

**Estudio descriptivo del comportamiento del
piñón (*Jatropha curcas* L.) en el departamento
de Yoro, Honduras**

Miljian Yolany Villalta Núñez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

Estudio descriptivo del comportamiento del piñón (*Jatropha curcas* L.) en el departamento de Yoro, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Miljian Yolany Villalta Núñez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

Estudio descriptivo del comportamiento del piñón (*Jatropha curcas* L.) en el departamento de Yoro, Honduras

Presentado por:

Miljian Yolany Villalta Núñez

Aprobado:

Mario Contreras, Ph.D.
Asesor principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director
Carrera de Desarrollo Socioeconómico
y Ambiente

Raúl Zelaya, Ph.D.
Asesor

Raul Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Villalta, Miljian. 2009. Estudio descriptivo de comportamiento del piñón (*Jatropha curcas* L.) en el departamento de Yoro, Honduras. 19 p.

El estudio se realizó con el fin de entender mejor el comportamiento del piñón (*Jatropha curcas* L.) en el entorno agroecológico del Proyecto Gota Verde, para mejorar el enfoque de sus actividades y contribuir al éxito de sus objetivos en pro del desarrollo local en Yoro, Honduras, usando esta especie, con las variedades India Salvadoreña y Cabo Verde, sembradas en laderas y planicies, bajo condiciones de fertilización y no fertilización. Este estudio tuvo como objetivo identificar: las diferencias en el comportamiento de las variedades, el contexto agroecológico con el mejor comportamiento y las diferencias entre las plantaciones bajo fertilización y no fertilización. Fue un estudio *Post Facto* utilizando una base de datos de la Matriz de Productores de la Planificación Operativa Anual (POA) 2008, de la Fundación para el Desarrollo Empresarial Rural (FUNDER). Las plantaciones se dividieron en tres sectores que abarcan los municipios de influencia de Gota Verde: Yoro, Jocón. Sulaco, El Negrito, Morazán y Victoria. El análisis se hizo con base en una categorización de acuerdo a características fenológicas de la planta: deseada y crítica. La base de datos fue analizada por medio del método de análisis discriminante. Se determinó dos categorías: a) Estado deseado, que refiere a una plantación que se encuentra en buenas condiciones agronómicas y con un potencial de un rendimiento encima del promedio; y b) Estado crítico, parcelas con deficiencias agronómicas cuyo potencial productivo es limitado (rendimiento estimado debajo del promedio). El área total analizada fue de 245.5 ha de las que 126.8 pertenecen a ladera y 118.7 a planicie. La variedad Cabo Verde tuvo mejor comportamiento que la India Salvadoreña. La condición agroecológica general de ladera presentó comportamiento más favorable. Las dos variedades responden de manera favorable a la fertilización.

Palabras clave: Jatrofa, Análisis discriminante, Honduras.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. EL CULTIVO DEL PIÑÓN.....	4
3. METODOLOGIA Y ZONA DEL ESTUDIO.....	8
4. RESULTADOS	10
5. DISCUSIÓN.....	14
6. CONCLUSIONES.....	16
7. RECOMENDACIONES	17
8. LITERATURA CITADA.....	18

Cuadro

1. Características de los suelos que predominan en la mancomunidad de municipios de la cuenca del río Aguan y Cuyamapa.	7
2. Análisis descriptivo de las variables.....	11
3. Análisis multivariable.....	12
4. Resultados de la clasificación (probabilidades previas iguales).....	13

Figura

1. Municipios de influencia del Proyecto Gota Verde en el departamento de Yoro, con plantaciones de India Salvadoreña y Cabo Verde. 9

1. INTRODUCCIÓN

El piñón (*Jatropha curcas L.*) (Euphorbiaceae) es una planta oleaginosa que se encuentra distribuida en regiones tropicales y subtropicales del mundo. Según Punia (2007), se conoce con más de 200 nombres y crece de manera silvestre y también sembrada como cerca viva. En la actualidad es cultivada para la extracción de aceite y producción de biocombustible usado en motores diesel. El centro de origen de esta especie se encuentra en Mesoamérica, que incluye desde el norte de México hasta el norte de Centroamérica. La historia indica que, el piñón ha sido sembrado como cerca viva desde hace varios siglos. Se la cultiva en América Central, Sudamérica, Sureste de Asia, India y África. A pesar de ser una planta originaria del continente americano, su mayor uso se dio en África, (donde fue llevada en el siglo XVIII en las galeras portuguesas que traficaban con esclavos hacia Brasil). En los países africanos de Cabo Verde, Madagascar y Malí, el aceite de la semilla fue utilizado para la producción de combustible para el alumbrado público (Larran, 2007). De acuerdo a OFI-CATIE (2005) su uso también se remonta a la Segunda Guerra Mundial, cuando el aceite se utilizó en motores de equipos militares en ese continente

Sin embargo, aunque el piñón se siembra en distintas partes del mundo, se marcan comportamientos de productividad muy diferentes en cada región. Mientras que datos de producción en una zona reflejan rendimientos elevados, otras regiones del mundo o aun dentro un país, muestran lo contrario. En Honduras está incrementando el área sembrada con piñón y el interés sobre este cultivo ha despertado una particular búsqueda de conocimiento y ha llevado a realizar proyectos de investigación específicos. Además, ha sido aceptado con creciente entusiasmo en varios otros países de la región.

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 La agricultura en ladera y valles en Honduras

Las laderas son definidas como áreas con un declive superior al 12% (Banco Mundial 2006). Las zonas de ladera incluyen, además de las laderas propiamente, valles llanos con elevaciones entre los 300 y 900 metros, dispersos a los largo de las laderas interiores.

