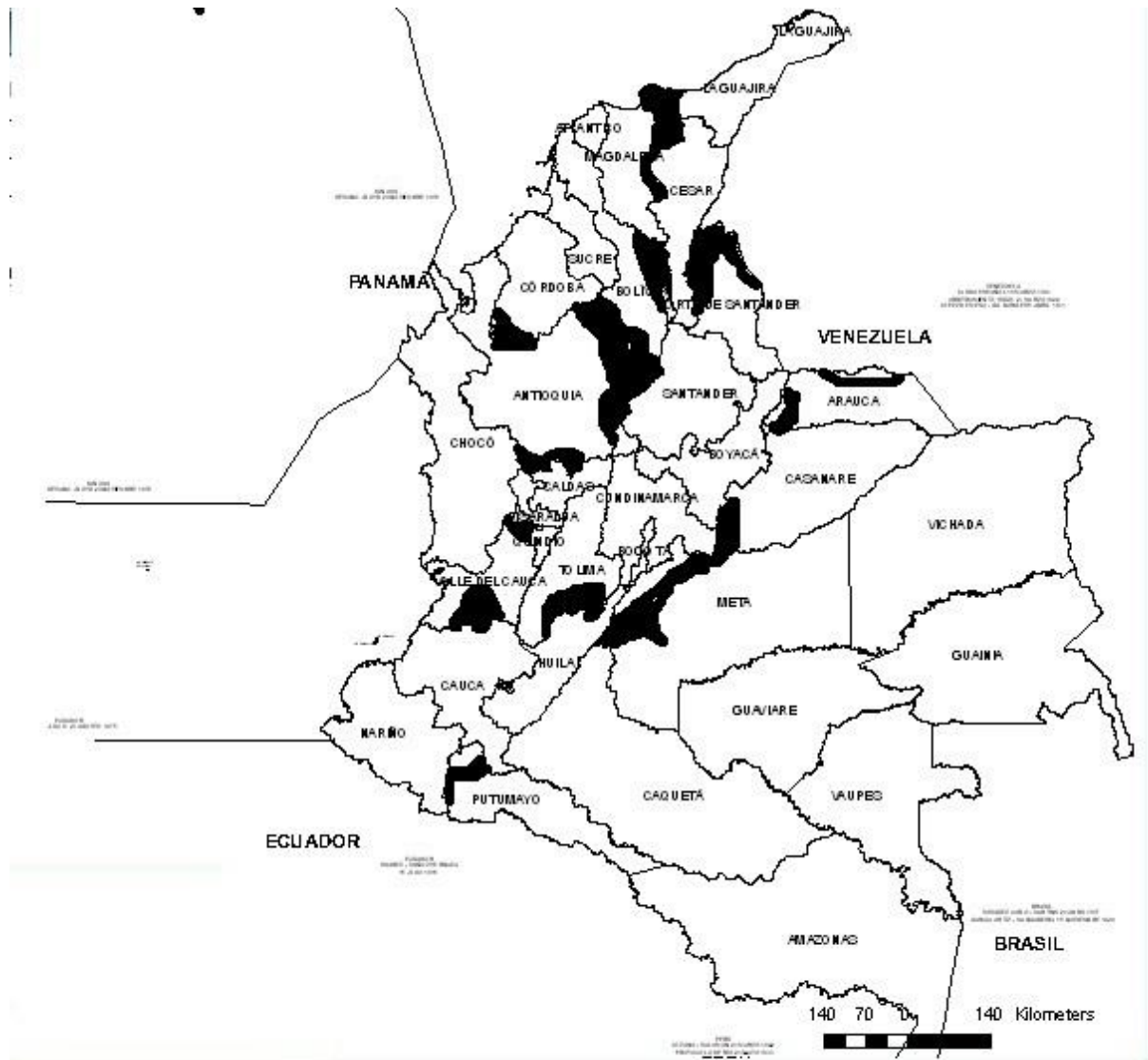


Figura 2. Zonificación de áreas potenciales para el desarrollo de plantaciones del árbol *Moringa oleifera* en Colombia. Las zonas oscuras indican las áreas potenciales de los departamentos promisorios para la especie.

Las regiones Caribe y Andina del país cuentan con las condiciones ambientales que permiten el desarrollo de moringa, y ampliar el mercado del país a partir de alternativas renovables que aún no se han explotado. Los departamentos promisorios cuentan con características que adicional a sus condiciones climáticas y de suelos que permiten la adaptación del cultivo, también cuentan con ubicación geográfica estratégica del país como centros de producción nacional y algunas regiones carecen de proyectos de producción económica que pueda involucrar la población y fomentar la generación de empleo local.

