

2012

Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el Cultivo Sustentable del Piñón (*Jatropha curcas*)



SNV



Contenido

| | |
|--|-------------------------------|
| Abreviaciones y Acrónimos..... | 3 |
| Antecedentes..... | 9 |
| Introducción al Cultivo de <i>Jatropha curcas</i> | 10 |
| Usos y propiedades..... | 10 |
| 1. Selección del Terreno y Preparación de Suelos | 18 |
| 1.1. Sistemas de cultivo vinculados a la Certificación de Emisiones Reducidas..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.2. Planificación de la plantación | 18 |
| 1.3. Selección del terreno..... | 20 |
| 1.4. Limpieza del terreno..... | 23 |
| 1.5. Trazado del terreno:..... | 24 |
| 1.6. Descompactado | 25 |
| 1.7. La aradura y rastreo..... | 26 |
| 1.8. Construcción de drenajes | 27 |
| 2. Métodos de siembra | 27 |
| 2.1. Selección y manejo de semilla | 28 |
| 2.2. Selección y preparación de estacas..... | 30 |
| 2.3. Prueba de germinación..... | 31 |
| Pregerminación..... | 32 |
| 2.4. Métodos y sistemas de siembra..... | 32 |
| 3. Labores de cultivo en <i>Jatropha curcas</i> | 36 |
| 3.1. Fertilización | 36 |
| 3.2. Control de malezas | 37 |
| 3.3. Control de plagas..... | 42 |
| 3.4. Podas | 45 |
| 3.5. Polinización..... | 49 |
| 3.6. Riego..... | 50 |
| 3.7. Manejo y conservación de la flora y fauna | 50 |
| 3.8. Buenas prácticas para el uso y manejo de pesticidas..... | 51 |
| 4. Cosecha y Manejo Post-Cosecha | 55 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1. Cosecha | 56 |
| 4.2. Despulpado | 58 |
| 4.3. Manejo de post-cosecha | 59 |
| 5. Certificación Emisiones Reducidas de Carbono relacionado al cultivo de Jatropha curcas..... | 61 |
| 6. Marco Jurídico Vinculante al cultivo de Jatropha curcas..... | 70 |
| Bibliografía | 78 |

Abreviaciones y Acrónimos

AECID: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo

AGROIPSA: Agroindustria Piñón S.A.

ArcGIS: Sistema de Información Geográfica

AUTOCAD: Diseño Asistido por Computadora

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

CARPROSUL: Cooperativa Agropecuaria Regional de Productores del Sur Limitada

CENTA: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre

CMCC: Convención Marco sobre el Cambio Climático

CORDAID: Organización Católica para Ayuda al Desarrollo

CO₂: Dióxido de Carbono

CO₂eq: Dióxido de Carbono equivalente

DANIDA: Agencia Danesa de Cooperación Internacional

FACTS: Fuels from Agriculture in Communal Technology

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

gr: Gramos

ICF: Instituto de Conservación y Desarrollo Forestal

MIP: Manejo Integrado de Plagas

mm: milímetros

msnm: metros sobre el nivel del mar

SNV: Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo

SERNA: Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente

t/ha/año: Toneladas por hectáreas por año

PRESENTACIÓN

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA)

Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV)

La producción de biocombustibles es un tema sumamente controversial debido a los problemas originados por el establecimiento de extensas plantaciones de monocultivos que con frecuencia conllevan la destrucción y/o sustitución de bosques primarios, la utilización de tierras con alto potencial agrícola para la producción de alimentos, la alteración de los cursos hídricos, la utilización de agua superficial y subterránea para riego, el acaparamiento de tierras por grandes empresas en desmedro de pequeños productores, especialmente grupos étnicos ocasionándoles la pérdida de su más valioso patrimonio (la tierra y el bosque), desplazamiento de asentamientos humanos, riesgos para la seguridad y soberanía alimentaria, entre otros.

Paralelamente a este penoso panorama, la demanda de los combustibles crece en forma alarmante, mientras que las reservas naturales de recursos fósiles, especialmente las reservas de petróleo se agotan inexorablemente, generando crecientes y agudas crisis económicas e inestabilidad política y social.

Sin embargo, la humanidad necesita servicios energéticos para satisfacer sus necesidades, siendo imprescindible y urgente la búsqueda de fuentes alternativas.

Por todo lo antes expuesto, SNV acorde a su misión de contribuir a aliviar la pobreza y hacerlo bajo principios de equidad de género y sustentabilidad ambiental, ha establecido alianzas estratégicas con organismos afines con el propósito de impulsar iniciativas orientadas a identificar fuentes de producción energética renovable que permitan a la vez generar oportunidades de empleo, mejorar los ingresos de la población de más bajos recursos económicos, propiciando la equidad en las relaciones de género y el equilibrio ambiental mediante la articulación competitiva de organizaciones o empresas de pequeños productores a la cadena de valor de grandes empresas vinculadas a la producción energética en una relación "Ganar - Ganar".

Para tal fin, SNV ha realizado diferentes estudios en la búsqueda de especies nativas con potencial energético para que la población local encuentre alternativas de producción sustentables para adaptarse a las consecuencias del cambio climático y a la vez mitigar sus efectos, entre las especies identificadas en Honduras se pueden mencionar las siguientes: a) en el Litoral Atlántico, el Corozo (*Attalea cohune*) y b) en la Región del Sur, el Jícaro (*Crescentia alata*) y el Piñón (*Jatropha curcas*).

Como parte de las alianzas estratégicas antes referidas, SNV ha suscrito convenios de cooperación técnica y financiera con Cordaid y la Embajada Real de Dinamarca (ERD) para ejecutar a nivel piloto en la Región Sur de Honduras los proyectos denominados: “Producción de biodiesel bajo un enfoque de Negocios Inclusivos a partir del cultivo sustentable de *Jatropha curcas*” y “Reforestación de áreas degradadas en la Zona Sur de Honduras a través del cultivo sustentable de *Jatropha curcas* (Piñón)”.

A partir de la experiencia y lecciones aprendidas en la ejecución de los proyectos antes citado, en coordinación con la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) se ha elaborado la presente Guía de Mejores Prácticas Ambientales para el cultivo Sustentable de *Jatropha curcas* (Piñón) con el propósito que los productores lo utilicen para obtener rendimientos óptimos y simultáneamente crear condiciones de producción ambientalmente sostenibles y socialmente aceptables.

La publicación y divulgación de la presente Guía se realiza gracias al apoyo financiero de Cordaid y ERD.

Tegucigalpa, Honduras, Julio de 2012.

Damien Vander Heyden

Representante Nacional.

SNV Honduras

INTRODUCCIÓN

Las actividades agrícolas en Honduras constituyen una contribución directa al producto interno bruto, representando este sector un aporte continuo y directo al desarrollo económico y social del país.

En Honduras el piñón (*Jatropha curcas*) se encuentra esparcido por casi todo el territorio e históricamente su cultivo se limitó al uso de la planta como cerca viva, pero a través de los años se han logrado identificar las bondades del cultivo, tanto a nivel económico como ambiental. En Centroamérica, en Honduras específicamente, se han desarrollado varios proyectos con esta especie y se ha demostrado que su fruto posee un gran potencial para la generación de biocombustibles a través de la extracción del aceite de la semilla, lo que se traduce en una demanda de dicho fruto en el mercado local, nacional e internacional.

Es de conocimiento general que toda actividad antropogénica genera impactos tanto positivos como negativos en el ambiente. El caso de las plantaciones no es la excepción, por ende el cultivo de piñón no está exento de dicha categorización. Debido a lo anterior surge la necesidad de identificar todos los impactos negativos y positivos del cultivo, lo cual se realiza a través de la evaluación de cada uno de los procesos productivos del piñón.

En esta guía se expone una descripción general de todo el proceso productivo del cultivo de piñón como ser; la selección del terreno y preparación de los suelos, los métodos de siembra, las labores de cultivo, cosecha y manejo post cosecha, así como un resumen de los principales impactos al ambiente y medidas de mitigación y compensación que aplican a cada caso.

Además de exponerse de manera clara y detallada cada proceso del cultivo, se han logrado identificar prácticas agrícolas sostenibles, en base a experiencias reales en el país. Dichas prácticas agrícolas están orientadas al aumento de la rentabilidad del cultivo apuntando siempre a la sostenibilidad del ambiente.

La guía brinda lineamientos generales y orientaciones prácticas en el manejo de cada proceso del cultivo, los cuales facilitará que pequeños, medianos y grandes productores mejoren sus prácticas de cultivo de piñón. De igual forma se presentan en este documento los principales cuerpos legales que tienen aplicabilidad en las actividades inmersas en la producción de piñón. Dicha sección permite a los

productores conocer las principales artículos orientados a este rubro, los cuales han sido tomando en cuenta las diferentes matrices ambientales.

Es importante destacar, que todo lo expuesto en esta guía es en base a mas de ocho años de experiencia que ha desarrollado el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV) en el tema y en base al proyecto que actualmente se esta desarrollando junto con la cooperativa CARPROSUL en el sur del país. Además, se han tomado como referencias prácticas apropiadas que llevan a cabo con buenos resultados otras organizaciones de cooperación, proyectos y empresas privadas.

El contenido temático, revisión y oficialización de esta Guía ha sido coordinado y autorizado por la SERNA según el procedimiento técnico que forma parte del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA).

Antecedentes

El origen de la *Jatropha curcas* (conocido ampliamente en Honduras como piñón) según la mayoría de los estudios concluye que el origen de ésta planta es América Central y México. Se tiene conocimiento que desde épocas precolombinas esta planta ha sido cultivada por sus propiedades medicinales para el tratamiento de enfermedades en humanos y animales domésticos (más de 200 tratamientos), precisamente por esa razón, se cree que los pueblos indígenas la distribuyeron por toda América del Sur. Por su valor como cerca viva, producción de aceite y propiedades medicinales, el piñón hoy se encuentra ampliamente diseminado alrededor del mundo.

El cultivo de *Jatropha curcas* en Centroamérica con la finalidad de producir biocombustibles inició en Nicaragua en 1988 con el proyecto de biomasa que ejecutó la Universidad Nacional de Ingeniería en coordinación y asesoría técnica de la empresa Sucher y Holzer y financiamiento de la Cooperación Austríaca. Dicho proyecto se estableció en el departamento de León mediante el cual se sembraron un total de 1,200 hectáreas, las que posteriormente fueron abandonadas, entre otros, por problemas de carácter político, técnico, organizativo y comercialización.

En Honduras el piñón se encuentra esparcido por casi todo el país, históricamente su cultivo se limitó al uso de la planta como cerca viva. Existen aldeas y caseríos en municipios del sur de Francisco Morazán donde la semilla aún es utilizada para la fabricación casera de jabones, así como, para el tratamiento de algunas enfermedades, especialmente de la piel, heridas, reumatismo y como purgante. En los departamentos de Olancho, Santa Bárbara, La Paz, Intibucá, Ocotepeque, Yoro, Colón/Bajo Aguán, entre otros, existen abundantes plantaciones de piñón como cerca viva.

En Honduras actualmente se desarrollan varias experiencias para la producción de biocombustibles a partir del piñón, entre las más relevantes se pueden citar las siguientes:

Sector Privado: Agroindustrias Piñón S.A (AGROIPSA), ubicada en la región sur, Corporación Dinant, plantaciones en la región central, Finca San Martín, Olancho.

Con apoyo de organismos internacionales / cooperación: Proyecto Gota Verde: Yoro. GIZ/ESEMA: Olancho. Escuela Agrícola El Zamorano: Francisco Morazán y El Paraíso. SNV / CARPROSUL: Choluteca.

Introducción al Cultivo de *Jatropha curcas*¹

Reino: Plantae

Division: Embryophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiaceae

Genero: *Jatropha*

Especie: *J. curcas*

Nombre binominal:

Jatropha curcas

El nombre del género

Jatropha se deriva del griego ***iatrós*** que significa "**doctor**" y ***trophé*** "**alimento**" por sus propiedades medicinales².

Nombre común: piñón (Honduras, Guatemala, México), Tempate (Nicaragua, El Salvador y Costa Rica), Coquillo (Costa Rica), Piñón Blanco (Perú y Ecuador), Nuez purgante y Piñoncillo (México), Piñón Manso (Brasil).

Algo muy importante a resaltar es que actualmente el término *Jatropha* es utilizado para referirse al piñón, sin embargo, en el género *Jatropha* se conocen más de 170 especies.

Usos y propiedades

La *Jatropha curcas* es una planta perenne, cuyo ciclo de madurez fisiológica se alcanza entre el quinto y sexto año, extendiendo su vida productiva productivo alrededor de 45 a 50 años. Es de crecimiento rápido con una altura normal de 4 a 6 metros, ocasionalmente alcanza los 8 metros (sin podas). El grosor del tronco es de 20 cm con crecimiento desde la base en distintas ramas. La corteza es blanco grisácea y exuda un látex translúcido.

Todas las partes de la planta del piñón tienen propiedades significativas para el bienestar humano y el ambiente, sin embargo, el actual auge para cultivarla radica en

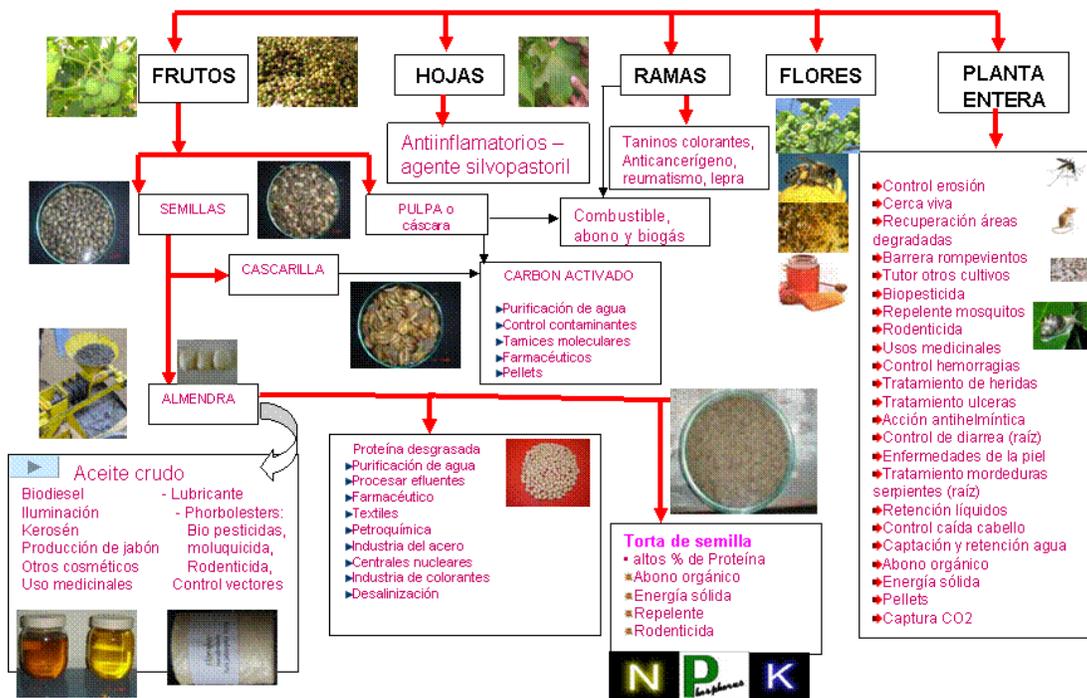


¹ Linnaeus 1753.

² Joachim Heller, Physic nut, International Plant Genetic Resources Institute.

su capacidad para producir biocombustibles (aceite, biodiésel), así como, la generación de energía renovable a partir de la torta obtenida en el proceso de extracción de aceite.

Imagen 2: Productos obtenidos de la *Jatropha curcas*



Planta entera:

El árbol del piñón es ampliamente utilizado en la construcción de cercas vivas para potreros, cultivos agrícolas, solares, etc.; también se siembra con el propósito de controlar la erosión de los suelos y mejorar la calidad de los mismos, permitiendo la recuperación de suelos marginales o en procesos de desertización; mejora la captación y retención de aguas lluvia; otros usos importantes son la producción de abonos orgánicos, medicina, pesticida (insecticida, molusquicida, rodenticida, repelente), tutor de otros cultivos, ejemplo: la vainilla. Incluso en asocio con otras especies forestales sirve como barrera rompevientos para la protección de cultivos.



Imagen 3: *Jatropha curcas* utilizada como cerca viva

Tallo y ramas:

Los tallos crecen con discontinuidad morfológica (el crecimiento no es uniforme) en cada incremento. La corteza es de color verde amarillenta, pálida y casi lisa, delgada como papel, con desprendimientos en tiras horizontales (Garcés, 2009).

De las ramas se obtienen estacas para reproducción asexual (siembra por estacas). Del tallo se extrae un látex que contiene "jatrophine" el cual posee propiedades anticancerígenas. Este látex ha sido utilizado en el control de hemorragias producidas por heridas. El látex posee taninos que son usados como colorantes de textiles ya que produce una mancha color café que es casi indeleble. También se utiliza como bioinsecticida muy efectivo. La madera no es buena como combustible.