En comparación con áreas de menos declive y elevación, las opciones agrícolas en las zonas de ladera son limitadas (Jansen *et al.* 2007). En Honduras, las zonas de ladera representan el 80% de la extensión territorial y la actividad económica que predomina en ellas, es la agricultura en pequeña escala para la producción de granos básicos, café y la

ganadería. Su potencial agrícola varía según factores agroecológicos como la altitud, la pluviosidad y las características del suelo. En adición, las zonas de ladera son parte importante de las áreas menos favorecidas en vista de que, a menudo, tiene poco potencial biofísico y atraen escasas inversiones públicas. En Honduras, la pobreza es profunda y generalizada, y esto es particularmente cierto en las zonas de ladera, que alberga a una tercera parte de la población nacional. La pobreza rural en las zonas de ladera obedece principalmente, entre otras causas, a la vulnerabilidad ante perturbaciones naturales y económicas (Jansen *et al.* 2007).

En el territorio hondureño predominan las colinas y los valles y en estos últimos suele encontrarse la tierra de cultivo más fértil. Los valles se refieren principalmente a las tierras bajas en la parte norte y noroccidental del país, que suelen considerarse sitios con un alto potencial agrícola. En contraste, el 80% del territorio del país, se considera menos apto para la agricultura. Los productores más pequeños son los que usualmente viven y desarrollan sus actividades agrícolas en áreas más vulnerables de laderas con mayor degradación ecológica y sin acceso a sistemas de riego.

1.1.2 El proyecto Gota Verde en Yoro

El proyecto Gota Verde, establecido en la ciudad de Yoro y con influencia directa en seis municipios de este departamento, se basa en el aprovechamiento de los recursos naturales para fomentar el desarrollo económico. El proyecto, se enfoca en pequeños y medianos productores de escasos recursos económicos, concentrado en cultivos oleaginosos, particularmente el de piñón (*Jatropha curcas L.*) para su transformación en biocombustibles para el mercado local. Es financiado y operado por Social Trade Organization (STRO), con el apoyo de organizaciones nacionales e internacionales. Es financiado por tres donantes principales: El Instituto Humanista de Cooperación al Desarrollo (HIVOS), “Intelligent Energy Executive Agency” (IEEA) y “Stichting DOEN”. El proyecto es ejecutado por las contrapartes: Fundación para el Desarrollo Empresarial Rural (FUNDER), Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) y la Cooperativa de Ahorro y Crédito (COOPACYL). Como parte integral de su funcionamiento, Gota Verde ha desarrollado una serie de investigaciones, apoyado por la FHIA, que incluyen el establecimiento de parcelas experimentales, en las que se ha logrado determinar variables relevantes para el mejoramiento del cultivo del piñón.

1.2 PLANTEAMIENTO Y ALCANCES DEL ESTUDIO

Este estudio del comportamiento de dos variedades de piñón -India Salvadoreña y Cabo Verde- en dos contextos agroecológicos y en condiciones de fertilización distintas, sirve para elucidar su adaptación específica a los sitios de interés, enmarcados en el contexto de alcance del proyecto Gota Verde. Dentro de las metas iniciales del Proyecto Gota Verde, está el establecimiento de 700 ha de piñón en terrenos de productores pequeños capacitados sobre este cultivo, para finales de 2009. Sin embargo, a inicios del año 2009 se han establecido solamente 260 ha del cultivo. Tomando en cuenta el potencial que posee para contribuir a reactivar el sector agrícola en zonas de mayor marginamiento

social y productivo, el piñón se consideró desde un inicio como un cultivo alternativo de mucho interés. Se debe destacar que la especie es reportada como muy adaptable a requerimientos de suelo y clima, sin demanda de suelos ricos para su desarrollo y además, cultivable en suelos deteriorados y de bajo valor comercial. Sin embargo, esta percepción es cuestionable y objeto de controversia entre numerosos investigadores.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Entender mejor el comportamiento del piñón (*Jatropha curcas* L.) en el entorno agroecológico del Proyecto Gota Verde, para mejorar el enfoque de sus actividades y contribuir al éxito de sus objetivos en pro del desarrollo económico local en Yoro, Honduras, usando esta especie, con las variedades India Salvadoreña y Cabo Verde, sembradas en laderas y planicies, bajo condiciones de fertilización y no fertilización.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar si existen diferencias en el comportamiento entre las variedades India Salvadoreña y Cabo Verde.
- Identificar si existen diferencias en el comportamiento del piñón entre las zonas de ladera y planicie.
- Identificar si existen diferencias en el comportamiento del piñón bajo condiciones de fertilización y no fertilización.

2. EL CULTIVO DEL PIÑÓN

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PIÑÓN

El piñón (*Jatropha curcas* L.) es una planta con múltiples atributos y propósitos, cuyo interés en los trópicos ha aumentado como una fuente potencial de biocombustible (Parthiban *et al.* 2009). Esta especie se ha adaptado a muchas regiones del planeta, dando lugar a una cantidad significativa de cultivares y variedades. Estos se diferencian fundamentalmente en la cantidad y calidad de aceites de sus semillas. La especie es también muy rústica y se adapta a suelos pobres y tolera los periodos de sequía, aunque su producción se ve favorecida con el aporte de agua (Casotti, 2008).

Por otra parte, Calé y Dewes (2009) mencionan que las condiciones pobres de suelo hacen que las tierras marginales no puedan soportar plantaciones con alta densidad de siembra sin afectar adversamente la producción por planta. Sumado a esto, Openshaw (2000) afirma que el crecimiento de la planta depende de la fertilidad del suelo y especialmente de la precipitación. De igual manera, la floración y la producción de semillas responden a estos factores y además, responden favorablemente a los nutrientes. En suma, un bajo nivel de nutrientes puede afectar el desarrollo de la semilla. Sin embargo, numerosas organizaciones de desarrollo y cooperación internacional, tales como el Banco Mundial y ONG, están planificando y ejecutando proyectos de desarrollo, basados en el cultivo del piñón por parte de los pequeños agricultores en zonas con condiciones agroecológicas desfavorables. Como lo mencionan Raswant *et al.* (2008), muchos agricultores pobres pueden beneficiarse de la producción de biocombustible, especialmente de cultivos que no compiten con la producción de alimentos, tales como el piñón.

