



Cooperación técnica alemana

Volumen

1

# Guía Técnica: Cultivo de Jiquilite (*Indigofera spp.*) en El Salvador

**Autor: José Mardoqueo González**

Editores: Oscar Bonilla, Nadia Chalabi



Proyecto Fomento de la  
Competitividad de las Empresas  
Rurales del Marañón y Añil en  
El Salvador OEA-SEDI-  
AICD/IICA/MINEC



Instituto Interamericano de  
Cooperación para la Agricultura  
IICA



Programa de Fortalecimiento de  
la Economía y Empleo  
FORTALECE (MINEC/GTZ)





Cooperación técnica alemana

Volumen

1

# Guía Técnica: Cultivo de Jiquilite (*Indigofera spp.*) en El Salvador

**Autor: José Mardoqueo González**

**Editores: Oscar Bonilla, Nadia Chalabi**

Proyecto Fomento de la  
Competitividad de las Empresas  
Rurales del Marañón y Añil en  
El Salvador OEA-SEDI-  
AICD/IICA/MINEC

Instituto Interamericano de  
Cooperación para la Agricultura  
IICA

Programa de Fortalecimiento de  
la Economía y Empleo  
FORTALECE (MINEC/GTZ)

El Salvador, Abril 2005

Esta publicación es co-financiada por el Proyecto Fomento de la Competitividad de las Empresas Rurales del Marañón y Añil en El Salvador, ejecutado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, con recursos financieros de CIDI/OEA.

Este documento es co-financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ), a través del Programa de Fortalecimiento de la Economía y Empleo FORTALECE (MINEC/GTZ), de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ).

*Las opiniones expresadas en este documento no reflejan necesariamente las opiniones de la OEA, de sus órganos, de sus funcionarios o de los Estados miembros que la conforman.*

**INDICE DEL CONTENIDO**

|         |  |    |
|---------|--|----|
|         | PRESENTACION.....                                      | 7  |
|         | ANTECEDENTES.....                                      | 9  |
|         | AGRADECIMIENTOS.....                                   | 11 |
|         | INTRODUCCION.....                                      | 13 |
| 1.      | GENERALIDADES DEL CULTIVO.....                         | 14 |
| 1.1.    | Clasificación y descripción botánica.....              | 14 |
| 1.1.1.  | Clasificación botánica.....                            | 14 |
| 1.1.2.  | Descripción morfológica.....                           | 14 |
| 1.2.    | Requerimientos de clima y suelo.....                   | 14 |
| 1.3.    | Usos actuales del Jiquilite.....                       | 16 |
| 2.      | MANEJO DEL CULTIVO.....                                | 18 |
| 2.1.    | Especies.....  | 18 |
| 2.2.    | Manejo de la semilla para nueva siembras.....          | 19 |
| 2.3.    | Selección del terreno.....                             | 21 |
| 2.4.    | Selección del sistema de producción.....               | 21 |
| 2.4.1.  | Monocultivo.....                                       | 22 |
| 2.4.2.  | Asocio.....  | 22 |
| 2.4.3.  | En franjas o cultivos intercalados.....                | 22 |
| 2.5.    | Preparación de suelos.....                             | 22 |
| 2.6.    | Prueba de germinación.....                             | 22 |
| 2.7.    | Época de siembra.....                                  | 23 |
| 2.8.    | Método de siembra.....                                 | 23 |
| 2.8.1.  | Siembra directa.....                                   | 24 |
| 2.8.2.  | Siembra por transplante.....                           | 25 |
| 2.9.    | Distanciamiento de siembra.....                        | 25 |
| 2.10.   | Manejo de la plantación.....                           | 26 |
| 2.10.1. | Fertilización.....                                     | 26 |
| 2.10.2. | Manejo de malezas.....                                 | 30 |
| 2.10.3. | Plagas.....  | 31 |
| 2.10.4. | Enfermedades.....                                      | 32 |
| 2.11.   | Irrigación.....  | 32 |
| 2.12.   | Poda de formación.....                                 | 32 |
| 3.      | COSECHA.....   | 33 |
| 3.1.    | Puntos de corte.....                                   | 33 |
| 3.2.    | Rendimiento de polvo de añil.....                      | 35 |
| 4.      | COSTOS DE PRODUCCIÓN.....                              | 37 |
| 5.      | PUNTOS A CONSIDERAR EN LA PRODUCCIÓN DE JIQUILITE..... | 38 |
| 5.1.    | Personal.....  | 38 |
| 5.2.    | Documentación y registro.....                          | 38 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| GLOSARIO.....     | 39 |
| SIGLAS.....       | 40 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 41 |
| ANEXOS.....       | 43 |