Hojas:

Las hojas normalmente se forman con 3 a 7 lóbulos acuminados, poco profundos y grandes con pecíolos (tallos) largos de 10 a 15 cm. El haz (cara superior de la hoja) es verde, y el envés (parte posterior de la hoja) es verde claro con unos pelillos finos (Garcés, 2009).

Imagen 4: Hoja de *Jatropha*



Las hojas tienen propiedades anti-inflamatorias, sirven como abono orgánico, protección del suelo y de retención humedad en el suelo. Uso eficaz como pesticida natural.

Raíz:

Normalmente se forman cinco raíces, una central y cuatro periféricas. Contiene un aceite color amarillo con potente acción antihelmíntica, también es usado en tratamientos externos en úlceras y en la India ha sido utilizado como antídoto en mordeduras de serpientes. Por otro lado, la cocción de hojas y raíces es útil para las diarreas. A nivel de suelo contribuye al control de la erosión y mejora la captación y retención de aguas lluvia.

Frutos:

El fruto de la *Jatropha curcas* es una cápsula drupácea y ovoide, después de la polinización se forma una fruta trilobular de forma elipsoidal. Inicialmente son de color verde y carnosos, pero al madurar van cambiando su color al amarillo, hasta volverse de color café oscuro o negro. Las cápsulas de

Imagen 5:
Frutos de *Jatropha curcas*



los frutos son de 2.5 a 4 centímetros de largo por 2 centímetro de ancho, elipsoidales y lisas.

La *Jatropha curcas* puede producir varias cosechas durante el año si la humedad de la tierra es buena y las temperaturas son suficientemente altas. El desarrollo del fruto necesita aproximadamente 90 días desde la floración hasta que madura la semilla.

La pulpa del fruto puede ser utilizada como combustible sólido en co-generación de energía, posee más de 4500 kilocalorías/kilogramo, se puede usar como fuente calorífica para la cocción de alimentos, en la producción de biogás o como abono orgánico. La pulpa combinada con la cascarilla y/o la torta que se obtiene en el proceso de extracción de aceite sirve para elaborar briquetas para estufas o para la generación de vapor y/o energía.

Semillas:

El aceite obtenido de la semilla de *Jatropha curcas* es una fuente de energía renovable no convencional, ambientalmente amigable, excelente sustituto del diésel, kerosén y otros combustibles fósiles. La semilla se utiliza principalmente para la extracción de aceite y a partir de éste se puede producir biodiésel, lubricantes, combustible para iluminación, jabones, usos cosméticos. También se le atribuyen propiedades medicinales como antisifilítico, purgante, eficaz contra parálisis, uso externo en lesiones dérmicas, reumatismo, controla la retención de líquidos, es de utilidad en la ciática y estimulante en el crecimiento del cabello. Por su contenido de Phorbol esters se puede utilizar en la elaboración de biopesticidas.



Imagen 6: Semilla de *Jatropha curcas*

El proceso de extracción de aceite genera aproximadamente un 67% de torta en relación al peso total de la semilla prensada.

OBSERVACION: Las semillas son tóxicas, se tiene conocimiento que 3 de ellas pueden causar la muerte de un adulto. Considerando que el sabor de las semillas es similar al maní o cacahuate, se debe tener mucho cuidado para que los niños no la consuman.

Torta de semilla del piñón:

La torta de la semilla de piñón se puede utilizar en la producción de biogás, abono orgánico, fabricación de briquetas o pellets para cocción de alimentos. La torta tiene altos contenidos nutricionales (más de 38% de proteínas) los que al ser liberados de las toxinas se pueden convertir en valiosa materia prima para la elaboración de alimentos concentrados para animales domésticos (aves, peces, bovinos, etc.), sin embargo, se debe tener mucha precaución con el uso de esta información, ya que investigaciones realizadas por el Proyecto Tempate en Nicaragua encontraron trazas cancerígenas aún en la quinta generación en ratas sometidas a investigación.



Imagen 7: Torta de semilla de piñón

Beneficios ambientales a partir del cultivo del piñón:

- El cultivo del piñón puede contribuir significativamente a la diversificación de la matriz energética del país a través de la utilización del aceite como biocombustible, en automotores, motores de combustión interna en procesos industriales, posibilidad de utilizarse en cocinas limpias, lámparas caseras, entre otros.
- La adaptabilidad del piñón a suelos degradados y a la sequía permite la recuperación de zonas deforestadas o desertificadas.
- El cultivo del piñón en secano (sin riego) no altera el balance hídrico.
- En los suelos contribuye a incrementar su fertilidad, disminuir las escorrentías, controlar la erosión y mejorar la capacidad de retención de agua.
- Favorece la biodiversidad y conservación ecológica en zonas marginales al mantener un hábitat ideal para insectos polinizadores, aves, reptiles y mamíferos.
- Reducción en el uso de energía fósil.
- Contribuye a la captura de dióxido de carbono (CO₂).
- No se interviene en el ciclo del carbono.
- Disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (requiere mecanización mínima, sustituye uso de combustibles fósiles, etc.).
- El establecimiento de rondas reduce los riesgos de incendios forestales.

Beneficios socioeconómicos:

- Socioeconómicamente contribuye a la generación de fuentes de empleo y autoempleo, así como, a incrementar los ingresos en zonas deprimidas y por ende a mejorar la calidad de vida, especialmente de pequeños productores. Se estima que por cada hectárea cultivada con *Jatropha curcas* se genera 0.88 empleos directos (equivalente a 211 jornales anuales) y 1.5 empleos indirectos.
- Desde el punto de vista macroeconómico, la producción de biocombustibles a partir del piñón pueden contribuir significativamente a reducir las importaciones de derivados de petróleo y por ende a disminuir la fuga de divisas, con lo que el país estaría en mejores condiciones para enfrentar, problemas sociales como los relacionados con educación, salud, entre otros.

Requerimientos Agroecológicos de *Jatropha curcas*

La *Jatropha curcas* aún es considerada una especie silvestre (no domesticada), su auge como cultivo energético a nivel comercial es relativamente reciente, por esa razón, no existen suficientes investigaciones, así como, el desarrollo de prácticas para el establecimiento y manejo de plantaciones que puedan ser aceptadas universalmente. Sin embargo, no se debe desconocer los avances significativos que en materia agronómica e industrial han desarrollado una cantidad importante de empresas privadas, organismos de cooperación, investigadores, centros de estudio, etc.

La información que se detalla en la presente Guía, resume las prácticas que mejores resultados han demostrado en aspectos productivos y de sostenibilidad ambiental en el cultivo de *Jatropha*, para ello se han recopilado diferentes experiencias que se han llevado a cabo a nivel de pequeños productores, así como, de plantaciones comerciales desarrolladas en el ámbito centroamericano, especialmente las desarrolladas por SNV y CARPROSUL en la Región Sur de Honduras.

Suelos:

Precisamente por ser una planta oleaginosa que se adapta a condiciones agroecológicas adversas (tierras de baja fertilidad y resistente a la sequía, altas temperaturas), el piñón se convierte en una alternativa viable para la producción sustentable de biocombustibles.



Imagen 8: Tierra degradada apta para siembra de piñón

Es una planta que se adapta a casi todo tipo de suelos, desde franco arenosos, profundos, de alta fertilidad, hasta tierras marginales, semi áridas y/o en proceso de degradación. Aunque se puede cultivar en tierras planas, los mejores resultados se han obtenido en terrenos con pendientes que evitan la acumulación de aguas lluvia. No es recomendable cultivarle en terrenos inundables ni en terrenos que no permiten un amplio desarrollo radicular de la planta.

En tierras fértiles no se recomienda la siembra de piñón porque en ellas se pueden establecer cultivos más rentables y que contribuyan a la seguridad alimentaria.

La selección del terreno es un factor clave, determinante para el éxito o fracaso del cultivo. No es cierto que el piñón se pueda cultivar en todo tipo de terreno.

Precipitación:

La planta crece y puede sobrevivir con precipitaciones desde 300 milímetros al año. Prospera en forma exitosa con precipitaciones anuales bien distribuidas entre 800 y 1200 milímetros (mm). Si los suelos cuentan con buena capacidad de infiltración y/o drenaje puede soportar precipitaciones de 2500 mm anuales.

Se puede cultivar sin necesidad de riego aunque su rendimiento es menor que cuando se aplican riegos periódicos, especialmente durante la época de sequía. Responde muy bien a riegos en la etapa de crecimiento. La intensidad y frecuencia de los riegos está determinada principalmente por el tipo de suelo, temperatura ambiente, estadio y ciclo del cultivo.

El bajo requerimiento de agua para su desarrollo y producción de frutos, semillas/granos es otra de las razones poderosas para que el piñón se torne en un cultivo energético de gran valor estratégico.

El establecimiento de plantaciones cultivadas en secano (sin riego) en la Región Sur de Honduras están demostrando que su rentabilidad aceptable y es la mejor alternativa como actividad económica para pequeños productores que cuentan con tierras que las han dejado de cultivar por baja producción en sus cultivos tradicionales.

Altitud:

La planta crece en un extenso margen de altitudes, sin embargo, los mejores rendimientos se obtienen cuando se cultiva entre los 0 y 800 metros sobre el nivel del mar (msnm), a medida que la altitud aumenta, la producción del piñón disminuye.

Temperatura:

Se adapta a un amplio rango de temperaturas, siendo las óptimas para el cultivo entre 25 y 35 grados centígrados (°C). Estudios realizados en el Alto Egipto demuestran que la planta crece muy bien aun cuando la temperatura excede los 40°C durante 260 días al año. En bajas temperaturas no se ha establecido el comportamiento de la planta, sin embargo, aquellas temperaturas duraderas cercanas al punto de congelamiento pueden ocasionar la muerte del árbol.

Viento:

Los vientos con velocidades de 50 metros por minuto activan la transpiración removiendo el aire húmedo de la copa, la polinización y fructificación. La planta del piñón soporta vientos moderados, sin embargo, cuando éstos superan los 40 kilómetros por hora pueden surgir efectos como el derribamiento de plantas, daño en la estructura vegetativa, atrofiamiento del desarrollo vegetativo y los retoños, deformación de las copas, daño y caída de hojas y flores; la fecundación es perjudicada, los frutos son arrancados y desollados al rozarse unos con otros, además, el viento transporta semillas de malezas y hongos, puede causar erosión eólica, quedando el terreno arenoso y desprovisto de materia orgánica.

Radiación:

La luz solar luminosa es importante para una rápida respuesta de la planta, así como, un mejor aprovechamiento de los agentes polinizadores. Se ha observado una mayor presencia de polinizadores y depredadores en las plantaciones en días soleados, colaborando a incrementar rendimientos de frutos y reducir la presencia de plagas como la langosta y la chinche.

| Condiciones agroecológicas ideales para el cultivo de piñón | |
|---|---|
| Pluviometría: | 800 a 1200 milímetros (mm) anuales, bien distribuidos |
| Estación seca: | 3 – 6 meses |
| Altitud: | 0 – 800 metros sobre el nivel del mar (msnm) |
| Temperatura: | 25 a 35 grados centígrados (°C) |
| Vientos: | Leves a moderados |
| Fotoperiodo: | Días con buena iluminación solar |

| | |
|-------------------------------|--|
| Suelos: | Bien drenados – arenosos. Tolera suelos infértiles |
| Textura de los suelos: | Mediana a liviana |
| Drenaje: | Muy Bueno |
| Topografía: | Plana a ondulada: tecnificado, usando maquinaria. Laderas: son ideales para el cultivo, pero es más aplicable para pequeñas plantaciones que no requieren del uso de maquinaria. |

1. Selección del Terreno y Preparación de Suelos

Una de las actividades de importancia trascendental en el cultivo de *Jatropha curcas* es la selección del terreno ya que es una planta que puede permanecer en producción durante más de 40 años y el tipo de suelo que se elija incidirá directamente en la cantidad de frutos y semillas que se producirá.

Por lo que en base a lo anterior la siembra de *Jatropha curcas* generalmente se recomienda realizarlo en suelos degradados o en proceso de deterioro ecológico, debido a que esto responde a la naturaleza misma de la planta, por su alto grado de tolerancia a la sequía y su fácil adaptación a suelos pobres de bajo contenido de nutrientes. Sin embargo, eso no significa que la plantación va a lograr altos rendimientos de grano y aceite. El suelo se debe seleccionar considerando el sistema de siembra que se ha decidido implementar (monocultivo, cultivo mixto, cerca viva), así como, los requerimientos básicos de la planta.

1.1. Planificación de la plantación

Antes de iniciar con el establecimiento de la plantación de *Jatropha curcas*, es recomendable hacer un croquis del terreno (mapa a mano alzada) con el propósito de identificar el potencial de cada área y de acuerdo a ello planificar que cultivo es el que mejor se puede desarrollar o adaptar en cada "lote". Por lo que resulta importante decidir cual será la finalidad del cultivo, entre ellas puede considerar las opciones siguientes:

- Mejorar los ingresos a través de la recuperación de áreas de terreno degradadas o en proceso de degradación en las que otros cultivos ya no son rentables por su baja productividad. En este caso se puede optar por el establecimiento de un

monocultivo de piñón (sembrar solo piñón en el terreno) o hacerlo en forma intercalada o en asocio con otro cultivo.

Imagen 9: Tipos de siembra para establecimiento piñón en tierras degradadas



- Reforestar cuencas y microcuencas hidrográficas generando simultáneamente beneficios económicos por medio de la producción de *Jatropha curcas* como materia prima para la industria de los biocombustibles y/o generación de energía renovable.

Imagen 10: Beneficios y uso de *Jatropha*



- Construcción de "cercas vivas", con ello evitará el robo de alambre y postes, así como, la deforestación que ocurre por la corta periódica de árboles para obtener "postes muertos", además de los beneficios anteriores, también puede obtener ingresos adicionales por la venta de la producción de *Jatropha curcas*.

Para la elaboración del croquis del terreno se puede hacer a partir del ejemplo que se muestra en la siguiente composición fotográfica, sustituyendo las fotografías por dibujos o describiendo las características del terreno:

Imagen 11: Consideraciones para elaborar croquis de terreno



1.2. Selección del terreno

Para el cultivo de *Jatropha curcas* se ha identificado que los suelos más adecuados son los francos, franco arenoso arcilloso y limosos. Además, como se ha señalado anteriormente, la planta de piñón crece prácticamente en "casi" todo tipo de suelos y sobrevive en condiciones climáticas extremadamente adversas (puede soportar condiciones de sequía severa y baja fertilidad del suelo), por otra parte, si se desea establecer una plantación con fines comerciales de la que se espera una productividad y rentabilidad adecuada, resulta imprescindible seleccionar suelos que tengan como mínimo las siguientes características:

- El terreno debe ser suelto para que facilite el crecimiento profundo de las raíces.

Imagen 12: Consideraciones para seleccionar el tipo de suelo



- El agua no se debe encharcar (anegar) durante el período de lluvias.

Por otra parte hay que considerar que normalmente los pequeños agricultores disponen de poca tierra, por ello deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Para el cultivo de *Jatropha curcas* se deben seleccionar terrenos con poca fertilidad, donde los cultivos tradicionales como el maíz ya no son rentables sembrarlos debido a su baja productividad.

Imagen 13: Terreno infértil con raquítica producción de granos



- Los suelos deben ser livianos, franco arenoso a franco arcilloso, con buenos drenajes.

- Si el terreno de la parcela o una parte de ella es fértil, se recomienda no sembrar piñón, ya que en ella se deben establecer cultivos que le ayuden a obtener los alimentos de consumo familiar (ejemplo: granos básicos, hortalizas, frutales, etc.). La única forma que puede cultivar piñón en este tipo de terreno es como "Cerca Viva".

Imagen 14: Cercas vivas de piñón



- Los terrenos con cobertura de árboles forestales por ningún motivo deben ser descombrados o deforestados para sembrar piñón ya que el daño ambiental que se ocasiona es muy grave.
- Terrenos en los que el agua lluvia se acumula (empantana) no se deben seleccionar a menos que tenga los medios y recursos para construir obras de infraestructura conocidas como "bordes o camas" y "canales de drenaje o desagüe", no obstante, estas obras son muy costosas tanto para la construcción como para su mantenimiento durante la vida de la plantación, reduciendo significativamente la rentabilidad del cultivo y en muchos casos no resulta viable económicamente establecer plantaciones de piñón en ese tipo de terrenos.
- Es importante mencionar que en terrenos compactados que no permiten que la raíz de la planta se desarrolle, el árbol podrá crecer, sin embargo su producción será muy baja y por tanto el productor terminará abandonando el cultivo o arrancando las plantas de *Jatropha curcas*. La habilitación de este tipo de terrenos para este cultivo también es de costos muy elevados, normalmente se debe utilizar maquinaria pesada y equipo especial.

Imagen 15: Obras a realizar para habilitar terrenos compactados



1.3. Limpieza del terreno

Para la siembra de *Jatropha curcas*, como para cualquier otro cultivo, la preparación del terreno debe empezar con la limpieza. Para esto se recomienda realizar la limpieza del terreno con unos o dos meses de antelación al inicio del período de lluvias ya que permite que la maleza esté totalmente marchita o en proceso de descomposición si ha sido incorporada al suelo, con ello facilitará las labores de siembra, especialmente si la misma se realizará en forma directa.