2.2 POTENCIAL DEL CULTIVO DE PIÑÓN PARA CONTRIBUIR A LA REDUCCIÓN DE LA POBREZA

Honduras es el tercer país más pobre en Latinoamérica y el segundo más pobre de los países centroamericanos, con un 75% de la población rural viviendo en pobreza y 63% de ellos en extrema pobreza (IFAD, 2007). En el documento de la Estrategia Regional para América Latina y el Caribe (2002), IFAD (Fundación Internacional para la Agricultura y el Desarrollo) define la pobreza rural y pobreza rural extrema desde el punto de vista cultural, social y económico. La definición va más allá de consideraciones acerca del nivel de ingreso (niveles de ingreso que están bajo las necesidades mínimas para obtener bienes y servicios básicos incluyendo alimentación para la familia) e incluye: la exclusión y discriminación social y económica relacionada al etnicismo y el género y la falta de o

acceso limitado para servicios que cubran las necesidades básicas de las familias rurales (salud, educación, vivienda, etc.).

En el mapa de pobreza del país, la incidencia de la pobreza rural en 1998 fue de 38-44% para el departamento de Yoro en el cual el proyecto Gota Verde está localizado (Banco Mundial, 2001). De manera reciente, la especie de piñón ha sido considerada para Honduras una alternativa para contribuir a reducir la pobreza rural, utilizando suelos con condiciones agrícolas favorables, así como con deficiencias.

2.3 REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DEL PIÑÓN

De acuerdo a De la Vega (2009) el clima para el cultivo del piñón debe ser tropical o subtropical, con temperatura media anual de 20°C y altitudes desde 0 hasta los 1,200 msnm. Además, es deseable una precipitación de 300 – 1800 mm/año. La fertilización puede realizarse con la aplicación de nitrógeno (urea) y fósforo (superfosfato) que propician la floración. Los suelos deben ser arenosos, ventilados, bien drenados, con pH 5-7, fertilidad media a escasa y con profundidad mínima de 60 cm. El piñón es un arbusto de crecimiento rápido, caducifolio que puede alcanzar más de 5 m de altura. Los frutos son del tipo cápsula ovoide, con 1.5 a 3.0 cm de diámetro, conteniendo usualmente tres semillas PROCITROPICOS/IICA (2009).

El descubrimiento y desarrollo de más variedades de piñón alrededor del mundo impulsan a profundizar el conocimiento de las actuales para darles tratamientos más adecuados, acorde a las condiciones agroecológicas y micro climáticas de cada región y optimizar el aprovechamiento y los beneficios de la planta.

2.4 ORIGEN DE LAS VARIETADES CABO VERDE E INDIA SALVADOREÑA

La variedad Cabo Verde hace referencia a la república de Cabo Verde, que comprende el archipiélago de Cabo Verde, ubicado en el océano Atlántico a aproximadamente 640 Km al oeste de Dakar, Senegal, en el continente africano. Con un clima tropical seco y una temperatura media de 20 ° a 25 ° C en enero y 24 ° a 28 ° C en julio. La escasez continua de lluvia, hace que la mayor parte de la tierra sea demasiado seca para el crecimiento de la flora. La precipitación media en Praia, la capital de Cabo Verde, es 260 mm, llovidos en una época corta de agosto a septiembre (FAO, 2009). La selección hecha en la isla de Cabo Verde de materiales de piñón proveniente de la América tropical, ha sido utilizada en zonas secas de diversos países del mundo, al punto que actualmente es considerada una variedad del cultivo. Por otra parte, la variedad India Salvadoreña fue importada a la república de El Salvador desde India, por el Ministerio de Agricultura de ese país. Inicialmente se le llamó India; no obstante, el proyecto Gota Verde importó a Honduras la variedad, seleccionada por sus características agronómicas y agroecológicas bajo las que fue manejada en sus cultivos iniciales. Se le llamó India Salvadoreña.

2.5 MANEJO DE LAS PLANTACIONES

Con referencia al manejo dado, las recomendaciones de fertilización se hicieron con base en los análisis de suelos de las muestras de algunas parcelas en cada sector. De acuerdo a la exigencia de la planta y con los resultados del análisis, se determinó el fertilizante y la cantidad a aplicar. Las plantaciones se establecieron a una densidad de 1,666 y 2,000 plantas/ha con distintos sistemas de siembra:

- a. Piñón puro siembra directa con mecanización,
- b. Piñón puro siembra directa en labranza mínima,
- c. Piñón siembra directa en cercas,
- d. Piñón puro con vivero labranza mínima
- e. Piñón con vivero siembra en cercas.

El rango de aplicación fue una dosis de 1 quintal/ha de sulfato de amonio, cuya fórmula molecular es $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Es un fertilizante químico nitrogenado que en estado de abono, contiene 21% N y 59% de SO_4 . De acuerdo a Russell (1968) el sulfato de amonio es apto para los trópicos, ya que el N se mantiene contra el lixiviado; además, el sulfato de amonio es la fuente con mayor contenido de azufre como sulfato, de alta disponibilidad para cultivos y aporta nutrientes que son rápidamente absorbidos por las plantas (FEMISA, 2009). Se aplicó el fertilizante 12-24-12 (NPK) cuya fórmula molecular es N 12%, P_2O_5 24% y K_2O 12% (Nitrógeno, Fosforo y Potasio). La dosis aplicada fue dos qq/ha. El nitrógeno es componente de proteínas, aminoácidos y ácidos nucleicos y el potasio se encarga de la regulación osmótica y cofactor enzimático en el metabolismo de carbohidratos y proteínas (Arévalo y Gauggel, 2008).