Se propone implementación de un mercado a partir del cultivo de moringa en los departamentos: norte del Norte de Santander en las regiones templado seco y húmedo; nororiente del Magdalena en las regiones cálidas secas y templadas seca; al nororiente de Antioquia en las regiones templadas secas y húmedas debido a que a suroccidente del departamento el desarrollo agrícola es mayor; sur de Bolívar en la región templada seca y húmeda; sin embargo es de tener en cuenta que es una región con mucha área sembrada; al sur del Tolima en la región cálida seca y templada húmeda donde existe mayor movimiento económico agrícola; el Valle del Cauca en al norte y sur en la región templada seca; al oriente del Meta en la región cálida seca y húmeda; sur de Casanare sur , Al oriente de Putumayo en el centro agrícola en la región cálida seca ; Sur de Córdoba y norte y occidente de Arauca en la región cálida seca.

En general los Valles interandinos del país cuentan con climas secos o cálidos, con baja precipitación anual y suelos variados en su composición que dependiendo del uso del árbol de moringa este puede ser desarrollado, además cuentan con vías de acceso a todo el país para la comercialización y ampliación del mercado de sus productos.

Esta propuesta contempla que la plantación del árbol de moringa como potencial aprovechamiento económico en las regiones del país debe contar con la capacidad de uso de los suelos, el Plan de Ordenamiento Territorial y aceptación por la comunidad para su localización, además del montaje de sistemas autosostenibles del recurso.

CONCLUSIONES

Moringa oleífera Lam. posee propiedades multipropósito para explotación y diversificación del sector laboral y de las actividades económicas de Colombia. La explotación de moringa permite el desarrollo de la industria energética, saneamiento de agua y agroindustrial, con beneficios superiores a los ofrecidos por otras especies vegetales. El cultivo bajo condiciones de producción limpia, las actividades de los procesos de explotación pueden generar impactos positivos al ambiente, reduciendo la dependencia de productos económicos o materias primas importadas en industrias de energía, agricultura, farmacéutica y doméstica.

Moringa es una alternativa para el desarrollo de los sectores económico y ambientales de las regiones Andina y Caribe de Colombia porque cumplen con los requerimientos del cultivo en cuanto a las condiciones de clima y suelo, sin embargo se debe tener en cuenta la planeación según el Plan de Ordenamiento Territorial de las regiones potenciales para el desarrollo del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alo, M. N., Anyim, C., & Elom, M. (2012). Coagulation and Antimicrobial Activities of Moringa oleifera Seed Storage at 3 ° C Temperature in Turbid Water. *Advances in Applied Science Research*, 3(2), 887–894. Retrieved from www.pelagiaresearchlibrary.com.
- Angulo, G., & Ramirez, C. (2008). Los biocombustibles etanol y biodiésel, una alternativa para el medio ambiente. Retrieved from <http://www.ciudadviva.gov.co/enero08/periodico/10/>.
- Anjorin, T.S., P. Ikokoh and S. Okolo. (2010). Mineral composition of Moringa oleifera leaves, pods and seeds from two regions in Abuja, Nigeria. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12: 431–43.
- Anwar, F., Hussain, A. I., Iqbal, S., & Bhangar, M. I. (2007). Enhancement of the oxidative stability of some vegetable oils by blending with Moringa oleifera oil. *Food Chemistry*, 103(4), 1181–1191.
- Ashfaq M, Shahzad M. (2012). Moringa : A Miracle Plant for Agro-forestry. *JOURNAL OF AGRICULTURE & SOCIAL SCIENCES*, 8, 115–122.
- Ayerza, R. (2012). Seed and oil yields of Moringa oleifera variety Periyakalum-1 introduced for oil production in four ecosystems of South America. *Industrial Crops and Products*, 36(1), 70–73.
- Biswas, W. K., & John, M. B. (2010). LIFE CYCLE ASSESSMENT OF BIODIESEL PRODUCTION FROM *Moringa oleifera* OILSEEDS. Centre of Excellence in Cleaner Production, Curtin University of Technology, WA. Retrieved from <http://www.c4cs.curtin.edu.au/>.
- Conpes 3510. (2008). LINEAMIENTOS DE POLITICA PARA PROMOVER LA PRODUCCION SOSTENIBLE DE BIOCMBUSTIBLES EN COLOMBIA. *Ministerio de Minas y Energia*. Retrieved from

<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/hidrocarburos/Biocombustible/Conpes203510.pdf>

- Da Silva, J. P. V., Serra, T. M., Gossmann, M., Wolf, C. R., Meneghetti, M. R., & Meneghetti, S. M. P. (2010). Moringa oleifera oil: Studies of characterization and biodiesel production. *Biomass and Bioenergy*, 34(10), 1527–1530. Falasca, S, & Falasca, Silvia. (2008). Las especies del género Jatropha para producir biodiesel en. *Revista Virtual Redesma*, (1), 1–19.
- Foidi, N., Makkar, H., & Becker, K. (2001). *THE POTENTIAL OF MORINGA OLEIFERA FOR AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL USES* (Vol. second edi). Nicaragua.
- Garcia, A., Martinez, R., & Rodriguez, I. (2013). *EVALUACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES DEL TEBERINTO (Moringa oleífera) COMO GENERADOR DE MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA QUÍMICA*. Universidad de El Salvador.
- Ghebremichael, K. A. (2004). MORINGA SEED AND PUMICE AS ALTERNATIVE. *KTH Vetenskap Och Konst*, 1-56.
- Horta, N. (2004). Perspectivas de un programa de biocombustibles en américa central. cepal: naciones unidas comisión económica para américa latina y el caribe.
- Koh, M., & Mohd, T. (2011). A review of biodiesel production from Jatropha curcas L. oil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2240–2251.
- Kumar, vijay; Rubha, M; Manivasagan, M; Babu, R; Balaji, P. (2012). Moringa oleifera - The Nature ' s Gift Abstract: *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 2(4), 203–209.
- Lea, M. (2010). Bioremediation of turbid surface water using seed extract from Moringa oleifera Lam. (drumstick) tree. In *Current protocols in microbiology* (Vol. Chapter 1).