Como se mencionó anteriormente, la limpieza del terreno donde se establecerá el cultivo de piñón es muy importante, por lo que a continuación se procede a explicar los métodos más utilizados para realizar dicha limpieza:

- **Control Manual:** Es el método más utilizado por pequeños productores y el que ambientalmente representa la mejor opción para el establecimiento de cualquier cultivo se puede realizar tanto a terrenos con topografía plana como en laderas, otra ventaja de éste método es que brinda oportunidades de empleo y autoempleo a nivel local.
 - Es recomendable que la maleza gruesa se corte en trozos medianos y se agrupe en hileras en sentido transversal a la pendiente del terreno y entre esas hileras se siembre el piñón;

Imagen 16: Limpieza del terreno Control Manual y alineamiento de la broza en hileras



- Los árboles existentes en el terreno no hay que cortarlos, únicamente podarlos para reducir la sombra que éstos generen en el cultivo.

- **Control Mecánico:**

Se utiliza principalmente en terrenos con topografía plana y para el establecimiento grandes extensiones de cultivo.

- Es muy importante que el material vegetativo que se genera de los arbustos, se corte en trozos muy pequeños para incorporarlos al suelo como materia orgánica.

Imagen 17: Uso maquinaria para limpieza terreno



- **Control Químico:** Ambientalmente es el menos recomendable, sin embargo, su uso en ocasiones es necesario para eliminar malezas de difícil control y que interfieren con el crecimiento inicial de las plántulas del piñón. Si no es viable el reemplazo de este método, además de cumplir con todas normas de protección ambiental y seguridad del personal que hará las aplicaciones, es recomendable colocar un pantalla protectora que reduzca el riesgo de contaminar fuentes de agua o que afecte a otros cultivos en las proximidades.



Imagen 18: Uso de plaguicidas

1.4. Trazado del terreno:

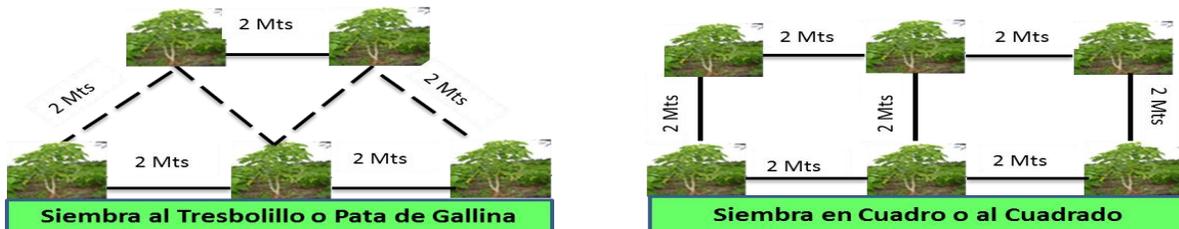
Antes de proceder a la siembra es importante decidir el método y las distancias entre planta - planta y entre hileras o surcos. Otros aspectos importantes a considerar son:

- Los métodos o técnicas de cultivo (si se realizará en forma manual o mecánica). Si las labores de cultivo se realizarán en forma mecánica es indispensable considerar el ancho de trocha del equipo que será utilizado para evitar complicaciones futuras.
- Topografía del terreno (en terrenos planos la siembra se puede realizar utilizando técnicas en cuadro o en tresbolillo, sin embargo, en ladera es recomendable hacerlo únicamente en tresbolillo ya que contribuye a disminuir la velocidad de las aguas lluvia y por ende a reducir la erosión de los suelos.
- El trazado de curvas a nivel en terrenos con pendiente es altamente recomendado para disminuir la velocidad de la escorrentía y reducir la erosión de los suelos.

En el caso del cultivo del piñón el trazado se realiza inmediatamente después de la limpieza del terreno y antes de la preparación y/o siembra del mismo, respetando las distancias entre planta y planta y entre hileras de conformidad con los métodos o técnicas de cultivo que serán utilizados posteriormente.

La forma más sencilla de hacer el trazado es marcando previamente las distancias de siembra en un cordel. Cuando se necesita realizar labores de descompactación y/o aradura en el terreno, en primera instancia únicamente se marcan las hileras. Posteriormente se marcan las distancias entre plantas. Considerando que el suelo está suelto y con el fin de reducir costos y utilizar el mínimo de estacas para las marcaciones, estas se pueden hacer con el equipo que se utilizará para hacer la ahoyadura.

Imagen 19: Distancias recomendadas para siembra de *Jatropha*



1.5. Descompactado

La compactación del suelo se origina principalmente por prácticas inadecuadas de cultivo y por el pisoteo de animales, esta situación del terreno impide el crecimiento normal del sistema radicular de las plantas teniendo un impacto significativo en el desarrollo de la misma y en una producción significativamente baja de frutos y semillas.

Para determinar si un suelo está o no compactado, antes de realizar la aradura (terrenos planos) o siembra (terrenos de ladera), se recomienda hacer calicatas (excavaciones) en diferentes sitios del terreno. La calicata consiste en hacer un corte en el terreno de un metro y medio de largo por un metro de ancho y un metro de profundidad en la parte frontal del corte, disminuyendo el mismo en forma progresiva hacia la parte posterior hasta llegar nuevamente a la superficie del terreno.

El siguiente esquema ilustra el corte de una calicata:

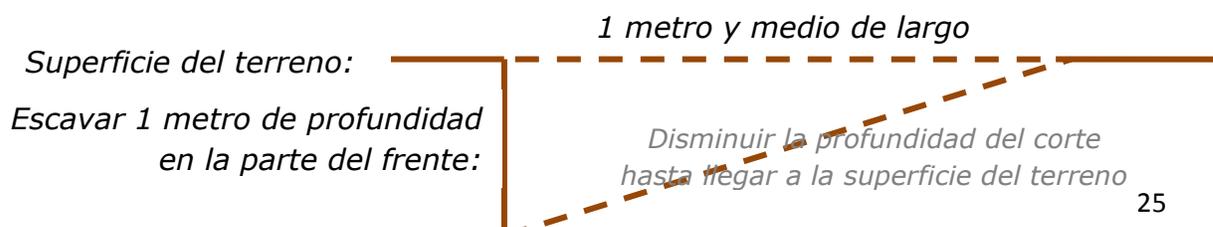


Imagen 20: Construcción de una calicata

En el corte de la parte del frente del terreno se podrán observar diferentes capas del suelo, así mismo, durante la excavación, si existe compactación se podrá identificar que una capa que es más dura de escavar que las demás. Si la dureza es similar en todo el corte, generalmente significa que no hay compactación o una compactación superficial muy grande, en esas condiciones prácticamente es imposible establecer cualquier cultivo, incluyendo naturalmente el piñón.

La descompactación en terrenos de grandes extensiones y topografía plana se realiza utilizando maquinaria. La profundidad siempre debe ser mayor a la profundidad de la capa dura.

Para la siembra de terrenos compactados con topografía plana o en ladera en pequeña escala es necesario perforar agujeros que rebasen el nivel de compactación y con un mínimo de 40 a 50 centímetros de profundidad y 30 a 40 centímetros de diámetro para facilitar el crecimiento inicial de las raíces de las plantas de *Jatropha curcas*. Estas dimensiones son las mismas que se utilizan cuando la siembra se hace en forma indirecta.

1.6. La aradura y rastreo

La aradura y rastreo son métodos de preparación de tierra que en el cultivo de *Jatropha curcas* no es recomendable realizarlos por su alto costo. Sin embargo, la aradura y el rastreo son necesarios en los casos que se planifique realizar siembra directa, en plantaciones comerciales (grandes áreas de cultivo), en terrenos planos o levemente ondulados, aun en estos casos, lo más recomendable es hacer una ruptura del terreno en forma de surcos o hileras utilizando un descompactador tipo cincel de una sola punta que rompen el suelo pero que no voltean las capas del mismo. La profundidad mínima debe ser de 40 a 50 centímetros. La distancia entre los pases del descompactador o arado y la rastra, serán las mismas que se utilizarán entre hileras para la siembra del piñón.

Sobre los surcos de aradura o descompactado se hacen dos pases de rastra para facilitar la germinación de las semillas y el control inicial de malezas. En terrenos planos con sistemas de drenaje deficientes, simultáneamente al rastreo se pueden construir "camas o bordes" que permitan drenar el exceso de agua durante el período de lluvias.

Imagen 21: Descompactado de terreno



1.7. Construcción de drenajes

La *Jatropha curcas* por ser una planta muy sensible al exceso de agua debe cultivarse preferiblemente en terrenos de ladera, sin embargo, la existencia de tierras de topografía plana u onduladas que se encuentran degradadas o en proceso de degradación pueden ser destinadas al cultivo de piñón, para ello, es indispensable construir un sistema de drenaje que permita la evacuación del exceso de agua durante el período de lluvias. El sistema de drenaje es conveniente combinarlo con la construcción de bordes o camas los cuales contribuirán a un mejor desarrollo de las plantas.



Imagen 22: Construcción de drenajes

2. Métodos de siembra

La propagación exitosa del piñón requiere de una selección adecuada de semillas o estacas y métodos de siembra que faciliten un rápido y vigoroso crecimiento inicial. La siembra del piñón se puede realizar tanto en forma directa como en forma indirecta, en ambos casos se puede utilizar semilla (reproducción sexual) o estacas (reproducción asexual). La selección del material vegetativo que se utilizará es de vital importancia en plantaciones con fines comerciales, para tal fin a continuación se describen prácticas que han dado excelentes resultados en la reproducción de esta especie.

2.1. Selección y manejo de semilla

Selección de “árboles madres o reproductores”

La selección de semilla para siembra de piñón se debe iniciar con la selección de los árboles de los cuales se cosecharán frutos, preferible de zonas con características edafoclimáticas (suelo, clima) similares al lugar donde se establecerán las plantaciones, para ello se recomiendan realizar los pasos siguientes:



Imagen 23: Árbol madre

- Marque una franja mínima de 10 metros al contorno del lote donde ha previsto recolectar la semilla. Todos los árboles que se encuentren dentro de esa franja se descartan como “árboles madres o reproductores” para evitar en la medida de lo posible, que los frutos hayan sido polinizados por abejas o por el viento con polen procedente de árboles de otros ecotipos o variedades diferentes a la que deseamos reproducir.
- Se seleccionan como árboles reproductores los que:
 - Poseen una “arquitectura o forma bien definida”, con abundantes ramas productivas.
 - Árboles que tengan la mayor cantidad de frutos.
 - Los árboles deben estar libre de enfermedades y preferiblemente sin daños de plagas o mecánicos.
 - Lo más recomendable son árboles mayores de cinco (5) años, que hayan alcanzado su madurez fisiológica.

NOTA: una selección rigurosa de árboles se inicia desde el primer año de vida de la plantación, para ello es necesario ponerles marcas con tiras de plástico de colores llamativos que se puedan distinguir desde lejos, ejemplo, rojo, azul o amarillo.

Selección de frutos para obtención de semilla para siembra

Una vez que se han seleccionado los árboles reproductores se procede a recolectar los frutos, es preferible que tengan una madurez completa de color café oscuro para evitar baja germinación. Al igual que los árboles, se descartan frutos con daños de plagas o enfermedades. Para semilla de siembra se sugiere cosechar solo frutos de la parte central del árbol.



Imagen 24: Frutos de piñón

Selección de la semilla

Después de haber extraído los granos de los frutos seleccionados, se debe proceder a escoger en forma manual la semilla que reúna los siguientes requisitos:

- Semilla bien formada. Semillas vanas (sin grano), deformes, quebradas o con daños de plagas o enfermedades se descartan para siembra.
- Se seleccionan las semillas más grandes y pesadas.
- El tamaño (largo) de la semilla recomendable es igual o mayor a 1.8 centímetros (18 mm o más).
- Grosor preferible mayor a 1 centímetro (10 mm o más).



Imagen 25: Selección manual de semilla

La semilla de buena calidad es indispensable para lograr una buena germinación en el campo. Además, es importante que al momento de seleccionar la semilla se proceda a eliminar todo tipo de impurezas, ejemplo: cáscara o pulpa de frutos, ramas, piedras, etc.



Imagen 26: Selección de semilla

Manejo de la semilla

La semilla seleccionada se procede a secarla, se recomienda que las primeras dos (2) a cuatro (4) horas secarlas directamente al sol para eliminar toda la humedad superficial y evitar la formación de hongos que afectarán el poder germinativo. Posteriormente se continúa secando con sombra regulada o bajo sombra durante dos a tres días aproximadamente. El tiempo de secado depende de la radiación solar existente en el lugar.

El poder germinativo de la semilla de piñón disminuye fuertemente a partir de los seis (6) meses, por ello, es preferible utilizar semilla con poco tiempo de almacenamiento.

La semilla seleccionada debe almacenarse cuidadosamente, regulando la humedad y temperatura. La humedad recomendada es de 10% y temperatura entre 18°C y 24°C.



Imagen 27: Semilla a almacenar

Cuando no se dispone de medios para controlar la humedad y temperatura, es recomendable que la semilla se deposite en sacos de yute o bramante, nunca en bolsas plásticas. Se coloca en lugares secos, oscuros y frescos. Además, es necesario prevenir el ataque de plagas como ratones, gallinas o cualquier otro animal. Si está en período de lluvias debe revisar que no existan "goteras" en el lugar donde almacenará la semilla, de lo contrario se le dañará y al momento de sembrar tendrá pérdidas muy grandes.

Otra actividad de importancia a realizar en el manejo es la desinfección de la semilla para prevenir el ataque de plagas y enfermedades durante el almacenamiento y período de germinación, es preferible utilizar productos que protegen la plántula al menos durante una semana después de su germinación.

2.2. Selección y preparación de estacas

Para la selección de "árboles madres o reproductores" de donde se obtendrán estacas para siembra de plantaciones se siguen las mismas recomendaciones para la obtención de semilla de siembra, es decir, árboles adultos que presentan las mejores características de adaptación y producción.

Se pueden obtener estacas para viveros o siembra directa a partir de árboles podados en plena madurez fisiológica. La poda se realiza 15 días después de haber finalizado la cosecha, en la región sur de Honduras generalmente ocurre en la primera quincena del mes de enero. Las podas de formación y producción es recomendable hacerlas tres (3) o cuatro (4) días después de "luna nueva", sin embargo la poda de saneamiento es preferible hacerla tres días antes de "luna nueva" para mejorar la cicatrización del corte ya que en ese período existe un menor flujo de savia en la parte aérea de la planta.

El grosor y largo de la estaca dependerá del uso final:

- Para siembra directa: se utilizan estacas con un grosor mínimo de dos (2) pulgadas y 60 a 80 centímetros de largo en plantaciones de monocultivo o en asocio. Para siembra de cercas vivas se utilizan estacas hasta dos metros de largo.



Imagen 28: Estacas para proceso de siembra



Imagen 29: Grosor adecuado de estacas a sembrar en bolsas

- Para siembra en bancales o viveros (siembra indirecta): se utilizan estacas de 20 a 30 centímetros de largo y una pulgada de grosor.

Los cortes de las estacas seleccionadas deben hacerse en forma de bisel o chaflán y desinfectarse inmediatamente con un fungicida a base de cobre.

Las estacas para utilizarse en la siembra de cercas vivas, después de desinfectarse se deben colocar amontonadas en forma vertical directamente sobre el suelo y bajo la sombra de un árbol para facilitar el enraizamiento. Se siembran en el campo definitivo una semana antes de iniciar el invierno.



Imagen 30: Estacas a usar como cercas vivas

Al realizar siembras con estacas se imposibilita el crecimiento de la raíz principal o pivotante de la planta, ello ocasiona que tenga menor capacidad para la absorción de agua y nutrientes influyendo en el rendimiento productivo de las plantaciones, además, en zonas de ladera es más susceptible al acame (caída del árbol). La ventaja de la reproducción por estaca es que se conserva el vigor o pureza genética de la planta madre y es ideal cuando la plantación será utilizada para la producción de semilla de siembra.

El material vegetativo sobrante (ramas, hojas) deben ser enterradas o utilizadas en la elaboración de abonos orgánicos. Nunca se deben dejar al aire libre, ya que se convierten en hospederos de plagas que afectan el cultivo. Por la misma razón, es prudente preparar el material vegetativo (estacas) fuera de las áreas de cultivo y donde se construirán los bancales o viveros.



Imagen 31: Preparación de estacas

2.3. Prueba de germinación

Independientemente del método de siembra que se elija para la siembra, es indispensable realizar pruebas de germinación para conocer con antelación la cantidad de semilla que se debe sembrar. Esta práctica es de suma importancia para evitar

resiembras excesivas tanto en el campo definitivo como en viveros, así como el uso indebido de pesticidas.

Existen diferentes formas de hacer la prueba de germinación, una muy utilizada consiste en colocar cien (100) semillas en un papel periódico el cual se dobla cuidadosamente y se humedece todas las mañanas y tardes. A partir del sexto o séptimo día se empieza a revisar, si la semilla es de buena calidad normalmente al décimo día o antes han germinado todas las semillas que se encuentran en buen estado. Se procede a contar el número de semillas que han germinado y ese es el porcentaje que tendremos en cuenta para realizar la siembra.