La Dirección General de Recursos Hídricos, a través del departamento de Servicios Hidrológicos y Climatológicos, citado en el análisis del contexto territorial Mamuncrac (2005) concluye que la precipitación promedio mensual para estos municipios es de 98.55 mm, los meses en los que se registra mayor precipitación van de mayo a octubre, con una máxima de 189 mm en el mes de septiembre. La distribución territorial de la lluvia tiene ámbitos de 900 mm a 1,600 mm con mayores precipitaciones en la región norte de la mancomunidad. Los sectores que presentan menor precipitación son: el área central del valle de Locomapa, Sulaco y El Negrito. La temperatura anual es de 25.3°C, los periodos más cálidos se registran en los meses de marzo a mayo, con 34.2°C y los periodos más fríos en los meses de noviembre a febrero, cuando la temperatura llega hasta los 16.2°C.

El relieve presenta áreas altamente escarpadas, con pendientes muy pronunciadas; se caracteriza por la presencia de las montañas de la Cordillera Central, donde nacen los afluentes que conforman la red hidrológica del departamento y que drenan sus aguas en el océano Atlántico (Análisis del Contexto Territorial de la Mamuncrac, 2005).

El clima y la geología de los suelos de esta zona, permiten separar tierras altas y valles intermontanos. En las montañas, el tipo de suelo encontrado comúnmente es de textura franco – arcillosa, mientras que en los valles, los suelos son profundos, con tendencia a franco – arenosos. Los tipos de suelo han sido definidos de acuerdo a la clasificación de uso de los suelos del servicio de Agricultura de los Estados Unidos, su descripción está

basada en tres características: (a) el color, (b) la textura y (c) la estructura. De los 14 tipos de suelos identificados por el mapa general de tipos de suelos, predominan seis: Jacaleapa, Sulaco, Yaruca, Tomalá y Aluviales, los cuales representan el 89% del territorio total de la mancomunidad y presentan las siguientes características (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de los suelos que predominan en la mancomunidad de municipios de la cuenca del río Aguan y Cuyamapa.

Suelo	Área de cobertura (%)	Profundidad cm	% Pendiente	Erosibilidad	Fertilidad	Clase
Jacaleapa	38.88	15-20	20-40	Alta	Baja	VII
Sulaco	14.06	20-30	20-60 +	Alta	Buena	IV – VII
Yaruca	11.69	10-50	15-60 +	Alta	Buena	VII
Tomalá	10.58	10-50	30-60 +	Alta	Buena	IV – VII
Aluviales	7.74	30	2	Baja	Muy Buena	I – II
Suelos de los Valles	6.70	75	0-5	Baja	Muy Buena	I –II

De acuerdo a la clasificación de FAO y Simmons (1969), Jacaleapa tiene el mayor porcentaje del área de los municipios, estos son suelos bien avenados, poco profundos, ocupan un relieve escarpado, superficiales, con profundidad hasta de 15 cm, franco arenoso muy fino a franco limoso friable, pardo oscuro a pardo muy oscuro y pH 5.0 a 5.5 (Cuadro 1). Sulaco es el segundo en área, relativamente bien avenados, poco profundos, de 20 a 30 cm, es una arcilla pardo – oscura negra, duro en seco y adherente y plástico en mojado. La reacción es neutra (pH de 7.0 a 7.5) generalmente, pero en algunas partes hay pequeños fragmentos de caliza y el suelo es calcáreo.

Yaruca ocupa el tercer lugar, son suelos bien avenados, relativamente poco profundos. Ocupan un relieve escarpado y son comunes las laderas de pendiente superior a 60%. La altitud oscila casi entre 0 y más de 1000 msnm. Tomalá, son suelos bien avenados, relativamente poco profundos. La mayor parte del área se encuentra a 1,200 msnm, pero en algunos lugares hay montañas de más de 1,500 m de altitud. En su mayoría, las laderas son escarpadas, frecuentes las pendientes de más de 60%, en algunos sitios de 30 a 40 %. El suelo superficial, hasta una profundidad de unos 10 a 20 cm, es franco limoso o franco arcilloso – limoso, friable, pardo amarillento a pardo oscuro Aluviales, poseen un buen avenimiento y textura más gruesas, franco arenosas muy finas en el horizonte superficial. En muchas partes el suelo de textura arenosa tiene un espesor superior a un metro. Normalmente, el color es pardo amarillento. Suelos de los Valles, son profundos, bien drenados, aptos para el cultivo intensivo, son terrazas fluviales, su pendiente es inferior al 15%. Por lo general todos los suelos tienen buenos niveles de fertilidad, especialmente aquellos aluviales y de los valles, además los que están en zonas escarpadas y que tienen cobertura vegetal de bosque latifoliado.

3. METODOLOGIA Y ZONA DEL ESTUDIO

3.1 ANALISIS DE DATOS

Este estudio fue realizado utilizando los datos de la Matriz de Productores de la Planificación Operativa Anual (POA) 2008 del Centro de Agronegocios para la Pequeña Agricultura Empresarial, de la Fundación para el Desarrollo Empresarial (FUNDER). La base de datos se dividió en 3 sectores que abarcan los municipios de influencia de Gota Verde.

La base de datos fue analizada por medio del método de análisis discriminante. El análisis discriminante es una técnica estadística utilizada para analizar la relación entre una variable dependiente no métrica y varias variables independientes métricas. El objetivo principal de este es utilizar los valores conocidos de las variables independientes para predecir con que categoría de la variable dependiente corresponde. Es una técnica de clasificación que permite agrupar a los elementos de una muestra en dos o más categorías diferentes, predefinidas en una variable dependiente no métrica, en función de una serie de variables independientes métricas combinadas linealmente (Pérez, 2004). La expresión funcional del análisis discriminante es la siguiente:

$$y = F(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad [1]$$

La variable dependiente y es no métrica y las variables independientes son métricas. El análisis se desarrollo por medio de porcentajes e índices. Se utilizó un índice de comportamiento que consistió en asignar un peso relativo a cada categoría. Se determinó dos categorías: a) Estado deseado, que refiere a una plantación que se encuentra en buenas condiciones agronómicas y con un potencial de un rendimiento encima del promedio; y b) Estado crítico, parcelas con deficiencias agronómicas cuyo potencial productivo es limitado (rendimiento estimado debajo el promedio). El análisis se hizo con base en una categorización de las plantaciones.