- Lopez, M., Garcia, A., & Yll, L. (2012). CÁSCARA RESIDUAL DEL FRUTO DEL ÁRBOL MORINGA OLEIFERA , PARA EL CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE UN. *Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos."*
- Madrigal, H., & Avalos, T. (2008). *Moringa oleífera. Red Marango* (pp. 1–24). Retrieved from redmarango.una.edu.ni/documentos/26-INIFAP-Moringa-oleifera.pdf.
- Madrona, G. S., Branco, I. G., Seolin, V. J., Alves Filho, B. D. A., Fagundes-Klen, M. R., & Bergamasco, R. (2012). Evaluation of extracts of *Moringa oleífera* Lam seeds obtained with NaCl and their effects on water treatment. *Acta Scientiarum. Technology*, *34*(3), 289–293.
- Martín, C., Moure, A., Martín, G., Carrillo, E., Domínguez, H., & Parajó, J. C. (2010). Fractional characterisation of jatropha, neem, moringa, trisperma, castor and candlenut seeds as potential feedstocks for biodiesel production in Cuba. *Biomass and Bioenergy*, *34*(4), 533–538.
- Martinez, Jhon, Carballo, A., & Roacha, L. (2011). ValoraCiÓN De laS ProPieDaDeS NUTriCioNaleS De *Moringa oleífera* eN el DePartaMeNto De BolíVar. *Revista de Ciencias Universidad del Valle*, *15*, 23–30.
- Martinez, Jorge, Martinez, A., & Dávila, O. (2005). *EL PIÑÓN MEXICANO (Jatropha)*, 2–5.
- Masera, O. R., Aguillón, J., & Gamino, B. (2005). *Estimación del Recurso y Prospectiva Tecnológica de la Biomasa Como Energético Renovable en México*, 1–118.
- Mendieta, B. (2011). *Moringa oleífera as an Alternative Fodder for Dairy Cows in Nicaragua*. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Molano, L. (2011). LAS SEMILLAS DE *Moringa Oleífera* Lam. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Departamento de Química, Monografía de Especialista en Química Ambiental, 1-43.

- Moreno, H. (2010). Ecopetrol, lider en Biocombustibles. In *Biocombustibles: Fuente de desarrollo sistenable para Colombia*, 11–12.
- ONF. (2012). Moringa A Sustainable Agroforestry Fund Sustainable, Profitable Large Scale Agro Forestry Projects. *Moringafund*, (September), 1–37.
- Perez, A., Benítez, J., Vásquez, E., & Obregón, J. (2010). *Moringa oleifera, una alternativa forrajera para Sinaloa*, Culiacán, Sinola, México, 1–30.
- Perez, M. (2008). Hacia el desarrollo sostenible en Colombia. *Documentos de política pública: los aportes de la academia*, 1–62.
- PTA. (2008). Programa biodiesel sostenible para antioquia: Desarrollo de la opción de Jatropha Curcas., 81–136.
- Pollard, F.E. Thompson, G.L. McConnachie. (1995). Microporous carbons from *Moringa oleifera* husks for water purification in less developed countries, *Water Researc*, 29 (1) 337–347.
- Radovich, T. (2009). Farm and Forestry Production and Marketing profile for Moringa (*Moringa Oleifera*), 1–135.
- Rashid, U., Anwar, F., Moser, B. R., & Knothe, G. (2008). Moringa oleifera oil: a possible source of biodiesel. *Bioresource technology*, 99(17), 8175–9.
- Reyes Sánchez, N., Spörndly, E., & Ledin, I. (2006). Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livestock Science*, 101(1-3), 24–31.
- Shapally, P. (2012). Application of *Moringa Oleifera* Seed Extract for Activated Sludge Thickening. The University of Western Australia. Thesis for Bachelor of Engineering, 1-72.
- Tsaknis, J., & Lalas, S. (2002). Stability During Frying of *Moringa oleifera* Seed Oil Variety “Periyakulam 1.” *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(1), 79–101.

Warhurst, M., McConnachie, G., & Pollard, S. (1997). Characterisation and Applications of Activated Carbon Produced from *Moringa oleifera* seed husks by single-step steam pyrolysis. *Wat. Res*, 31(4), 759–766.

Yusniel, M., Garcia, A., & Yll, L. (2012). Cáscara residual del fruto del árbol *Moringa oleifera*, para el cálculo de los parámetros de un. *Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos."*