Otra forma que utilizan pequeños productores para hacer la prueba de germinación es la siembra directa en el suelo de 10 a 25 semillas, esperan el mismo número de días (máximo 10 días) y cuentan la cantidad de plántulas germinadas. De acuerdo al número de plantitas nacidas se calcula el porcentaje efectivo de germinación.

Imagen 32: Pruebas de germinación



Pregerminación

Cuando la siembra se hará en forma manual, la semilla se puede remojar previamente durante 24 horas con el propósito de romper la dormancia³ y acelerar la germinación.

Si la siembra se realizará en forma mecánica (con una sembradora de precisión), la semilla puede ser remojada como máximo 8 horas para evitar heridas provocadas por los discos e implementos internos de la sembradora. En la actualidad se realizan ensayos utilizando sembradoras mecánicas.

2.4. Métodos y sistemas de siembra

Los métodos de siembra más utilizados en el cultivo de *Jatropha curcas* son:

- Siembra Directa (utilizando estacas o semillas)
- Siembra Indirecta (a raíz desnuda o en pilón, al igual que en la siembra directa, también puede hacerse utilizando semillas o estacas)

³ Dormancia: es un periodo en el cual la semilla no germina aún en condiciones ambientales favorables, representa un mecanismo que garantiza la supervivencia de una especie bajo condiciones adversas, esta característica la poseen algunas plantas no domesticadas o en proceso de domesticación como es el caso del piñón.

Para definir el método de siembra (directa o indirecta) se deben tomar en consideración aspectos que son muy relevantes para el éxito en el establecimiento de la plantación, entre ellos, se deben tener en cuenta los siguientes:

- **Disponibilidad de agua en las inmediaciones del terreno definitivo:** Si se dispone de agua en cantidades suficientes para atender las necesidades de riego del vivero durante el verano (alrededor de dos meses), la mejor decisión es realizar la siembra en forma indirecta ya que al inicio del período de lluvias se podrá disponer de plantas con suficiente desarrollo que permitirán contrarrestar el ataque de plagas y malezas, además, al finalizar el invierno las plantas estarán mejor preparadas para enfrentar los meses de sequía.

Si el campo donde se establecerán las plantaciones de piñón se encuentran distantes de las fuentes de agua, es preferible realizar la siembra directa ya que la inversión de tiempo y costos en el traslado es muy alto y en muchos casos el productor termina abandonando las plantas en los viveros si no dispone de un medio de transporte animal o mecanizado.

- **Período e intensidad de las lluvias:** Si el período de lluvias está muy próximo, la siembra generalmente se realiza en forma directa (manual o mecanizada). Cuando se ha previsto realizar la siembra en forma indirecta y si la intensidad de las lluvias es muy fuerte, el suelo estará saturado, si se procede a realizar el trasplante en estas condiciones los agujeros se llenarán de agua y los porcentajes de pérdidas de plantas por asfixia serán muy altos. En estas circunstancias se recomienda esperar a que exista un receso de las lluvias y que disminuya la saturación del suelo para proceder a trasplantar.
- **Topografía del terreno:** En terrenos planos se puede realizar siembra directa en forma manual y mecanizada, en estos casos el terreno se debe preparar adecuadamente para que exista un buen contacto del suelo con la semilla para favorecer la germinación. En terreno con topografía irregular la siembra directa solo puede realizarse en forma manual.
- **Competencia de las malezas:** Las malezas tienen un crecimiento agresivo que generalmente supera el desarrollo de las plántulas del piñón, para llevar a cabo siembras directas, el control de malezas previo a la siembra y durante la primer

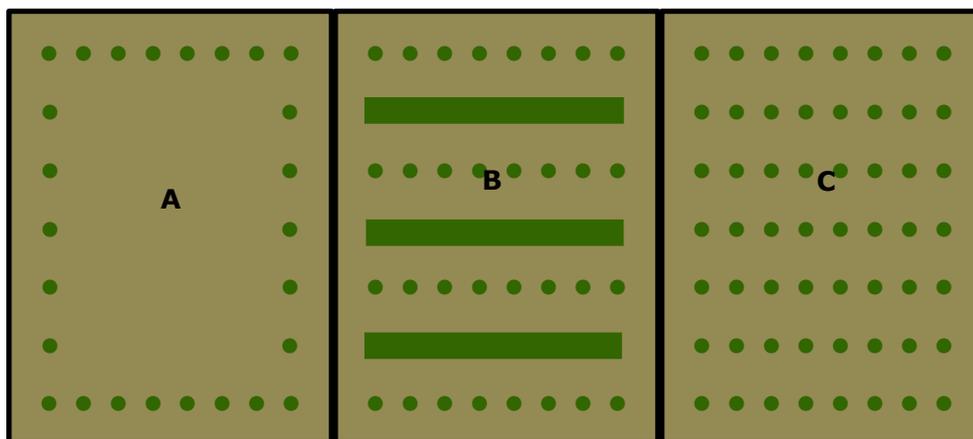
etapa de crecimiento del piñón deberá realizarse oportunamente de lo contrario las pérdidas será elevadas.

Sistema de cultivo

De acuerdo a la fertilidad del suelo y el propósito por el cual se ha decidido sembrar *Jatropha curcas*, los sistemas de cultivo más frecuentemente empleados son:

- **Monocultivo:** suelos degradados, reforestación de cuencas y microcuencas, certificación emisiones reducidas de carbono.
- **Cultivo en asocio:** En suelos en proceso de degradación se pueden establecer cultivos en franjas y cultivos en hileras.
- **Cercas/barreras vivas:** Se pueden establecer en cualquier terreno degradado, en proceso de degradación, en suelos fértiles es el único sistema de cultivo de piñón recomendado.

Imagen 33: Sistemas de cultivos



A) Cercas/barreras vivas B) Cultivo asocio en franjas o hileras, C) Monocultivo

Distancias de siembra

Las distancias de siembra se definen de conformidad con el sistema de cultivo que el productor haya determinado establecer, existen muchas experiencias con distanciamientos muy diversos, entre los distanciamientos con mejores resultados se pueden citar los siguientes:

Monocultivo:

2 X 2: (2 metros entre surcos o hileras y 2 metros entre plantas)

2.5 X 2: (2.5 metros entre surcos o hileras y 2 metros entre plantas)

Cultivos asocio en hileras:

(Hileras de piñón intercaladas con hileras del cultivo en asocio):

2.5 X 2: (2.5 metros entre surcos o hileras y 2 metros entre plantas)

3 X 2: (3 metros entre surcos o hileras y 2 metros entre plantas)

4 X 1.5: (4 metros entre surcos o hileras y 1.5 metros entre plantas)

Cultivos asocio en franjas:

(Franjas -varias hileras- de piñón intercaladas con franjas del cultivo en asocio):

4 X 4: Ej.: bloque de 3 hileras de Piñón de 2 X 2 Metros + bloque de 3 hileras de maíz

4 X 8: Ej.: bloque de 3 hileras de Piñón de 2 X 2 Metros + bloque de 7 hileras de maíz

8 X 8: Ej.: bloque de 5 hileras de Piñón de 2 X 2 Metros + bloque de 7 hileras de maíz

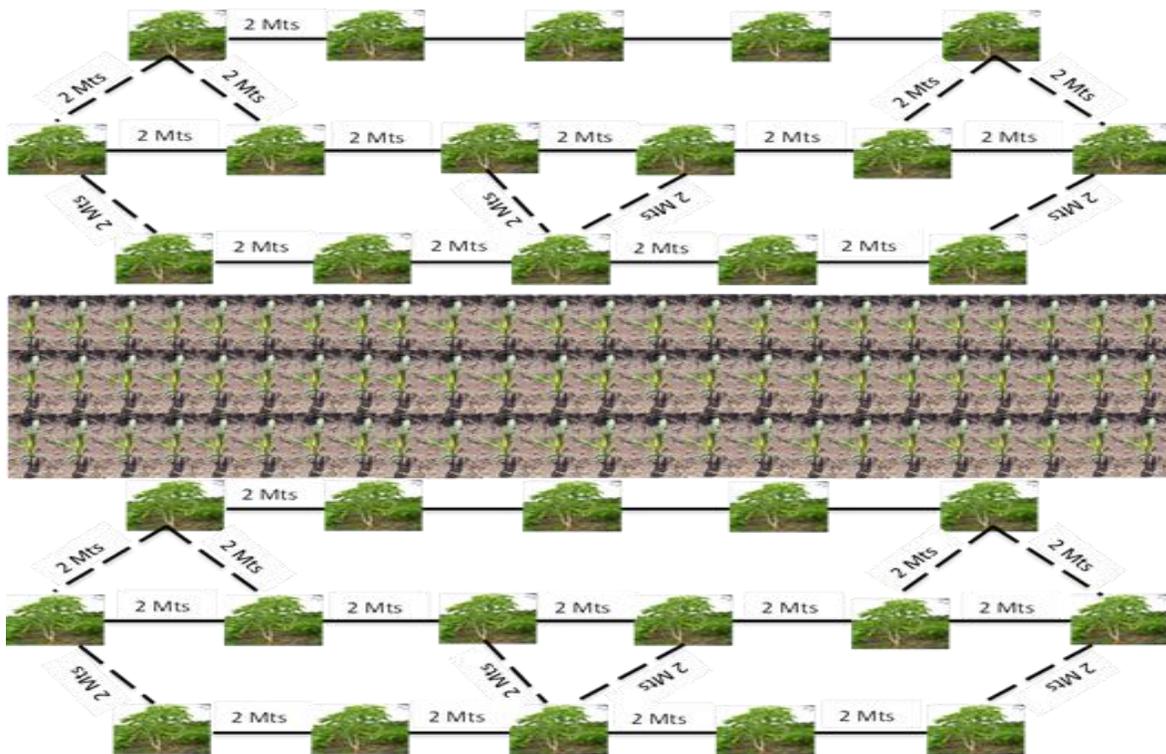


Imagen 34. Cultivo asocio en franjas

3. Labores de cultivo en *Jatropha curcas*

El establecimiento de plantaciones de piñón, al igual que cualquier otro cultivo agrícola o forestal requiere de la implementación cuidadosa de una serie de técnicas y procedimientos que permitan a la planta alcanzar su máximo desarrollo vegetativo y productivo.

3.1. Fertilización

Debido a que las tierras seleccionadas para el cultivo del piñón generalmente son degradadas o en proceso de degradación normalmente no poseen las cantidades mínimas de nutrientes que la planta requiere para su fase inicial de desarrollo, por ello, es de suma importancia que durante el primer y segundo año el productor mejore la fertilidad del suelo incorporando preferiblemente abono orgánico, en caso que esta opción no sea viable deberá acudir a la aplicación de fertilizantes químicos.

Tanto las cantidades de abono orgánico como de fertilizantes químicos son determinadas de acuerdo a los resultados de análisis del suelo donde se cultiva el piñón.

A partir del tercer o cuarto año no será necesaria la aplicación de fertilizantes químicos si se ha manejado en forma adecuada la materia orgánica que resulta de las labores de poda y cosecha.

Las podas de formación, producción y sanidad proporcionan enormes cantidades de materia orgánica las cuales pueden ser incorporadas directamente al suelo o destinarlas para la preparación de compost y su posterior incorporación al cultivo. Otra cantidad importante de residuos orgánicos son los que resultan del despulpado de los frutos. A partir del quinto año se pueden obtener más de 200 quintales de estos residuos por hectárea por año, las que manejadas adecuadamente permiten suministrar al cultivo las cantidades necesarias para mantener un excelente nivel productivo. La primera aplicación de abonos orgánicos es preferible hacerla dos meses antes de la siembra, la segunda aplicación después del período de canícula, posteriormente las aplicaciones se pueden realizar a la entrada del invierno y gradualmente cada dos meses, dependiendo de la disponibilidad de materia orgánica que se genere a partir del despulpado de frutos y/o almacenamiento de compost.

Los períodos de fertilización más adecuados se describen a continuación:

Primer año:

- Primera fertilización granulada al momento de la siembra o en las primeras dos semanas de haber germinado la planta.
- Segunda fertilización (granulada) dos meses después de nacidas las plantas.
- Fertilización foliar al momento de iniciar la floración y durante la formación de frutos (recomendable al menos dos aplicaciones por período de producción anual).

Imagen 35: Fertilización de la planta



A partir del segundo año:

- Primera fertilización granulada al momento de iniciar el período de lluvias.
- Segunda fertilización (granulada) inmediatamente después del período de canícula.
- Fertilización foliar igual que el primer año, aunque la dosis por galón de agua se mantiene, la cantidad de producto se incrementa porque existe una mayor área de copa en cada una de las plantas de piñón.

3.2. Control de malezas

Un error que frecuentemente se comete es que por considerar al piñón como una planta "no domesticada" ésta puede convivir con las malezas y mantener una buena producción. Cuando la planta es adulta en muchos casos puede sobrevivir junto a las malezas, sin embargo, su producción es extremadamente baja. Las malezas se caracterizan por tener una capacidad de crecimiento agresivo y sobrevivir aun en condiciones ambientales extremadamente adversas, por esta razón habitualmente su crecimiento es más rápido que el cultivo del piñón.

Como es de conocimiento general, las malezas compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz solar y espacio para su óptimo desarrollo, además, frecuentemente son hospederas de plagas y enfermedades, por ello, el control oportuno de las malezas es indispensable, especial cuidado se debe tener durante los primeros meses de vida de la

Imagen 36. Limpieza de la maleza que se encuentra alrededor del piñón



plantas ya que no tienen la capacidad de competir con las malezas y las pérdidas son cuantiosas en esa etapa si no se establece un control eficiente de las mismas.

Considerando que para el cultivo del piñón se utilizan tierras degradadas o en proceso de degradación, una práctica que contribuye a disminuir el impacto de las malezas es sembrar cultivos de cobertura durante uno o dos años previos a la siembra del piñón, ello, además de reducir significativamente la cantidad de malezas y mejorar la fertilidad de los suelos e incrementa la presencia de micro fauna benéfica en el mismo, entre los cultivos de cobertura se puede utilizar la mucuna, también llamada frijol terciopelo y frijol vaca (*Mucuna pruriens*) y la canavalia (*Canavalia ensiformis*) ya que ambas especies tienen un crecimiento muy agresivo y fijan excelentes cantidades de nitrógeno en el suelo.

Las experiencias de productores afiliados a CARPROSUL en el Sur de Honduras, demuestran que un buen control de malezas tiene un impacto significativo para alcanzar una alta producción en el cultivo del piñón.

Para realizar un control eficiente de las malezas y que se lleve a cabo en forma amigable con el ambiente, es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

Clasificación de las malezas predominantes

Para clasificar el tipo de maleza que se tiene en el terreno es muy importante considerar los siguientes aspectos:

- Tipo de hoja: hoja ancha, hoja angosta (gramíneas, ciperáceas)
- Ciclo de vida de la planta: anual o perenne
- Hábitos de crecimiento: rastrero, erecto y enredadera

En base al análisis de estos factores y tomando en consideración la etapa de desarrollo del cultivo del piñón se determina el método y momento oportuno para realizar el control de las malezas.

Se debe tener en cuenta que el control de malezas perennes es más difícil de controlar ya que además de la producción de semillas, poseen órganos subterráneos que les permiten almacenar nutrientes y asegurar su sobrevivencia por períodos prolongados. En estos casos ocasionalmente es necesario la combinación de métodos para su control o erradicación.

El área y localización de las malezas dentro de la parcela y el tamaño o edad del cultivo del piñón

Para reducir los costos en el control de las malezas es sumamente importante localizar el tipo de malezas, su concentración en áreas determinadas, el desarrollo vegetativo que tiene el cultivo del piñón, ello le permite al productor seleccionar el método y momento más oportuno de control. Si en la fase inicial del cultivo del piñón, las plantitas se encuentran muy pequeñas y las malezas crecen aceleradamente aun cuando se haya realizado una limpieza inicial, es recomendable hacer un segundo control de malezas, en este caso para reducir costos y hacerlo oportunamente y en forma más amigable con el ambiente se recomienda hacerlo únicamente alrededor de cada plántula del piñón.



Imagen 37. Localización de malezas

El grado de desarrollo o crecimiento de las malezas en relación con la edad y tamaño del cultivo de piñón

Es determinante para evitar daños en el cultivo y reducir las pérdidas en la producción. Los primeros tres meses de vida de las plantas de piñón, especialmente cuando se ha realizado siembra directa, debe permanecer lo más limpio posible para facilitar su crecimiento y el control de plagas. Este período es crítico para garantizar una buena plantación. A partir del tercer año las plantas del piñón normalmente han alcanzado un desarrollo vegetativo que le permite tener una amplia cobertura sobre el suelo limitando el crecimiento de las malezas, por esta razón con frecuencia el control de las malezas es focalizado y más esporádico reduciéndose sustancialmente los costos que se invierten anualmente en ésta labor de cultivo.

La topografía del terreno, presencia o no de piedras superficiales en el suelo

Presencia o no de piedras superficiales en el suelo, son elementos a considerar para la selección del método de control de malezas. Terrenos con ladera y presencia de piedras el control de malezas debe realizarse en forma manual, el control químico en plantaciones de piñón no es recomendable por los riesgos de dañar al cultivo y por su contaminación ambiental (suelo, agua, etc.). En terrenos planos el control de las malezas se puede realizar en forma manual y mecánica.