La categorización de las plantaciones fue realizada bajo el criterio de la presencia de características fenológicas. Se calificó como Deseado y Crítico. La categoría Deseado incluyó las plantas con características y desarrollo vegetativo en condiciones óptimas, tales como: follaje verde y abundante, altura superior a 1.70 cm según la edad, floración abundante y bien distribuida, no presencia de malezas y de plagas. La categoría Crítica incluyó las plantas con altura > 50 cm, escasa ramificación (2 a 3 ramas), área foliar muy reducida y follaje color verde claro y cuyo desarrollo es ni óptimo ni malo y tiende a adoptar las características de la categoría Bueno.

3.2 ZONA DEL ESTUDIO

El estudio fue realizado en el marco de influencia del Proyecto Gota Verde, en el Departamento de Yoro, Honduras. Las actividades se circunscriben dentro de la Mancomunidad de los Municipios de la cuenca del río Aguán y Cuyamapa (MAMUNCRAC) en la región central norte de Honduras. Para el estudio se consideró a los municipios de la mancomunidad: Yoro, Sulaco, Victoria, Jocón, El Negrito y Morazán, con excepción de los municipios de Arenal, Yorito y Olanchito (Figura 1).

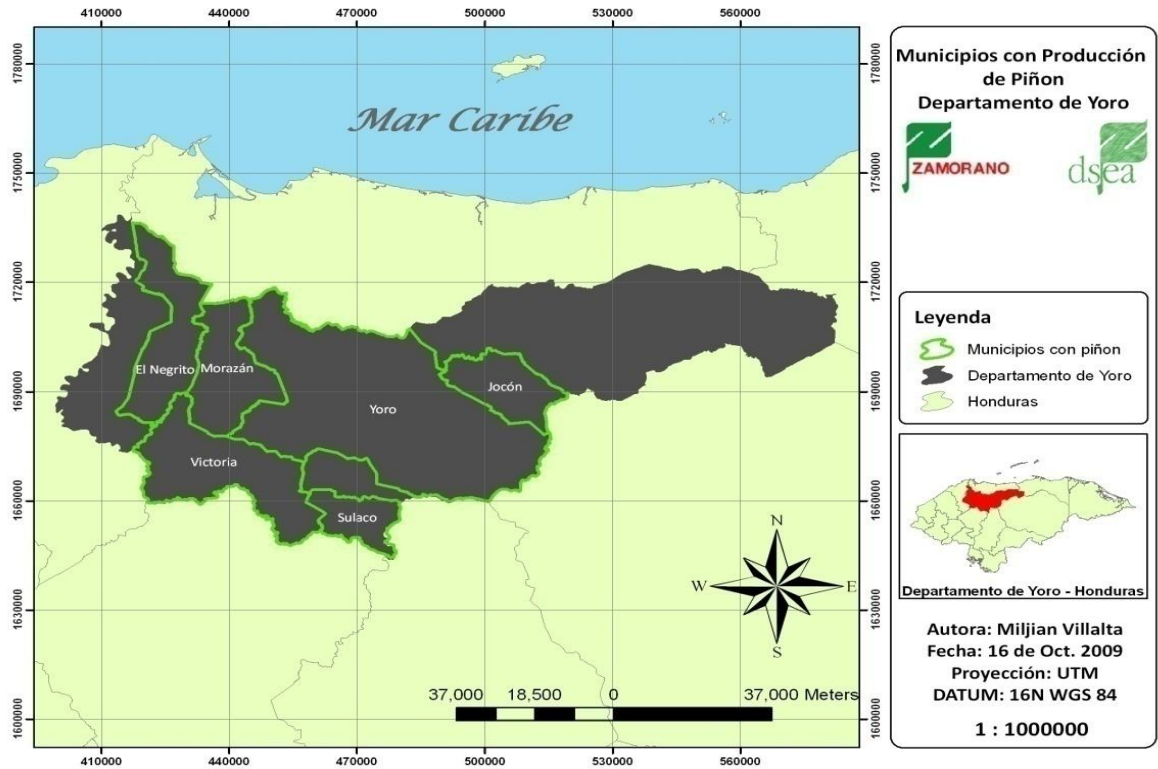


Figura 1. Municipios de influencia del Proyecto Gota Verde en el departamento de Yoro, con plantaciones de India Salvadoreña y Cabo Verde.

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En total se tomó en cuenta 192 productores independientes y asociados al proyecto Gota Verde. El 91% son varones y la participación femenina es del 9%. El área total analizada fue de 245.5 ha de las que 126.8 ha pertenecen al cultivo en ladera y 118.7 ha sembradas en planicies. En esta sección se analizará las diferencias entre las dos poblaciones de parcelas con el cultivo de piñón. La categorización de las parcelas está basada en los criterios desarrollados por el Proyecto Gota Verde.

Entre la variable área sembrada con piñón no se encontró una diferencia significativa. Aunque se esperaba que una área sembrada mayor tuviera mejor comportamiento y adaptación. Entre la variable tipo de terreno existe una diferencia significativa, posiblemente porque terrenos en las laderas tienen condiciones de drenaje mejores que en las planicies y las condiciones de inundación retardan el crecimiento y pueden provocar la muerte de la planta de piñón.

Entre la variable siembra mecanizada se encontró una diferencia significativa, el cultivo de piñón responde favorablemente cuando ha sido sembrado en terrenos con preparación de suelos. Entre la variable de variedad existe una diferencia significativa, la variedad Cabo Verde ha tenido mejores aptitudes posiblemente porque tiene una larga historia de uso en las zonas tropicales del mundo, mientras que la India Salvadoreña tiene una historia reciente de selección y uso.

Entre la variable de rendimiento existe una diferencia significativa, así mismo en la variable de fertilización, aunque el piñón es tolerante y sobrevive en condiciones de baja fertilidad de suelos, lograr altos niveles de productividad de la especie requiere de buena nutrición y manejo como cualquiera otro cultivo.

Entre la variable poda se encontró una diferencia significativa, como parte del manejo de las parcelas, posiblemente la importancia de esta variable radica en que sirve para inducir la floración de las plantas de piñón. Entre la variable control de maleza y resiembra no hubo ninguna diferencia significativa, probablemente porque estas variables no intervienen entre el estado crítico y el deseable de las plantaciones.

Cuadro 2. Análisis descriptivo de las variables.

VARIABLES	Estado crítico	Estado deseable	Promedio	Grado de Significancia
Área sembrada (Ha)	1.29 (1.68)	1.42 (1.09)	1.34 (1.48)	
Tipo de terreno (1=Ladera; 0=Planicie)	0.60 (0.49)	0.51 (0.50)	0.56 (0.50)	*
Siembra mecanizada (1=si; 0=no)	0.06 (0.25)	0.29 (0.46)	0.15 (0.36)	***
Variedad (1= India Salvadoreña; 0=otros)	0.97 (0.15)	0.79 (0.40)	0.90 (0.29)	***
Rendimiento (Kg)	39 (140.20)	94 (227.20)	60.35 (179.95)	**
Fertilización (1=si; 0=no)	0.25 (0.43)	0.60 (0.49)	0.38 (0.48)	***
Poda (1=si; 0=no)	0.43 (0.49)	0.64 (0.48)	0.51 (0.50)	***
Control de maleza (1=si; 0=no)	0.31 (0.46)	0.40 (0.49)	0.35 (0.47)	
Resiembra necesaria (1=si; 0=no)	0.58 (0.49)	0.54 (0.50)	0.56 (0.49)	
n	74	118	192	

Fuente: Base de datos Proyecto Gota Verde, 2006

4.2 ANÁLISIS MULTIVARIABLE

Para analizar las diferencias entre las dos categorías de parcelas se utilizó un análisis discriminador considerando que el estado de las plantaciones depende de varios factores. El análisis discriminador se basa en un análisis comprensivo de variables que influyen en el acceso, para determinar cuáles de ellas son más eficaces para discriminar entre los dos grupos. La función utilizada vincula un grupo de indicadores que caracterizan la parcela e identifican variables relacionadas al sistema productivo y clasifican a las categorías definidas (estado deseado y estado crítico) como variables dependientes.

Según los resultados obtenidos se encontraron cuatro variables significativas que discriminan entre las dos categorías. La función registra una correlación canónica de 55.7%. Este valor es relativamente bajo debido a que las diferencias entre las categorías son significativas por variable, pero pierden su valor en una situación de variables múltiples. Los puntos céntricos de la función presentan el valor promedio agregado de las variables de la función para cada caso. Como se puede observar, el punto céntrico para la categoría deseada en la función es positivo y ello indica que existe una relación positiva con las variables independientes de signo positivo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis discriminatorio (variable dependiente estado deseado)

VARIABLES	COEFICIENTES
Área sembrada (Ha)	0.041
Tipo de terreno (1 = ladera; 0 = planicie)	0.004
Siembra mecanizada (1 = si; 0 = no)	0.478 *
Variedad (1= India Salvadoreña; 0 = otros)	-0.547 *
Rendimiento (Kg)	0.075
Fertilización (1 = si; 0 = no)	0.646 *
Poda (1 = si; 0 = no)	0.378 *
Control de maleza (1 = si; 0 = no)	0.081
Resiembra necesaria (1 = si; 0 = no)	-0.263
Centroides	
Estado crítico	-0.523
Estado deseado	0.852
Correlación canonical	55.7%
N	192

La correlación entre las variables “siembra mecanizada”, “tipo de terreno” y “aplicación de fertilizante” son positiva y significativa. Las parcelas que suelen sembrarse en una forma mecanizada están en un estado deseado. Según las experiencias obtenidas en el proyecto, las plantas pequeñas son sumamente sensibles debido a que las raíces a los 8-10 días de edad son muy suaves y fáciles de doblar. Con el trasplante del vivero hacia las parcelas existe el riesgo que las raíces se doblan sin romperse posicionadas hacia la superficie. Por lógica, la raíz forma un tipo de semi-nudo y no logra una posición pivotante. Una posible solución para este problema es la siembra mecanizada.

La aplicación de fertilizantes y la realización de poda fueron de gran importancia para tener una parcela en buenas condiciones. Lo anterior podría tener su base en que las plantaciones exigen como en cualquier otra plantación un buen mantenimiento y la aplicación de nutrientes externos. Sobre todo durante los primeros años, es de vital importancia que las plántulas logren enraizar después de su siembra. El proyecto recomienda una segunda fertilización después seis semanas después de la primera aplicación de fertilizante con nitrógeno para la formación de tejido vegetal nuevo. Lo que se busca durante los primeros cuatro meses después del trasplante es un crecimiento rápido para alcanzar la altura necesaria para comenzar a florear.

La otra variable considerada como de gran importancia para deducir si las parcelas están en un buen estado es la variedad. Se encontró que la variedad India Salvadoreña tiene una correlación negativa con la categoría deseable. O sea, la variedad elegida y promovida por parte del Proyecto Gota Verde resulta ser no favorable para lograr un buen rendimiento del piñón.