Condiciones de clima y humedad en el suelo

Las condiciones de clima y humedad del suelo son determinantes cuando el control de malezas se realizará utilizando métodos mecánicos o químicos. Cuando el control de las malezas se hará utilizando maquinaria, es preciso establecer el grado de humedad en el suelo para evitar que los tractores se atasquen y provoquen alteraciones en el suelo y daños en el cultivo.

Equipo, medios y recursos que el productor dispone para hacer el control de malezas

Es importante considerar cuál de los métodos de control de malezas está al alcance del productor, cual genera los menores costos de operación y menores problemas de contaminación. A partir de los beneficios ambientales (no existe contaminación) y sociales (generación de oportunidades de empleo y autoempleo, salud) el método ampliamente recomendado es el control manual.

Época (entrada o salida del invierno)

Al inicio del invierno: Si el cultivo ha permanecido con limitadas malezas durante la época de verano, la primera limpieza deberá realizarse entre las tres o cuatro semanas de iniciar el período de lluvias, el momento oportuno dependerá del tipo de malezas y la agresividad de crecimiento de las mismas.

Salida del invierno: Se recomienda que el control manual o mecánico de malezas se realice a una altura de cinco a diez centímetros (no a ras de suelo) para evitar que la radiación solar impacte directamente al suelo con el propósito de reducir el impacto que se genera por la evapotranspiración⁴ durante el verano.

Métodos de control de malezas

Los métodos de control de malezas más frecuentemente utilizados en el cultivo de piñón son:

Control Manual

Como su nombre lo indica el control de malezas se realiza en forma manual utilizando herramientas



Imagen 38. Limpieza manual del piñón

⁴ La evapotranspiración es la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo (FAO, 2006).

como el machete y el azadón. Es un método efectivo y el más utilizado entre pequeños productores, además, en el manejo de plantaciones comerciales de piñón, cuando existe disponibilidad de mano de obra, es una excelente oportunidad para generar oportunidades de empleo en zonas rurales.

Entre los métodos de control de malezas es el más amigable con el ambiente. Este tipo de control es muy recomendado para laderas y lugares donde hay muchas piedras.

Control Mecánico

Se utiliza en grandes plantaciones (comerciales), con terrenos de topografía plana o levemente ondulada. El control mecánico se puede hacer con rastras de discos o rastrillo (chuzos) y con capeadoras mecánicas, su eficiencia es alta y los costos de aplicación generalmente son más bajos que los métodos químicos y manual. Sin embargo, el uso de la misma depende del tipo de terreno, el tamaño del cultivo de la *Jatropha curcas* y las distancias de siembra.

Por otro lado es importante mencionar que el control mecánico de malezas puede originar problemas de compactación de suelos y daños (heridas, fracturas de tronco y ramas) a las plantas del piñón que faciliten el ataque de plagas como el barrenador del tallo y el comején.



Imagen 39: Control mecánico de malezas

Generalmente el control mecánico se debe combinar con el control manual para eliminar las malezas que se encuentran entre las plantas del piñón.

Control Químico

El control químico no se recomienda utilizarlo en el cultivo del piñón para el control de malezas porque como se ha señalado anteriormente, la planta es muy sensible a los herbicidas, además de los problemas de contaminación ambiental que genera (suelos, agua, aire, productos alimenticios, etc.), con frecuencia se presentan casos de envenenamientos de los operarios y en muchas ocasiones se deja al alcance de los niños.

OBSERVACION:

Para reducir los costos en el control de malezas, dependiendo del tamaño y edad de las plantas del piñón, así como del tipo de malezas existentes en las parcelas, se pueden

intercalar limpiezas totales del cultivo con controles de malezas localizadas o focalizadas. Una forma que ha dado excelentes resultados con este cultivo es el control de malezas alrededor de las plantas de piñón (se eliminan todas las hierbas que se encuentren dentro de los 50 centímetros alrededor de la planta del piñón), este tipo de control se puede realizar una o dos veces durante el primer y segundo año.

3.3. Control de plagas

Principales plagas

El cultivo del piñón durante los primeros dos a tres meses de vida es atacado por un sinnúmero de plagas, desde los que afectan la semilla mientras permanece en el período de germinación y las plántulas en las primeras semanas de nacida ejemplo: gallina ciega (*Phyllophaga* spp), ciempiés que en la Región Sur de Honduras se conoce con el nombre de riallillo (orden diplopoda/chilopoda, clase miriápodos), gusanos cortadores (varias especies), zompopos (*Atta* spp.), langostas (varias especies).

Imagen 40. Ciempiés o cien pies



A partir de los tres meses, la cantidad de plagas que atacan al piñón disminuyen considerablemente, además, la planta es más resistente y en muchos casos se recupera fácilmente al ataque de las mismas. No obstante existen plagas que atacan la planta adulta, entre ellos el barrenador (*Lagocheirus undatus*) y el comején o termita subterránea (*H. Convexinotatus*) que aprovechan cualquier herida en la planta para ingresar en ella y devorar la parte central del tallo y raíces provocando la muerte de la planta.



Imagen 41: Daño de "barrenador del tallo" en plantas de piñón

Otra plaga que ataca la planta adulta, especialmente durante el verano es la rata de monte la cual se come la corteza del tallo, el daño inicia en la base y continua hacia la parte superior, los ataques de esta plaga se presentan especialmente en veranos muy intensos.

Los ataques de barrenador, comején y ratas de monte son focalizados. En el caso del barrenador los ataques son más frecuentes donde existen granes plantaciones de caña

de azúcar o donde se ha cultivado maíz. Como parte de su control es recomendable eliminar árboles criollos de piñón que existen en las inmediaciones del cultivo ya que son hospederos de ésta y de otras plagas.

También el grano o semilla del piñón puede ser afectado por el ataque de la "chinche pata de hoja" (*Leptoglossus zonnatus*), el adulto y las ninfas se alimentan introduciendo el estilete (aparato bucal) en las frutas en avanzado desarrollo pero no maduras, alimentándose de la sabia de las semillas, provocando el vaneo de las mismas (quedando la semilla vacía, sin la almendra que es la que contiene el aceite) o la muerte de los frutos, los daños por la chinche patas de hoja se pueden reflejar en una baja de la producción de hasta un 50% en infestaciones grandes.



Imagen 43: Chinche Pata de Hoja Dañando frutos de piñón

Control Manejo Integrado de Plagas

La forma más efectiva, eficiente y ambientalmente sostenible para el control de plagas en el cultivo del piñón, como en cualquier otro, es utilizando el método denominado Manejo Integrado de Plagas (MIP).

El MIP en un cultivo se basa en la interacción de varios métodos de control que se complementan entre sí, este método permite vigilar y controlar las plagas en la finca, reduciendo al mínimo la utilización de plaguicidas químicos, costosos y potencialmente dañinos al ser humano y al ambiente.

Para que el control sea efectivo es necesario hacer un monitoreo frecuente en las plantaciones de piñón para detectar oportunamente la presencia de plagas y daños en el cultivo con el propósito de establecer un manejo adecuado de las mismas. A través del monitoreo se establece el porcentaje de cada una de las plagas, el daño que están ocasionando en el cultivo y si el mismo se encuentra localizado (áreas específicas en un lote o finca) o generalizado (toda la plantación). La decisión de realizar el control (en todo el cultivo o focalizada) se hace en el momento que los daños han alcanzado el umbral económico, esto significa que los daños ocasionados por las plagas son más altos que la inversión que se hará en su control.

El control focalizado además de reducir los costos, contribuye a que la plaga no se disemine en toda la plantación y a disminuir daños ambientales y sociales.

Para el muestreo de plagas en fincas pequeñas se recomienda hacerlo semanalmente, especialmente durante los primeros dos meses de vida de las plantas de piñón, posteriormente debe mantenerse en forma periódica.

Control cultural

El control cultural consiste en una serie de prácticas que permiten reducir el ataque de plagas y enfermedades, entre las más recomendadas en el cultivo del piñón se citan las siguientes:

- **Control de malezas:** las malezas, además de debilitar las plantas por la competencia de agua, nutrientes, luz solar, espacio para el desarrollo normal, con frecuencia son hospederas de plagas que afectan el cultivo, por ello, en los primeros tres meses de vida de las plantaciones de piñón el control de las mismas debe ser riguroso.
- **Preparación de suelos:** En plantaciones comerciales donde la mecanización es viable económicamente, una buena preparación del terreno contribuye a eliminar plagas del suelo al exponerlas al sol al ataque de depredadores (ejemplo: pájaros), igualmente, el establecimiento de sistemas adecuados de drenaje disminuye el riesgo de muerte de plantas o el debilitamiento de las mismas por el exceso de aguas lluvias.
- **Construcción de rondas:** las rondas además de prevenir cuantiosos daños ocasionados por incendios, reduce la presencia de plantas hospederas y facilita el monitoreo y control de plagas.
- **Asocio con cultivos repelentes:** para disminuir el ataque de plagas se pueden establecer cultivos al contorno, en el caso de zompopos existe experiencias con diferentes niveles de eficacia utilizando canavalia y camote (en el área destinada para rondas o inmediatamente después de éstas).
- **Manejo de residuos de podas:** el material vegetativo que resulta de las podas si no se maneja adecuadamente se puede convertir en hospederos de plagas que ocasionan severos daños al cultivo del piñón como es el caso del barrenador del tallo, por tal razón, los residuos deben retirarse del área de cultivo, incorporarlos (bien picados) al suelo o construir composteras obteniendo abono orgánico de

excelente calidad, que al ser incorporado al suelo incrementa la producción del piñón y a partir del cuatro año se pueden sustituir totalmente el uso de fertilizantes químicos teniendo beneficios económicos y ambientales muy significativos.

- **Identificación y control de nidos de zomposos:** ésta plaga puede ocasionar daños severos en las plantaciones de piñón, especialmente cuando las plantas están pequeñas, por ello, es de suma importancia que antes de la siembra se proceda a identificar y controlar las zompoperas existentes dentro y en las inmediaciones del cultivo. Sobre y alrededor de las zompoperas se puede sembrar canavalia al inicio del invierno y cuando las plantas tiene aproximadamente 60 centímetros de alto se cortan parcialmente y las ramas con todo y hojas se introducen en los agujeros del nido obteniéndose resultados satisfactorio en la mayoría de los casos.

Imagen 44: Ataque de Zomposos a plantas jóvenes



Otra forma de controlar los zomposos es realizando excavaciones hasta encontrar la reina para destruirla, de ésta forma y al exponer las larvas a la intemperie y al ataque de depredadores las zompoperas se eliminan.

NOTA: Es importante que al realizar excavaciones en zompoperas se realice con mucho cuidado ya que en el interior de las mimas es frecuente encontrar culebras de coral las cuales son muy venenosas.

Imagen 45: Culebra de coral



3.4. Podas

La poda en árboles de piñón es una práctica de vital importancia para asegurar una buena producción. La floración (inflorescencia) generalmente se desarrolla en la parte final de las ramas (floración apical), razón por la que

Imagen 46: Podas a realizar en la planta de piñón



es necesario realizar podas de formación (para darle una mejor forma o arquitectura a la planta) y podas de producción.

Adicionalmente, la planta puede sufrir lecciones por daños mecánicos, plagas, enfermedades y por la acción natural de envejecimiento, por ello, se deben realizar podas de sanidad para eliminar todo el material vegetativo que se encuentre en la planta.

Las podas en el piñón tienen los siguientes propósitos:

- Estimular la producción del mayor número de ramas productivas capaces de florar y por ende incrementar la producción.
- Facilitar que la planta del piñón pueda lograr una estructura (forma) que facilite las labores de cultivo (cosecha, control de malezas, fertilización, etc.).
- Eliminar brotes o chupones (ramas improductivas).
- Retirar ramas con daños originados por problemas mecánicos, plagas, enfermedades o por envejecimiento.
- Mejorar la circulación de aire y la penetración de rayos solares entre las plantas lo que permite reducir problemas de plagas y enfermedades.
- Permitir que la planta alcance una altura mínima de tres y medio a cuatro metros, la que es requerida en procesos de certificación de emisiones reducidas para su comercialización en el mercado voluntario de carbono.
- Eliminar material vegetativo dañado.

Imagen 47: Residuos de Podas



Imagen 48: Poda de piñón



Eliminación de chupones, brotes o vástagos (deschuponado)

Los chupones, brotes o vástagos son ramas delgadas que nacen desde los tallos principales y ocasionalmente de ramas laterales, su crecimiento es generalmente vertical (hacia arriba), estos brotes deben podarse para evitar que se entrecrucen y entorpezcan el retoño de ramas productivas, afectando la forma de la planta.

Es importante que esta práctica se realice al iniciarse la aparición de chupones y se debe continuar periódicamente a medida que los vástagos vayan apareciendo.

Período de poda:

La poda debe realizarse preferiblemente en período seco (sin lluvias) inmediatamente después de finalizar la cosecha. Si se ha realizado siembra directa del piñón cuando empieza el período de lluvias o si se ha llevado a cabo siembra indirecta (por trasplante), es muy probable que la mayoría de las plantas hayan alcanzado una altura mayor de 60 centímetros antes de iniciar el periodo de canícula, en este caso, se puede hacer la primera poda de formación en forma selectiva (podar las plantas con altura igual o superior a los 60 centímetros) inmediatamente que se suspenden las lluvias (durante la canícula), los beneficios productivos de esta práctica son muy positivos.

El corte se debe hacer en forma de bisel o chaflán utilizando una herramienta bien afilada (machete, tijera) evitando provocar rajaduras en el tallo o rama con el propósito de disminuir riesgos por entrada de patógenos que podrían provocar daños al cultivo. Es muy importante mencionar que es muy recomendable realizar la poda de formación y de producción durante los primeros tres días de la fase de "Luna Nueva" y la poda de sanidad durante los últimos tres días de la fase de "Luna Menguante" debido a la influencia que se da en el flujo de la savia.

Imagen 49: Corte en forma de bisel

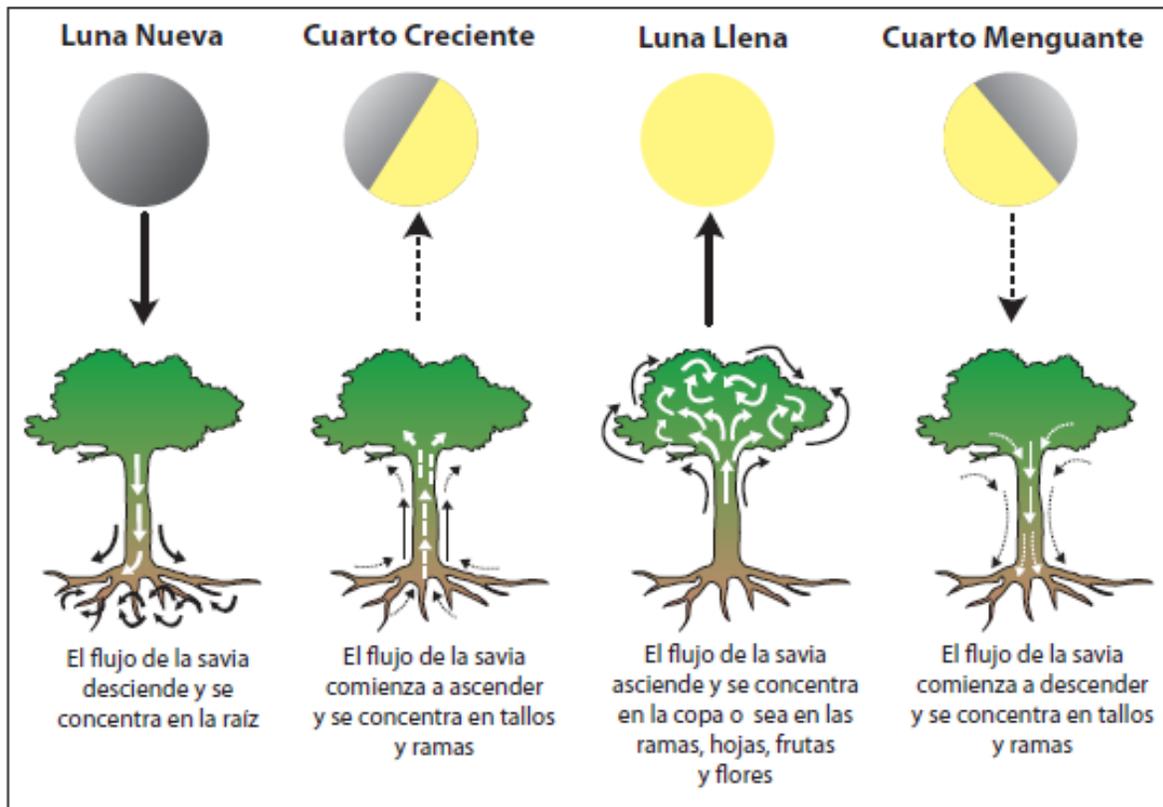


Imagen 50: Plantas de Piñón podadas en forma correcta



El siguiente gráfico elaborado por el Proyecto Gota Verde y FHIA ilustran la influencia del ciclo lunar en el flujo de savia en las plantas y por ende el efecto en la cicatrización de las podas.