El control de malezas no fue significativo, a pesar que de mucha importancia en todos los cultivos. La maleza causa entre otros sombra que impacta negativamente en el desarrollo de la jatrofa, entre otro en el crecimiento de ramas. A pesar que la variable resiembra no

es significativa. Se observó en la práctica que el porcentaje de la resiembra es relativamente alto, esto se debe principalmente por los ataques de las plagas y enfermedades y “los accidentes” con la limpieza a mano de las parcelas.

La matriz de predicción ofrece los resultados de la clasificación (Cuadro 4). El cuadro indica que se ha clasificado correctamente el 74.5% de las parcelas, lo cual, comparado con el 33% esperable en una clasificación completamente al azar, puede interpretarse como una mejora considerable. Los errores de la calificación no se distribuyen de manera simétrica. El grupo de parcelas en estado deseado se consigue el porcentaje más alto de clasificación correcta, 76.7%, frente a un porcentaje de 73.1% en el grupo en estado crítico. Basándose en los porcentajes de clasificación correcta de cada grupo se puede afirmar que las parcelas en estado crítico no se confunden con las parcelas en estado deseado (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados de la clasificación (probabilidades previas iguales)

		Estado	Grupo de pertenencia pronosticado		Total
			Critico	Deseado	
Original	Recuento	Critico	87.0	32.0	119
		Deseado	17.0	56.0	73
	%	Crítico	73.1	26.9	100
		Deseado	23.3	76.7	100

Clasificados correctamente el 74.5% de los casos agrupados originales.

5. DISCUSIÓN

Las diferencias, a nivel de sectores son notables. Existen factores agroecológicos específicos de cada sitio que determinan el comportamiento del piñón. Estos factores pueden tener que ver con el drenaje, la temperatura, la humedad relativa; la calidad del suelo, etc., sobre lo cual habría que investigar en mayor detalle. Sin embargo, puede haber buenas condiciones de cultivo tanto en planicie como en ladera.

Probablemente, la baja eficiencia del piñón en algunas áreas se deba a que los ámbitos de precipitación son menores a los requeridos. De acuerdo a la literatura, el ámbito deseado es de 300 – 1800 mm/año (De la Vega 2009). Sin embargo, la zona presenta ámbitos de 900 – 1600mm/año. De manera específica, existen posibles factores climáticos, como son el exceso de lluvia y sequía. El comportamiento de la especie también puede tener repercusiones originadas por el manejo, tales como el control de malezas, el control de sombra, la poda, la fertilización, el manejo de la semilla y las plagas, entre otros. Aunque entre las principales razones para seleccionar el piñón como cultivo está sus bajos requerimientos de agua y por su adecuación a tierras áridas y secas, el hecho que el piñón sobreviva a la sequía no significa que este no pueda ser más productivo si tuviera agua. Además, los cultivos perennes están adaptados a soportar por más tiempo las épocas secas. No obstante, aún los árboles requieren de agua durante el inicio de su desarrollo en la que su crecimiento y productividad son afectados de manera permanente (Calé y Dewes, 2009).

Parte del estudio fue comparar el comportamiento de las dos variedades. Sin embargo, el proyecto tiene 97% del área sembrada de India Salvadoreña y el resto de Cabo Verde. Por lo tanto, se debe tener bien claro esta relación sobre la diferencia encontrada entre las variedades. No obstante, mientras no se pueda hacer una aseveración firme sobre el comportamiento de ambas variedades, es importante destacar que la variedad Cabo Verde tiene muy buen comportamiento en general. Esto sugiere que la variedad Cabo Verde debiera ser más investigada y promocionada en el entorno del proyecto.

Las plantaciones de piñón responden con resultados mejores cuando han sido fertilizadas, sin importar variedad o el contexto agroecológico en el que fueron sembradas. También, es necesario hacer notar que cuando el sistema agroecológico en planicie resultó con mejor comportamiento, el área sembrada en este fue mayor que en ladera. Lo anterior sugiere una posible adaptabilidad del piñón a diversas condiciones que se manifiesta en la medida que se siembra en mayor escala.

Por otra parte, si se compara cada variedad en ladera y planicie en cada uno de los sectores, respectivamente, el mejor comportamiento de ambas variedades, se observó en ladera, lo que denota la tendencia de la especie de mejor comportamiento en esta

condición agroecológica. Por otra parte, en el sector 2, a pesar que los suelos en pendiente tienen mayor tasa de erosibilidad, fertilidad media y profundidades relativamente superficiales, la variedad India Salvadoreña tuvo mejor comportamiento en ladera. Además, el sector 2 presenta menores tasas anuales de precipitación. Los resultados sugieren que esta variedad se ajusta de manera más eficiente a condiciones más desfavorables. De la misma manera en el sector 3, el cultivo de India Salvadoreña en ladera presentó resultados más favorables.

Para el cultivo del piñón, la profundidad de los suelos debe ser de 60 cm como mínimo (De la Vega 2009). De los municipios en análisis, el mayor porcentaje de suelos es del tipo Jacaleapa, con profundidades de 15- 20 cm, pendientes de 20-40%, baja fertilidad y alta erosibilidad. En segundo lugar en porcentaje de área, está el tipo Sulaco, con profundidad de 20-30 cm y el porcentaje de pendiente desde 20 a mayores de 60%. El único tipo de suelo mayor a 60 cm de profundidad es el Suelo de los Valles, pero ocupa un porcentaje relativamente bajo del total.

Es normal que una especie se comporte mejor bajo condiciones de suelos óptimos o buenos y un manejo adecuado de la planta. Esto es aplicable para el piñón, especie que la literatura a menudo proclama como resistente a condiciones extremas y que produce en suelos pobres, casi como una planta milagrosa. La información obtenida en este proyecto demuestra, por el contrario, que aunque el piñón pudiese sobrevivir en condiciones degradadas requiere fertilización y manejo apropiado desde el punto de vista de producción y productividad de aceite.