Imagen 51: Podas bajo influencia lunar



Fuente: (Alfonso & Reyes, 2009)

Altura del corte de poda:

La primera poda (de formación) se recomienda hacerla cuando la planta tiene una altura mínima de 60 a 70 centímetros, el corte debe hacerse a 40 centímetros desde el nivel del suelo.

La altura de la segunda poda dependerá del tamaño de la planta, sin embargo, en términos generales se puede hacer entre un 1.50 y 1.60 metros (desde el nivel del suelo).

Finalmente las podas anuales subsiguientes se pueden hacer a una altura de dos metros, ello le permitirá a la planta superar los tres metros y medio (requeridas en proceso de certificación de emisiones reducidas de carbono).

Imagen 52: Altura recomendada de poda



Desinfección de heridas o cortes (cicatrización)

Es recomendado utilizar productos cicatrizantes y a la vez desinfectantes en los cortes realizados en los tallos y ramos durante la poda, principalmente si estas se hacen en ramas gruesas porque la cicatrización es más difícil.

Existen productos sencillos que se utilizan, entre ellos el caldo bordelés el cual es una mezcla de 1 kg de sulfato de cobre y 2 kg de cal viva en 10 litros agua. Esta mezcla se aplica sobre la herida en el tronco o ramas utilizando una brocha la cual puede elaborarse con tusa de maíz y una pequeña rama como mango o asidera.

Imagen 53: Desinfección corte de poda



NOTA: El material vegetativo resultante de la poda debe destinarse para la producción de compost o incorporarlo inmediatamente al suelo. Nunca se debe dejar al aire libre para evitar que se convierta en hospedero de plagas que causan daños severos en el cultivo del piñón como es el caso del "barrenador del tallo", siendo ésta una medida de mitigación importante para evitar daños al entorno ambiental al aplicar pesticidas para el control del barrenador y a la vez una opción para la producción de abonos orgánicos que permiten sustituir el uso de fertilizantes químicos.

3.5. Polinización

Sin lugar a dudas la introducción de abejas (colmenas) en las plantaciones de piñón contribuyen a mejorar la producción, aunque hasta la fecha no se tiene conocimiento de datos precisos que hayan sido validados, a partir de información preliminar obtenida por AGROIPSA en sus plantaciones en el Sur de Honduras, se estima que los rendimientos se pueden incrementar hasta en un 35% en éste cultivo, colocando un

Imagen 54: Polinización



mínimo de dos colmenas por hectárea en la época de floración.

3.6. Riego

La planta de *Jatropha curcas* puede sobrevivir con precipitaciones de tan sólo 250mm por año. Sin embargo, sus mejores rendimientos se obtienen con precipitaciones bien distribuidas de 800 a 1200 mm al año.

Una preocupación generalizada en la producción de agrocombustibles es la utilización de agua para riego en el establecimiento y manejo de las plantaciones debido a que se altera el balance hídrico en aguas superficiales y especialmente de aguas subterráneas cuando se realizan perforaciones de pozos para entender los requerimientos de la planta, afectando con ello la disponibilidad de este vital líquido para la población que reside en las inmediaciones y aguas abajo del lugar donde se establecen las plantaciones.

Las experiencias validadas por SNV y CARPROSUL en la Región Sur de Honduras, la cual se encuentra ubicada en el "Corredor de la Canícula más Prolongada del País", demuestran que el cultivo en secano del piñón (sin riego) es viable económicamente.

No obstante, se reconoce que el riego suplementario mejora la producción, pero siempre será necesario hacer un análisis de rentabilidad en relación al incremento productivo y la inversión que se debe realizar por hectáreas para lograr el mismo, además, no se debe olvidar en ese análisis, los problemas ambientales y sociales antes citados.

Precisamente por lo antes expuesto, en la presente Guía no se incluyen recomendaciones para el establecimiento de sistemas de riego en el cultivo del piñón.

3.7. Manejo y conservación de la flora y fauna

El cultivo del piñón cuando se establece en áreas deforestadas contribuye a la retención de agua y disminuir la erosión del suelo, así mismo, la incorporación de abonos orgánicos facilita el desarrollo y multiplicación de la micro flora y micro fauna del suelo generando beneficios económicos y ecológicos.

Adicionalmente, la cobertura vegetal del piñón rehabilita condiciones de protección y resguardo para especies animales propias de la región, creando un ambiente favorable para su



Imagen 55: Nido de pájaros en planta de

reproducción y desarrollo. A pesar de la corta edad de las plantaciones de piñón establecidas por productores/as representados por CARPROSUL, desde el inicio se ha observado un paulatino pero creciente incremento y presencia de reptiles, aves e insectos en las áreas de cultivo y sus inmediaciones.

Otros elementos importantes para la protección de la fauna y flora local es que por la cobertura vegetal del piñón, independientemente del sistema de cultivo que se utilice (monocultivo, cultivo en asocio o cercas vivas) y porque las plantas son muy sensibles a los incendios forestales, los productores mantienen un control riguroso en la prevención de los incendios, facilitando que las especies silvestres existentes encuentren refugio en el caso de presentarse quemadas e incendios en áreas cercanas a las plantaciones.

La participación de las Unidades Municipales Ambientales en la identificación selección de áreas para el cultivo de piñón permite que se seleccionen terrenos degradados y crear compromisos con los productores/as para el respeto de normas y procedimientos ambientales que contribuyen a mejorar las condiciones del entorno ecológico.

3.8. Buenas prácticas para el uso y manejo de pesticidas

Aunque el propósito de la presente Guía es evitar en la medida del posible el uso de agroquímicos, en ocasiones la utilización de los mismos se torna inevitable, por tal razón, se incluyen recomendaciones para llevar a cabo prácticas que permitan que su uso y manejo ocasione el menor daño ambiental y social que sea posible.

Tanto los pesticidas como sus envases vacíos son muy peligrosos para las personas y el ambiente si no se los utilizan correctamente o no se los aplican en dosis adecuadas y si su almacenamiento es inseguro.

Almacenamiento de pesticidas:

Algunas prácticas que contribuyen a disminuir los riesgos en el almacenamiento de insumos agrícolas son las siguientes:

- Las instalaciones es recomendable que estén construidas con materia no combustible y con características y orientaciones que su interior esté protegido de temperaturas extremas externas y de la humedad.
- Deberán estar ubicados en sitios libres de posibles inundaciones y contar con medidas de seguridad para evitar derramamiento a cursos de agua.

- El acceso al almacenamiento de estos productos deben contar con rótulos en todas las entradas en las que señale que es un ALMACÉN DE PLAGUICIDAS y el símbolo PELIGRO, hermanar cerrado con llave cuando en el interior no se encuentren las personas responsables de su manejo.
- El local de almacenamiento de estos productos debe contar con un sistema de ventilación natural o artificial con salidas a exteriores que no perjudique a terceros, en ningún momento las salidas deben conducir a patios o galerías interiores, en todo caso deberán estar separados por una pared. Además, deben contar con sistemas de seguridad para controlar el acceso de personas no autorizadas, disponer de tarimas para que los productos no entren en contacto directo con el piso que permita la ventilación interna y que les aisle de la humedad.
- El lugar donde se almacenen los productos deben contar con extintores y baldes con arena para solventar potenciales derrames que se pudieran presentar.
- Los pesticidas no deben estar expuestos a radiación solar.
- Los primeros productos en entrar deben ser los primeros en salir esto para evitar tener productos vencidos.
- Periódicamente se deben revisar los productos almacenados para verificar su estado y poder eliminar los envases dañados.
- Los productos siempre se almacenan en sus envases originales y si las etiquetas están rotas, se debe proceder a la correcta identificación del mismo.
- Nunca se almacenarán insumos agrícolas junto con alimentos, piensos, etc.
- Se recomienda poseer materiales absorbentes en casos de accidentes que produzca algún derrame.



Imagen 56: Señalización adecuada uso pesticidas

Transporte de pesticidas

Al momento de transportar los pesticidas se consideran buenas prácticas las siguientes:

- Nunca transportar los pesticidas junto con personas, animales, ropa o alimentos para el consumo humano o animal.
- Solo transportar envases cerrados.
- Se recomienda tapar los productos con una lona, cuando los productos son transportados en un vehículo abierto (pick up, camión, etc.).

- La carga y descarga deben realizarse con cuidado, evitando golpes y caídas.
- Utilizar el equipo adecuado (delantal impermeable, camisa manga larga, guantes, botas, gafas protectoras) cuando se cargan o descargan estos productos.
- No fumar, comer o beber durante la carga, descarga, transporte y cualquier manipulación de insumos agrícolas.

Preparación y manejo del pesticida para su aplicación:

Existen diferentes formulaciones de los pesticidas para ser usados directamente, como polvos secos, granulados. Otros requieren ser diluidos en agua como polvos mojables, concentrados emulsionables y solubles, emulsiones concentradas, etc. Algunos se expenden en bolsas que se solubilizan en agua liberando su contenido.

Etiquetado: Previo a la preparación de la mezcla, se debe leer atentamente la etiqueta del producto que se va a utilizar. La información generalmente contenida en la etiqueta o marbete es la siguiente:

- En la parte derecha: instrucciones y recomendaciones de uso (dosis y momento oportuno de aplicación).
- En el centro: se ubica la marca, composición del producto y la fecha de vencimiento, entre otros datos.
- A la izquierda: precauciones para el uso, recomendaciones para el almacenamiento, primeros auxilios en caso de accidentes, antídotos, clase toxicológica, riesgos ambientales, etc.
- Preparación del producto
- Para realizar correctamente la preparación del caldo, se deben seguir las siguientes buenas prácticas:
 - Abrir los envases con cuidado, para no sufrir salpicaduras o derrames sobre el cuerpo.
 - Nunca perforar el envase. Si es necesario, usar herramientas adecuadas para remover la tapa.
 - Usar siempre el equipo de protección personal adecuado. Se recomienda el uso de protección facial, guantes y delantal impermeable en la preparación de mezclas.
 - Utilizar siempre agua limpia (ejemplo: aguas con contenidos de cal por lo general alteran las propiedades químicas de los productos).
 - Nunca aspirar productos o mezclas utilizando mangueras o cualquier otro utensilio.

- Manejar polvos secos, mojables o solubles de manera tal de evitar el desprendimiento de partículas.
- Tomar todas las medidas necesarias para evitar contaminación de cursos de agua, pozos, etc.

Al momento de preparar el producto se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Utilizar equipo de protección (manos, ojos, nariz, boca).
- Utilizar probetas, vasos graduados, balanzas, baldes, embudos y otros utensilios para la preparación de la mezcla. Estos elementos deben ser usados solo para este fin.
- Nunca utilizar utensilios de cocina o domésticos para pesar o medir los pesticidas.
- Nunca agite las mezclas con las manos.
- No preparar las mezclas en el interior o cercanía de las casas. Si lo realiza en un galpón, verifique que haya buena ventilación.
- Llenar el tanque de la bomba a la mitad de su capacidad y agregar el producto evitando derramos y salpicaduras, luego Completar el llenado del equipo con agua, sin dejar de agitar.

Disposición final de envases

El procedimiento adecuado es el siguiente:

- Los envases vacíos deben ser totalmente escurridos en el momento de agotar su contenido
- Luego llenar una cuarta parte del envase vacío con agua, ajustar el tapón y agitar enérgicamente. El agua proveniente de ésta limpieza se agregará a una parte del cultivo que quedo pendiente.
- Esta operación debe repetirse dos veces más.
- Se debe usar agua proveniente de cañerías o fuentes que estén limpias.
- Nunca se sumergir utensilios con contenidos de pesticidas en fuentes de agua.
- Si existen en las inmediaciones de la finca un sitio donde se procesan envases de pesticidas es aconsejable que una vez finalizada la operación inutilizarlos perforando el fondo con un elemento punzante y colocándolo en una bolsa plástica identificada.

- Esta bolsa se colocará en un depósito transitorio, el cual deberá estar ubicado en lugar apartado del campo, delimitado e identificado, cubierto, bien ventilado y al resguardo del sol, viento, lluvia, etc.
- Cuando no existen en las cercanías de la finca sitios especializados en el manejo de desechos de pesticidas los envases deben ser enterrados.
- Los envases vacíos nunca se deben volver a utilizar. Deben ser recolectados y destruidos en forma segura y eficiente. Los envases vacíos se deben eliminar siguiendo las siguientes instrucciones de acuerdo a la naturaleza del envase:

Envases de plástico:

- El envase debe ser lavado tres veces, secado, embolsado y dispuesto en un almacén transitorio.
- Cuando se llena una bolsa con envases descartados, esta debe ser trasladada al centro de acopio más cercano a su domicilio.
- Posteriormente los envases lavados, secos y embolsados son compactados en lugares habilitadas para tal fin.

Envases de vidrio:

- Realizar el triple lavado.
- Destruir el envase y colocar los trozos de vidrio en un recipiente adecuado.
- Trasladar al centro de acopio (en caso de existir) o enterrarlos, cubriéndolos con cal, materia orgánica y tierra.

4. Cosecha y Manejo Post-Cosecha

La recolección de semillas de la *Jatropha curcas* es un proceso difícil por las características de maduración de la fruta. Debido a estas características, la cosecha de piñón se realiza principalmente a mano.

Para dar una idea de los principales factores a considerar en el proceso de recolección de la *Jatropha*, el presente capítulo analiza los siguientes aspectos: recolección y secado de frutas, el despulpado, almacenamiento de semillas, y consideraciones básicas de planificación de una plantación. En el apéndice se presentan consejos prácticos y reglas generales para poner en práctica durante la cosecha (FACTS, 2009).

4.1. Cosecha

El proceso de fructificación del piñón demora alrededor de 90 días desde el inicio de floración hasta alcanzar la madurez del fruto. Una característica de este cultivo es que en una sola panícula (gajo) se pueden encontrar flores, frutos en desarrollo (color verde) y frutos con diferentes grados de maduración:

- Frutos verde amarillentos (madurez temprana)
- Frutos Amarillos y amarillos con manchas café (madurez media)
- Frutos café oscuro o negros (madurez final)

Imagen 57: Diferentes grados de madurez de los frutos del Piñón



Cosecha clasificada

La semilla obtenida en la cosecha de piñón es destinada primordialmente para:

- Procesamiento industrial (extracción de aceite, biocombustibles, otros productos)
- Semilla para siembra

Para obtener rendimientos óptimos en cada uno de los casos antes descritos es preferible tomar en consideración el grado de madurez de la fruta antes de cosecharla, se sugiere considerar los siguientes elementos:

Semilla o grano para procesamiento industrial: La cosecha se puede realizar desde el momento que el fruto empieza a cambiar su coloración de verde a amarillo hasta que alcanza su madurez total (se pueden cosechar todos los frutos con color verdeamarillento, amarillo, amarillo con manchas café y totalmente café oscuro - seco). *Es importante resaltar que no se deben cosechar frutos verdes ya que el rendimiento de aceite es extremadamente bajo, incluso nulo si es muy tierno y para semilla de siembra es inservible.*

Semilla para siembra: Los frutos para semilla de siembra deben estar totalmente maduros, color amarillo intenso hasta color oscuro (café o negro). La obtención de

semilla para siembra es más compleja y se requiere una selección rigurosa la que fue explicada anteriormente.

Normas de Seguridad Laboral en el cultivo del piñón

Con el propósito de disminuir los accidentes laborales y promover la salud ocupacional en el proceso de cultivo del Piñón se recomienda implementar un programa de capacitación formal en temas de seguridad laboral el cual debe incluir una evaluación regular.

Las capacitaciones brindadas deben estar orientadas a los siguientes temas y medidas:

- a. Almacenamiento, manejo y uso de agroquímicos (incluye el uso o aplicación del material, así como su disposición final) Ver sección 3.8 de la guía.
- b. Para el manejo de la semilla del piñón se deben establecer normas de control y avisos para evitar que niños, jóvenes y adultos intenten probarlas por curiosidad ya que contiene componentes tóxicos, entre otros, esteres de forbol y cursina. Se han realizado pruebas para el control de ratas con excelentes resultados, además, la utilización de la torta sin tratamiento en peces ha provocado casos de envenenamiento de un 100%, demostrando el peligro en caso de ser ingeridas.
- c. Riesgos laborales en el proceso de podas del cultivo.
 - La poda debe realizarse con instrumentos muy afilados los que al ser manejados inadecuadamente pueden provocar heridas con severas consecuencias para las personas que realizan ésta actividad, además, los productos utilizados como desinfectantes son tóxicos.
- d. Temas como la protección personal en la realización de actividades de campo
 - El personal debe estar debidamente protegido (Equipo de protección necesario como; botas, guantes entre otros)
 - Identificación de zonas con topografía irregular, con hoyos y canales que representan un peligro. Se recomienda colocar avisos.
- e. Temática sobre primeros auxilios

Con el objetivo de promover la seguridad laboral del personal que trabajan con el cultivo, se deben llevar registros de todas las capacitaciones brindadas en el tema de seguridad laboral y ocupacional, además es importante destacar que tienen aplicación

las normativas correspondientes al tema vigentes en el país (Código de trabajo Decreto No. 189)

4.2. Despulpado

El despulpado de piñón se puede realizar con fruta fresca (recién cortada) y fruta seca.