6. CONCLUSIONES

- En términos generales, la variedad Cabo Verde tuvo mejor comportamiento que la India Salvadoreña.
- La India Salvadoreña es producto de una selección local en El Salvador de la variedad India, seleccionada más recientemente en este país, posiblemente bajo condiciones ambientales diferentes.
- La variedad elegida y promovida por el Proyecto Gota Verde, India Salvadoreña, resultó no ser favorable para lograr un buen rendimiento del piñón.
- Bajo las condiciones específicas del sitio de siembra, la condición agroecológica general de ladera presentó comportamiento más favorable a las plantaciones de piñón.
- Las dos variedades de piñón responden de manera favorable a la fertilización. Aunque el piñón es tolerante y sobrevive en condiciones de baja fertilidad de los suelos y sequía, lograr altos niveles de productividad de la especie requiere de buena nutrición y manejo de la especie, como cualquiera otro cultivo.

7. RECOMENDACIONES

- Impulsar la validación y siembra de la variedad Cabo Verde en mayor escala por su potencial aquí referido.
- Estudiar con mayor profundidad las variables agroecológicas, particularmente el contraste entre planicie y ladera, ya que el piñón parece responder a microclimas muy específicos en la zona del proyecto.
- Aplicar buenos planes de fertilización y manejo desde el momento de establecer las plantaciones de piñón, para lograr incremento del rendimiento del cultivo.

8. LITERATURA CITADA

Banco Mundial. 2006. Motores de crecimiento rural sostenible y reducción de la pobreza en Centroamérica: el caso de Honduras. (En línea). San José, CR, Proyecto Ruta. Consultado 05 Oct. 2009. Pdf. Disponible en: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/ICAP/UNPAN026748.pdf>

Casotti, WJ. 2008. *Jatropha*, perspectivas para la república de Argentina. (En línea). Consultado 15 Sept. 2009. Disponible en: http://www.engormix.com/jatropha_perspectivas_republica_argentina_s_articulos_2085_AGR.htm

DelaVega, JA. 2007. Agro-Energía. (En línea). Consultado 15 Sept. 2009. Disponible en: http://www.engormix.com/agro_energia_s_articulos_1812_AGR.htm

Erazo, D. Zepeda, A. 2006. Piños - *Jatropha curcas* una planta todo terreno. (Correo electrónico). Tegucigalpa, HN. RDS (Red de Desarrollo Sostenible). 11 Oct. 2008.

FAO / Simmons. 1969. Honduras: Los Suelos de Honduras. 87p.

IFAD, (International Fund for Agriculture and Development). 2007. Rural Poverty in Honduras. (En línea). Consultado 11 Oct. 2009. Disponible en: <http://www.ruralpovertyportal.org/english/regions/americas/hnd/index.htm>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR); PROCITROPICOS (Programa Cooperativo de Investigación, Desarrollo e Innovación Agrícola para los Trópicos Sudamericanos). Red *jatropha* latinoamericana y caribe. 2009. s.l. s.e s.n.t. 21 p.

Openshaw, K. 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. Biomass and Bioenergy. 19 (1); 1-15. Science Direct (En línea). Consultado 16 Sept. 2009. Disponible en: http://www.aginternetwork.net/whalecomwww.sciencedirect.com/whalecom0/science?_o_b=ArticleURL&_udi=B6V22-40TY3FV-1&_user=2789858&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_acct=C000056118&_version=1&_urlVersion=0&_userid=2789858&_md5=4c2adcf90b190e8d9678d56e009984e8

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2008. Educación para la Población Rural (EPR) (en línea). Consultado 11 Oct. 2009. Disponible en: http://www.fao.org/sd/erp/index_es.htm

Parthiban, K.T. (Et, al.) Kumar, R.S.; Thiyagarajan, P.; Subbulakshmi, V.; Vennila, S.; Rao. 2009. Hybrid progenies in *Jatropha* - a new development. *Current Science* 96(6):815-823. (En línea). Mettupalayam, India. Tamil Nadu Agricultural University.

Consultado 15 Sept. 2009. Disponible en:

[http://www.elibrary.icrisat.org/SATELib_files/SAT%20Elec_Lib_News_6\(4\)_2009.htm](http://www.elibrary.icrisat.org/SATELib_files/SAT%20Elec_Lib_News_6(4)_2009.htm)
Salé, NA; Dewes, H. 2009

Opportunities and challenges for the international trade of *Jatropha curcas*-derived biofuel from developing countries. *African Journal of Biotechnology*. 8 (4); 515-523. Fuente original: Rajagopal, 2007 (En línea). Consultado 16 Sept. 2009. Disponible en: <http://www.academicjournals.org/AJB/PDF/pdf2009/18Feb/Salé%20and%20Dewes.pdf>

Pérez, C. 2004. Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS. Ed. I Capella. Madrid, ES. 672 p.

Salé, NA; Dewes, H. 2009. Opportunities and challenges for the international trade of *Jatropha curcas*-derived biofuel from developing countries. *African Journal of Biotechnology*. 8 (4); 515-523. (En línea). Consultado 16 Sept. 2009. Disponible en: <http://www.academicjournals.org/AJB/PDF/pdf2009/18Feb/Salé%20and%20Dewes.pdf>

SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras). Proyecto Bosques y Productividad Rural (PBPR). Análisis del contexto territorial MAMUNCRAC. 2005. 100 p.

Thirty-first session of IFAD's Governing Council. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 2008. Biofuel expansion: challenges, risks and opportunities for rural poor people. Eds. Raswant, V; Hart, N; Romano, M. (En línea). Consultado 16 Sept. 2009. Disponible en: http://www.fao.org/agriculture/crops/news-events-bulletins/detail/en/item/7390/icode/?no_cache=1