El despulpado de la fruta fresca en la finca tiene los beneficios siguientes:

- La pulpa queda en el mismo terreno de cultivo, por tal razón facilita la preparación de compost y su posterior incorporación al terreno de cultivo, reduciendo los costos y tiempo por transporte.
- La pulpa fresca tiene un peso aproximado del doble de la semilla fresca, por tal razón el productor disminuye los costos de transporte y tiempo de trabajo en un 70%.
- En el período de lluvias reduce la pérdida de semilla por germinación prematura aun dentro del fruto.
- Evita las viviendas se contaminen con olores desagradables al fermentarse la pulpa.

Imagen 58.: Despulpado manual



Para realizar el despulpado en el campo se utiliza equipo portátil de fácil manipulación, traslado y eficiente rendimiento como el que se ilustra en la fotografía.

Cuando el volumen de la producción de fruta a ser despulpada es grande se pueden utilizar diferentes modelos, algunos de ellos se muestran a continuación:

Imagen 59: Prototipos Despulpadoras Frutos Jatropha



4.3. Manejo de post-cosecha

Un manejo inadecuado de la post-cosecha trae como consecuencia la descomposición de frutos que al encontrarse en las cercanías de la vivienda el fuerte olor que se desprende contamina el aire y genera malestar en la salud de las personas, además, si se encuentra a inmediaciones de fuentes de aguas superficiales las contamina.

En la postcosecha de la producción de piñón existen dos prácticas de manejo que son muy importantes de tener en cuenta para evitar el deterioro del grano o semilla, las cuales se citan a continuación:

Secado de frutos y semilla

El porcentaje de humedad en la semilla generalmente lo determina el comprador, en promedio los rangos de humedad en el grano o semilla oscilan entre 7 y 12%.

Como se ha señalado anteriormente, el secado tanto de frutos como de semillas debe realizarse de inmediato, después de la cosecha o del despulpado.

Cuando las frutas no se han secado adecuadamente se inicia un proceso de descomposición que dificulta el despulpado, además de afectar la calidad del grano o semilla.

La humedad presente en la semilla y el calor generado por su aglomeración provocan la germinación y la aparición de hongos que deterioran rápidamente el grano que en muchos casos queda inservible aún para la extracción de aceite.

Para el secado de frutos y semillas existen diversas formas de hacerlo, sin embargo, siempre se debe tener el cuidado que la fruta o la semilla nunca entre en contacto con el suelo, especialmente si éste se encuentra húmedo. A continuación se ejemplifica algunos utilizados por pequeños productores para el secado de frutos y semillas:

Imagen 60. Secadoras improvisadas por pequeños productores



Imagen 61. Secadoras artesanales de semillas y frutos



Almacenamiento

El almacenamiento de la semilla debe hacerse a granel o en sacos de yute (bramante), nunca utilizar material plástico por largos períodos, el lugar debe ser seco, oscuro y fresco, debe evitarse la humedad y el ataque de plagas (incluidos animales domésticos).

5. Medidas y buenas prácticas agrícolas e identificación de impactos por la falta de su aplicación.

Como se ha mencionado en otras secciones de la guía, toda actividad antropogénica tiene efectos o impactos positivos y negativos al ambiente. En esta sección se realiza una síntesis de las buenas prácticas agrícolas para el cultivo de piñón las cuales han sido descritas de manera detallada en todo el documento.

Esta síntesis se realiza con el propósito de facilitar la lectura y acceso a cada medida recomendada. Además se exponen los principales impactos en los que se puede incurrir de no seguir las recomendaciones brindadas.

Resumen de medidas, recomendaciones y buenas prácticas agrícolas para el cultivo de piñón

| Aplicación de Buenas Prácticas | Consecuencias de no hacer uso de las prácticas recomendadas |
|---|---|
| <p>1 El suelo se debe seleccionar considerando el sistema de siembra que se ha decidido implementar: monocultivo en tierras degradadas, cultivos en asocio en tierras en proceso de degradación (baja fertilidad) y en terrenos fértiles únicamente se recomienda como cercas vivas, este sistema de cultivo también se puede realizar en cualquier otro tipo de suelos</p> | <p>La selección inadecuada del terreno provocará la implementación de actividades que provocan daño al entorno ambiental, entre ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alteración de la estructura del suelo • Aplicaciones extraordinarias de insumos agrícolas con graves daños al ambiente. • Desequilibrio en el balance hídrico. • Despilfarro de dinero. |
| <p>2 Los suelos para el cultivo del piñón</p> | <p>En suelos compactados se debe hacer</p> |

| | |
|--|---|
| <p>deben permitir el crecimiento radicular de la planta, caso contrario las pérdidas serán cuantiosas.</p> | <p>uso de maquinaria agrícola pesada provocando daños a la estructura del suelo, además, se deben hacer inversiones elevadas que no serán recuperables o en el menor de los casos la rentabilidad será afectada seriamente</p> |
| <p>3 Es recomendable elaborar un croquis del terreno (mapa a mano alzada) con el propósito de identificar el potencial de cada área y de acuerdo a ello planificar que cultivo es el que mejor se puede desarrollar o adaptar en cada "lote"</p> | <p>La improvisación ocasiona pérdidas por inversiones inadecuadas. Debe recordarse que el ciclo productivo del piñón es de 45 a 50 años, por lo tanto no se debe descuidar la planeación de la finca.</p> |
| <p>4 Construir "cercas vivas", con ello evitará realizar reparaciones periódicas de cercas, así como, el robo de alambre y postes.</p> | <p>Deforestación originada por la corta periódica de árboles para obtener "postes muertos"</p> |
| <p>5 Es importante evitar que el agua de lluvia (precipitaciones) se encharque (anegar) durante el período de lluvias</p> | <p>La acumulación de agua favorece el ataque de enfermedades, incrementa el uso de pesticidas en la prevención y control de las mismas y disminuye la producción.</p> |
| <p>6 Las tierras fértiles deben ser destinadas para el establecimiento de cultivos rentables, especialmente los que contribuyen con la seguridad alimentaria</p> | <p>La semilla del piñón es tóxica, no es apta para consumo humano y su nivel de rentabilidad es muy inferior a otros cultivos. Su ventaja radica en utilizar tierras de baja fertilidad en la que otros cultivos son improductivos.</p> |
| <p>7 Los terrenos con cobertura de árboles forestales por ningún motivo deben ser descombrados o deforestados para sembrar piñón</p> | <p>Además de los daños ambientales y de las sanaciones que de ello se originen, la tala impide acceder al mercado voluntario de carbono.</p> |

| | |
|--|---|
| <p>8 El trazado en terrenos con pendiente (ladera) debe hacerse en la medida de lo posible con curvas a nivel y la siembra en tresbolillo para disminuir la erosión de los suelos.</p> | <p>Un trazado inadecuado del terreno favorece la formación de escorrentías incrementando la erosión del suelo y la formación de cárcavas.</p> |
| <p>9 La descompactación, aradura y rastreo de terrenos con topografía plana debe hacerse únicamente en las hileras donde será sembrado el piñón.</p> | <p>Reduce el consumo de combustibles fósiles, disminuye la alteración del suelo, los costos de producción son menores que cuando se realiza una preparación total del terreno.</p> |
| <p>10 La selección de semilla para siembra de piñón o estacas para reproducción asexual, se deben iniciar con la selección de los árboles de los cuales se cosecharán frutos, preferible de zonas con características edafoclimáticas (suelo, clima) similares</p> | <p>Normalmente son ecotipos más resistentes al ataque de plagas, enfermedades y a las condiciones climáticas de una determinada región, por ende los rendimientos son mayores y los costos de producción son más bajos.</p> |
| <p>11 Cuando la siembra se realizará utilizando semilla es de suma importancia realizar pruebas de germinación para evitar resiembras mayores.</p> | <p>Cuando no se realizan pruebas de germinación los costos por compra de semilla y la cantidad de jornales se elevan. El precio de la semilla para siembra de piñón actualmente es muy elevado.</p> |
| <p>12 La construcción de viveros cuando se dispone de agua para riego en las inmediaciones del campo definitivo contribuye a disminuir las pérdidas de plántulas recién nacidas por la competencia de malezas y el ataque de plagas y cuentan con mayor capacidad para resistir el verano.</p> | <p>La ubicación de viveros distantes del campo definitivo requiere de medios de transporte o se corre el riesgo de dejarlas abandonadas.</p> |
| <p>13 El piñón resiste muy bien el trasplante</p> | <p>Las bolsas de polietileno además de</p> |

| | |
|---|---|
| <p>a raíz desnuda, reduce los costos de traslado de plántulas al campo definitivo</p> | <p>incrementar los costos de producción, si no son manejadas adecuadamente contribuyen a la contaminación ambiental.</p> |
| <p>14 El control de malezas debe realizarse oportunamente, permitiendo el óptimo desarrollo del cultivo del piñón. Ocasionalmente el control de malezas se puede hacer focalizado reduciendo significativamente los costos de producción.</p> | <p>Algunas malezas son hospederos de plagas del piñón, lo que ocasiona el uso innecesario de pesticidas y altos costos para su control.</p> |
| <p>15 Producción y uso de abonos orgánicos a partir de los desechos de podas y la pulpa obtenida al extraer la semilla del fruto contribuye a mejorar la calidad del suelo, incrementar la productividad y mayor resistencia de la planta a las condiciones adversas del clima.</p> | <p>El uso de fertilizantes químicos provoca la contaminación del suelo, agua y aire (incrementa la generación de gases efecto invernadero) y eleva los costos de producción.</p> |
| <p>16 El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es el método más efectivo, de menor daño al ambiente y de menor costo económico.</p> | <p>El uso indiscriminado de los pesticidas atenta contra el equilibrio ecológico, incrementa los costos de producción y reduce la rentabilidad de los cultivos.</p> |
| <p>17 Las abejas mejoran la polinización de las flores del piñón e incrementan su producción, además, el polen y el néctar no poseen sustancias tóxicas por tal razón pueden ser utilizados para consumo.</p> | <p>El uso de pesticida destruye los insectos benéficos, entre ellos las abejas, afectando la formación de frutos y el rendimiento por área de cultivo.</p> |
| <p>18 El contenido de elementos tóxicos en la semilla permite obtener aceite que puede ser utilizado en la fabricación de insecticidas orgánicos.</p> | <p>La semilla es altamente tóxica para los seres humanos, se deben establecer normas de prevención para evitar que las personas las coman por curiosidad, especial atención se debe dirigir a</p> |

| | |
|--|---|
| | niños/as y jóvenes. |
| 19 Manejo adecuado y disposición final y de envases de plaguicidas, realizar triple lavado según las indicaciones de buenas prácticas agrícolas de la SAG, disposición final el centros de acopio o e enterarlos en los lugares donde no existe los mismos. NOTA: Se prohíbe terminantemente la quema de este tipo de productos. | NO cumplir con esta orma implica contaminación a cuerpos de agua, suelo, atmosfera y peligro de intoxicaciones a personas y animales domésticos y silvestres. |
| En caso de ser necesario la aplicación de pesticidas es imperativo que la persona que los aplica use equipo protección (mascarillas, lentes, overol, botas) | No aplicar estas medidas de prevención pueden ocasionarle intoxicaciones y en casos extremos la muerte. |

Todas las medidas propuestas anteriormente están orientadas a incrementar los rendimientos del cultivo, proteger la calidad del ambiente; con el propósito de mejorar la calidad de vida de los productores/as.

6. Adaptación cambio climático a través del cultivo sustentable de piñón

En Honduras una de las regiones más afectadas por el cambio climático y que poseen condiciones edafoclimáticas mas apropiadas para el cultivo de piñón, son los municipios del sur de los departamentos de Lempira, Intibucá, La Paz, Francisco Morazán y El Paraíso, así como los departamentos de Choluteca y Valle los cuales se caracterizan por largos meses de sequía y cortos pero torrenciales periodos de lluvia los que provocan frecuentes perdidas en la producción agropecuaria, la infraestructura productiva, vial y viviendas e incluso la pérdida de vidas humanas.

En las comunidades y áreas de Honduras, específicamente el caso del proyecto de *Jatropha curcas* desarrollado por SNV-CARPROSUL, se ha identificado y demostrado hasta el momento, que el cultivo de piñón, presentan excelentes niveles de adaptación

a las severas alteraciones del clima, a suelos empobrecidos por las prácticas inadecuadas de cultivo, convirtiéndose en una verdadera oportunidad para enfrentar con éxito las condiciones adversas propias del cambio climático. A través de la experiencia con el cultivo de piñón, los pequeños productores, la municipalidad de El Triunfo y otros actores han reconocido el impacto crucial de la incursión en la domesticación del piñón y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles.

Es importante mencionar que para lograr acercarse a entender mejor la adaptación al cambio climático se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Comprender que el recurso hídrico es imperativo y que a través de la gestión adecuada de este recurso se puede mejorar su disponibilidad (reforestación con piñón).
- Entender que existen zonas con mucha vulnerabilidad, es necesario identificar los principales riesgos de la zona en este caso el departamento de Choluteca e identificar posibles medidas.
- Es imperativo las sinergias entre instituciones público-privadas en temas de adaptación y así reforzar la resistencia a los cambios y apuntar al desarrollo sostenible.
- Introducir el término adaptación en las políticas públicas ambientales y desarrollar el tema a nivel local por medio de las instituciones gubernamentales, para ello es imperativo la coordinación interinstitucional con empresas que manejen el tema.

En el caso del piñón se han identificado los actores principales en temática ambiental (Productores de Piñón, UMAs, SAG, SERNA, ONGs, Empresas Privadas, entre otros), que se han incluido en el desarrollo del proyecto con el fin de establecer alianzas estratégicas que permitan la adaptación de la población a nuevos cultivos, que permiten mejorar la calidad de vida de las personas.

7. Certificación Emisiones Reducidas de Carbono relacionado al cultivo de *Jatropha curcas*.

Los proyectos de reforestación con piñón contribuyen en la mitigación del cambio climático, dado que absorben uno de los gases de efecto invernadero: el dióxido de carbono (CO₂).

El mercado de carbono permite el desarrollo de proyectos de reforestación, beneficiándose sus propietarios, por la generación de ingresos adicionales al vender bonos de carbono que representan una (1) tonelada de CO₂eq. absorbida por las plantaciones forestales.

Para explorar la posibilidad de incursionar en el mercado de carbono⁵ de un proyecto de reforestación con piñón se recomienda considerar requisitos del proceso, los más relevantes se describen a continuación:

1. El cultivo debe cumplir con la definición de bosque establecida por el gobierno de Honduras:
 - 30 % de cobertura mínima de copas;
 - 5 metros de altura potencial mínima de los árboles, sin embargo, para el caso de cultivos de *Jatropha curcas*, se debe solicitar a SERNA como Entidad Nacional Designada bajo el Protocolo de Kyoto, considerar aceptable una altura de 3.5 a 4 metros; y
 - 1 hectárea de superficie mínima continua.
2. Los suelos dispuestos para las plantaciones de piñón -como proyecto de reforestación-, deben cumplir con los criterios de elegibilidad de tierras. Se debe demostrar que al momento de comenzar el proyecto, las tierras no son bosque, presentando información que verifique⁶:
 - La vegetación maderable en las tierras cumplen con la definición de bosque adoptada por Honduras (Ver inciso 1);
 - La tierra no esta cubierta por plantaciones jóvenes – sin la intervención directa del ser humano - que tienen el potencial de cumplir con la definición de bosque adoptada por Honduras (Ver inciso 1);

⁵ El mercado de carbono puede ser: i) regulado: Mecanismo de Desarrollo Limpio –MDL- del Protocolo de Kyoto; o 2) Voluntario: bajo el Verified Carbon Standard, por ejemplo.

⁶ Información más detallada en http://cdm.unfccc.int/EB/026/eb26_repan18.pdf

- La tierra está temporalmente sin forestación, por un período consistente con las prácticas forestales del país, como resultado de la intervención directa del humano (como ser las cosechas), o por causas naturales indirectas como ser los incendios o daños por insectos; y
- Las condiciones ambientales, las presiones antropogénicas, o la falta de fuentes de semillas disponibles evitan el avance significativo o regeneración de la vegetación maderable natural hasta un punto en que se podría esperar que supere - sin intervención humana - los umbrales adoptados por Honduras para la definición de bosque (Ver numeral 1).
- Las condiciones de elegibilidad de tierras mencionadas en éste inciso (4), también debe cumplirse para las fechas 31 de Diciembre de 1989 (para el mercado regulado) y como mínimo 10 años antes del inicio del proyecto (para el mercado voluntario). Es decir, que no han deben haber sido bosque a partir de dichas fechas.

Para demostrar lo anterior, se debe presentar uno de los siguientes tipos de información verificable:

- Fotos aéreas o imágenes satelitales que permitan diferenciar entre tierras con bosque y tierras sin bosque. Se debe complementar con información de referencia (estudios, informes);
 - Información sobre el uso del suelo o la cobertura del suelo, proveniente de mapas o conjunto de datos espaciales digitales. La información de éstas fuentes debe de ser la adecuada para diferenciar entre el uso de suelo con bosque y sin bosque, especialmente con respecto al umbral de cobertura mínima de copa que ha adoptado Honduras (30%); o
 - Encuestas basadas en el ámbito local (Información sobre el uso del suelo o la cobertura del suelo proveniente de permisos, planos o información de registros locales como el catastro, registros de los propietarios, u otro tipo de registro de las tierras); o
 - Si ninguna de las opciones mencionadas esta disponible, presentar un testimonio escrito que sea producido siguiendo una metodología de Evaluación de Participación Rural.
3. Contar con la documentación legal de la propiedad de la tierra (tenencia de la tierra).

4. Generar un juego completo de mapas en versión electrónica (ArcGIS) y de los linderos exactos de los predios en forma digital (AUTOCAD o ArcGIS). Las coordenadas de la ubicación del proyecto pueden ser generadas utilizando un GPS.
5. Recopilar información con respecto a la zona de las plantaciones, como ser: la situación socio-económica, biodiversidad, legislación ambiental, incentivos para la producción de biocombustibles / energía renovable con énfasis en *Jatropha*, y sobre las barreras, oportunidades y acceso a financiamiento.
6. Identificar las condiciones de las tierras antes de la siembra con piñón, como ser el tipo de terreno y vegetación existente, el uso y cambio del uso del suelo, cultivos existentes, verificación de que las tierras son áridas y no productivas, entre otros aspectos. Es información que puede servir de complemento y respaldo para lo solicitado en el inciso 2.

Cumpliendo estos requisitos básicos, el proyecto de reforestación con *Jatropha curcas* debe seguir los pasos establecidos en el ciclo de proyectos.

Imagen 62: Ciclo de Proyectos, mercado de carbono



Fuente: elaboración SNV, 2011

Mayor información sobre el ciclo de proyectos se encuentra en detalle en las guías desarrolladas por SNV, tales como: i) "Mecanismo de Desarrollo Limpio, Conceptos Básicos: Guía para la formulación y presentación de proyectos"; y 2) "Guía de orientaciones. Mercado de Carbono: oportunidades para proyectos de pequeña escala".

Ambas se encuentran disponibles en la página Web: www.snvla.org bajo la pestaña de “publicaciones”.

8. Marco Jurídico Vinculante al cultivo de *Jatropha curcas*

La importancia del marco legal referido o aplicado a sectores productivos radica en garantizar que toda actividad, sea viable técnica, ambiental y socialmente y a su vez promueva el desarrollo integral del país. Debido a esa importancia, es necesario tener en cuenta las normas que rigen las actividades orientadas al cultivo de la *Jatropha curcas*, conocido popularmente en el ámbito nacional como “Piñón”.

El marco legal nacional tiene un orden jerárquico bien establecido y de manera general es de la siguiente forma:

1. La Constitución de la República, es la ley suprema bajo la cual se rige todo el Estado hondureño y las demás leyes. En esta se encuentran mucho de los manifiestos orientados a la protección y conservación del ambiente.
2. Convenios Internacionales a los cuales se ha suscrito Honduras, los cuales al igual que otras leyes nacionales deben ser cumplidos a cabalidad.
3. Las leyes secundarias: generales, especiales, reglamentos, acuerdos legislativos, normas técnicas, y otras resoluciones.

Con el propósito de guiar a los proponentes de proyectos interesados en este sector productivo, se presenta una matriz en la que se resumen las leyes y decretos que se deben tomar en cuenta para el cultivo sustentable del piñón. En dicha matriz se establecen los cuerpos legales y los artículos que tienen aplicabilidad en este sector:

| LEGISLACIÓN | ARTÍCULOS |
|---|---|
| Constitución de la República Decreto No. 131, 1982) | Aplicable. Ver con mayor detalle los siguientes artículos: Título III De las Declaraciones y Garantías <ul style="list-style-type: none"> • Capítulo VII, Art. 145 y ; Título VI, Del Régimen Económico <ul style="list-style-type: none"> • Capítulo III De la Reforma Agraria, Art. 344- |

| | |
|--|-----|
| | 350 |
|--|-----|

| | |
|--|---|
| <p>Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES), firmado el 3 de Marzo 1973 (Entrado en vigor el 1 de Julio 1973).</p> | <p>Es un Acuerdo Internacional que tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para su supervivencia.</p> <p>Es aplicable en las áreas de cultivo de <i>Jatropha Curcas</i> (Piñón) donde existan especies amenazadas.</p> |
| <p>Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), adoptado el 9 de Mayo 1992 (Entrado en vigor el 21 de Marzo 1994). Honduras: Aprobado con Decreto 26/95</p> | <p>Es aplicable en proyectos con enfoque de mitigación o adaptación ya que es el principal instrumento internacional legalmente vinculante que aborda el tema del cambio climático y establece como uno de los principios básicos la contribución al desarrollo sostenible de iniciativas de este tipo.</p> |
| <p>Convenio regional para el manejo y conservación de los ecosistemas naturales forestales y el desarrollo de plantaciones forestales, adoptado el 23 de Octubre 1993.</p> | <p>Es aplicable en los cultivos de <i>Jatropha Curcas</i> ya que tiene como objetivo promover mecanismos nacionales y regionales para evitar el cambio de uso de las áreas con cobertura forestal ubicadas en terrenos de aptitud forestal y recuperar las áreas deforestadas, establecer un sistema homogéneo de clasificación de suelos, mediante la reorientación de políticas de colonización en tierras forestales, la desincentivación de acciones que propicien la destrucción del bosque en tierras de aptitud forestal, y la promoción de un proceso de ordenamiento territorial y opciones sostenibles.</p> |
| <p>Ley General del Ambiente (Decreto Legislativo 104-93)</p> | <p>Aplicable, tomar en cuenta en su totalidad y ver con mayor detalle los siguientes artículos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Orientados a protección y conservación del ambiente (Art. 30- 35, 45, 47-50, 59-66) b) Infracciones y Delitos (Artículos del Título VI de la ley) |
| <p>Ley de Ordenamiento Territorial (Decreto</p> | <p>Aplicabilidad completa, considerar en su totalidad ya que esta ley establece que el ordenamiento territorial</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Legislativo 180-2003)</p> | <p>se constituye en una política de Estado que incorporado a la planificación nacional, promueve la gestión integral, estratégica y eficiente de todos los recursos de la nación, humanos, naturales y técnicos, mediante la aplicación de políticas, estrategias y planes efectivos que aseguren el desarrollo humano en forma dinámica, homogénea, equitativa en igualdad de oportunidades y sostenible.</p> |
| <p>Ley Forestal y Áreas Protegidas y su Reglamento (Decreto Legislativo 98-2007)</p> | <p>Aplicabilidad completa, considerar en su totalidad y ver con mayor énfasis lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Recurso suelo (Art.49,54) b) Manejo forestal (Art. 68 -76) c) Aprovechamiento forestal (Art. 91) d) Conservación y recuperación del uso forestal (Art. 93-95) e) Conservación y protección de suelos y agua (Art.121,123) f) Medidas de protección y fomento (Art. 134-139) g) Recurso biológico (Ley en su Totalidad) h) Resultados o efectos acumulativos (Ley en su Totalidad) i) Recurso agua (Ley en su Totalidad) |
| <p>Código de Salud (DECRETO NO.65-1991)</p> | <p>Aplicabilidad completa, tomar en cuenta en su totalidad y prestar atención a lo siguientes artículos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Saneamiento de medio ambiente (Art. 34) b) Residuos líquidos (Art. 34-36, 41-43) c) Disposición final de aguas residuales (Art. 44) d) Aire y contaminación (Art. 46, 47, 48, 49, 50) e) Residuos sólidos (Art. 57) f) Sustancias peligrosas (Art. 127-129) |

| | |
|--|---|
| <p>Reglamento General de Salud Ambiental (Acuerdo No.0094, Junio, 1997)</p> | <p>Aplicabilidad completa , ver con detalle los artículos</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Del agua (10,11,15,17,19-24,28) b) Agua residual (Art.30,38,46) c) Del aire, su contaminación y control (Art. 51-60) d) Residuos sólidos (Art. 62, 67, 68, 70,72) |
| <p>Reglamento Ley General del Ambiente (ACUERDO NÚMERO 109-93)</p> | <p>Aplicabilidad completa, considerar los siguientes artículos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Protección del ambiente (Art. 63) b) Ambiente y salud humana (Art. 75,76,81) c) Incentivo (prevención y mejora ambiental Art. 91) d) Delitos Ambientales (Art. 104-107) |
| <p>Ley para la Modernización y Desarrollo Agrícola (DECRETO NUMERO 31-92 (EMITIDO EL 05/03/1992)</p> | <p>Aplicable, considerar en su totalidad, y prestar atención a los siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Comercialización (Art. 20) b) Transferencia de Tecnología (Art 34) c) Tenencia de tierra (Art. 50) d) Cooperativas empresas asociativas (Art. 59-62) |
| <p>Ley de Municipalidades (Decreto No. 134-90)</p> | <p>Aplicable, tomar en cuenta los artículos donde se establece las regulaciones de perímetros urbanos y forestales.</p> <p>(ver Art. 78,120,139)</p> |
| <p>Estrategia Regional Agroambiental de Salud (ERAS)</p> | <p>Aplicabilidad completa, prestar atención a sus ejes temáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Manejo Sostenible de Tierras b) Cambio Climático y Variabilidad Climática c) Biodiversidad d) Negocios Agro-ambientales |

| | |
|--|--|
| | e) Espacios y Estilos de Vida Saludables |
| Ley General de Aguas (Decreto N° 181-2009) | <p>Aplicabilidad completa. Considerar en especial los siguientes artículos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Afectación, usos del agua y descarga agua residual (Art. 32, 33, 41 y 44) b) Incentivo (ecosistema servicio ambiental Art. 50) c) Suspensión y pérdida de derecho (Art. 74-75) d) Infracción (Art.96) |
| Ley de Aprovechamiento de Aguas Nacionales (DL 137-27) | <p>Aplicable, considerar en su totalidad (Matriz ambiental Agua) ya que esta ley establece los lineamientos generales para el aprovechamiento del recurso hídrico del país en los diferentes sectores productivos (servicio doméstico, agrícola, fabril, pesca, navegación, abastecimiento de poblaciones, industria, generación de energía entre otros). Con el cumplimiento de dicha ley se aprovecha el recurso (agua) de forma sostenible.</p> |
| Reglamento de la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento (AE 006-2004) | <p>Aplicable, considerar en su totalidad (Matriz ambiental Agua) ya que el Reglamento General complementa la aplicación de la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento, precisando sus alcances y estableciendo las disposiciones complementarias que correspondan.</p> |
| Ley de Propiedad (DL 82-2004) | <p>Aplicable, considerar en su totalidad ya que su propósito es fortalecer y otorgar seguridad jurídica a los titulares de la propiedad, desarrollar y ejecutar una política nacional que permita la inversión nacional y extranjera y el acceso a la propiedad por parte de todos los sectores de la sociedad.</p> <p>Las disposiciones de la Ley de Propiedad comprenden la propiedad inmueble, derechos reales y</p> |

| | |
|--|---|
| | otros derechos. |
| <p>Normas Técnico Administrativas para el Manejo de Áreas Protegidas.</p> <p>(CORPORACION HONDUREÑA DE DESARROLLO FORESTAL RESOLUCIÓN N° 138-2) actualmente el nombre de la institución es "Instituto de Conservación y Desarrollo Forestal" (ICF)</p> | <p>Aplicable si el cultivo de la <i>Jatropha</i> se establece cerca de áreas protegidas y considerar en su totalidad ya que estas normas son desarrolladas para el manejo de las Áreas Protegidas de Honduras y para el Manejo y Aprovechamiento de la Fauna Silvestre y sus alrededores.</p> |
| <p>Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos (Acuerdo N° 378-2001)</p> | <p>Aplicable, considerar en su totalidad ya que el objetivo del reglamento es regular las operaciones de manejo de residuos sólidos, con el fin de evitar riesgos a la salud y al ambiente. Tiene aplicación nacional y es de cumplimiento obligatorio para las municipalidades, usuarios del servicio público de recolección u otras entidades públicas o privadas que tengan a su cargo, las operaciones de manejo de residuos sólidos, así como para los funcionarios que deban emitir dictámenes en este campo.</p> |
| <p>Reglamento de la Ley de Ordenamiento Territorial (ACUERDO No. 25-2004)</p> | <p>Aplicable, Considerar en su totalidad pues desarrolla los principios, objetivos, procedimientos y las funciones, formas y contenidos de los instrumentos previstos en la Ley de Ordenamiento Territorial.</p> |
| <p>Reglamento de Cuarentena Agropecuaria (Acuerdo No. 1618-97)</p> | <p>Considerar en su totalidad ya que el objetivo de esta ley es establecer las disposiciones técnicas, administrativas y legales para preservar la sanidad agropecuaria del país a través de acciones para prevenir la introducción, establecimiento y dispersión de plagas y enfermedades de importancia económica, cuarentenaria y social que amenacen la salud humana y animal y la sanidad vegetal del país.</p> |
| <p>Decreto 163/93 Ley de Incentivos a la Forestación, Reforestación y a la protección del</p> | <p>Es aplicable en su totalidad en cultivos de <i>Jatropha Curcas</i> ya que por objeto establecer incentivos para</p> |

bosque

promover la incorporación del sector privado en la ejecución de actividades de forestación, reforestación y de protección de los bosques, con el propósito de lograr su mas amplia participación en la reversión del proceso de deforestación que sufre el país, en el adecuado manejo de los bosques naturales y en el establecimiento de plantaciones forestales.

Bibliografía

- Alfonso, J., & Reyes, P. (2009). Proyecto Gota Verde: Poda del Cultivo de Piñón (*Jatropha curcas*). Lima, Cortés: FHIA.
- ALU. (2006). Apuntes Universitarios y Prácticas de Ingeniería. Obtenido de Apuntes Universitarios y Prácticas de Ingeniería: <http://www.alu.ua.es/v/vap/biomasa.htm>
- BID, CENTA, & MAG. (Julio de 2010). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal - Enrique Álvarez Córdoba. Recuperado el 2012, de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal - Enrique Álvarez Córdoba:
<http://centa.gob.sv/upload/biocombustibles/Manual%20T%C3%A9cnico%20Tempate.pdf>
- (CNP+LH), I. R. (2009). USAID/HONDURAS Guía de buenas practicas ambientales para la elaboración de Biodisel a partir de la palma africana. Recuperado el 21 de febrero de 2012, de
<http://www.mirahonduras.org/cafta/gbpa/GBPA%20Biodiesel.pdf>
- (CNP+LH), I. R. (2009). USAID/HONDURAS, Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la industria forestal primaria . Recuperado el 15 de febrero de 2012, de Guías de Buenas Prácticas Ambientales:
<http://www.mirahonduras.org/cafta/gbpa/GBPA%20forestal.pdf>
- Congreso Nacional de Honduras. (s.f.). Ley Para La modernización y Desarrollo Del Sector Agrícola Decreto 31-92. Recuperado el 1 de Marzo de 2012, de Instituto Nacional Agrario:
http://www.ina.hn/userfiles/file/nuevos/ley_para_la_modernizacion_y_desarrollo_del_sector_agricola_lmdsa.pdf
- FACTS. (2009). Manual de *Jatropha*. Holanda.
- FAO. (20 de 12 de 2006). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado el 2012, de Food and Agriculture Organization of the United Nations:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/x0490s/x0490s00.pdf>
- Farmchem S.A. (2009). BUENAS PRACTICAS AGRCOLAS EN EL MANEJO DE AGROQUIMICOS O PRODUCTOS FITOSANITARIOS. Buenos Aires.

- Garcés, G. P. (14 de 5 de 2009). Pontificia Universidad del Ecuador Sede Ibarra. Recuperado el 2012, de Pontificia Universidad del Ecuador Sede Ibarra: <http://publicaciones.pucesi.edu.ec/documentos/libros/cultivos/25-38.pdf>
- Legal, F. F. (Enero de 2005). El Marco Jurídico Forestal de Honduras. Recuperado el 2012 de mayo de 12, de PROGRAMA DE COOPERACIÓN FAO/PAÍSES BAJOS: <http://www.fao.org/forestry/12806-0936e75f28ba9e781cd17045365c55200.pdf>
- SANCHEZ, E. N. (s.f.). Compendio de legislación Ambiental de Honduras 2011. Recuperado el 30 de enero de 2012, de Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras: <http://www.serna.gob.hn/UPEG%20PORTAL/ultimos%20boletines%20informativos/COMPENDIO.pdf>
- SICA, SISCA, CCAD,CAC. (mayo de 2008). Estrategia Regional Agroambiental y De Salud. Recuperado el 2 de marzo de 2012, de http://www.ruta.org/documentos_no_indexados/ERAS/ERAS-21-MAYO-FINAL.pdf
- Smith, R., & Thomas, S. (2001). *Ecología*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN S.A.+
- SNV, AECID, & HONDUPALMA. (2011). Guía uso eficiente de agua. Francisco Morazán: COMUNICA.
- SNV, CORDAID, & DANIDA. (2011). Manual Cultivo de *Jatropha curcas* (piñón). Honduras.
- UCA. (Julio de 2010). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Recuperado el 05 de 2012, de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal: <http://centa.gob.sv/upload/biocombustibles/Manual%20T%C3%A9cnico%20Tempate.pdf>