### INDICE DE CUADROS

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Cuadro N° 1  | Cuadro resumen de las características del suelo para las especies <i>Indigofera guatemalensis</i> e <i>Indigofera suffruticosa</i> .....  | 15 |
| Cuadro N° 2  | Cuadro resumen de los rangos de adaptación climática de las especies <i>Indigofera guatemalensis</i> e <i>Indigofera suffruticosa</i> .....   | 15 |
| Cuadro N° 3  | Cuadro de comparación de adaptación de <i>Indigofera guatemalensis</i> e <i>Indigofera suffruticosa</i> observada por los productores de Jiquilite.....                                     | 15 |
| Cuadro N° 4  | Cuadro de comparación morfológica entre las especies <i>suffruticosa</i> y <i>guatemalensis</i> .....   | 19 |
| Cuadro N° 5  | Frecuencia de plántulas nacidas por postura a los 8 días después de la siembra de la especie <i>guatemalensis</i> .....   | 24 |
| Cuadro N° 6  | Principales distanciamientos y densidades de siembra para el cultivo de Jiquilite.....  | 26 |
| Cuadro N° 7  | Efecto de la aplicación de fertilizante en la profundidad de raíz y raicillas a los 120 días después de la siembra en la especie <i>guatemalensis</i> .....                                 | 27 |
| Cuadro N° 8  | Resumen del efecto de la aplicación de 0, 40 y 60 libras por manzana de nitrógeno, fósforo y potasio en la especie <i>guatemalensis</i> .....   | 27 |
| Cuadro N° 9  | Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en el compost de Jiquilite.....   | 28 |
| Cuadro N° 10 | Comparación del número de brotes y diámetro de la planta por la aplicación de diferentes fertilizantes químicos y orgánicos.....  | 29 |
| Cuadro N° 11 | Resumen de criterios para la cosecha de biomasa de Jiquilite en El Salvador en las especies <i>guatemalensis</i> e <i>suffruticosa</i> .....  | 34 |
| Cuadro N° 12 | Producción de biomasa por manzana y contenido de indigotina en cuatro fechas de corte después de la siembra de las especies <i>guatemalensis</i> y <i>suffruticosa</i> .....                | 34 |
| Cuadro N° 13 | Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio absorbido por el Jiquilite a los 90 y 120 días después de la siembra en la especie <i>guatemalensis</i> . (Valores expresados en porcentaje)..... | 35 |
| Cuadro N° 14 | Cantidad de nutrientes removidos por la planta de Jiquilite a los 120 días después de la siembra de la especie <i>guatemalensis</i> .....   | 35 |
| Cuadro N° 15 | Cantidad de minerales removidos por la especie <i>suffruticosa</i> .....  | 35 |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Cuadro N° 16 | Producción de polvo de añil por manzana y contenido de indigotina en cuatro fechas de corte después de la siembra de las especies <i>guatemalensis</i> y <i>suffruticosa</i> ..... | 36 |
| Cuadro N° 17 | Costos estimados por el establecimiento del cultivo de Jiquilite con preparación mecanizada del suelo (costos por manzana).....  | 37 |
| Cuadro N° 18 | Costos estimados por el establecimiento del cultivo de Jiquilite con preparación manual del suelo (costos por manzana).....  | 37 |
| Cuadro N° 19 | Costos estimados de mantenimiento del cultivo de Jiquilite, segundo y tercer año (costos por manzana).....   | 37 |
| Cuadro N° 20 | Profundidad de raíz y raicillas a los 120 días después de la siembra en la especie <i>guatemalensis</i> .....  | 46 |
| Cuadro N° 21 | Resumen del efecto de la aplicación de 0, 20, 40 y 60 libras por manzana de nitrógeno, fósforo y potasio en la especie <i>guatemalensis</i> .....                                  | 47 |
| Cuadro N° 22 | Contenido de nitrógeno en la planta al aplicar nitrógeno y fósforo al sustrato. Variedad <i>guatemalensis</i> (valores expresados en %)....  | 47 |
| Cuadro N° 23 | Contenido de nitrógeno en la planta al aplicar nitrógeno y potasio al sustrato. Variedad <i>guatemalensis</i> (valores expresados en %)....  | 48 |

### INDICE DE FIGURAS

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Figura N° 1  | Prendas de algodón teñidas.....  | 16 |
| Figura N° 2  | Madera teñida.....   | 16 |
| Figura N° 3  | Artesanía de barro teñida.....   | 16 |
| Figura N° 4  | Tinción de hongos patógenos al humano <i>M. gypseum</i> (tiña de piel)..   | 16 |
| Figura N° 5  | Representación de la fijación y absorción biológica de nitrógeno por leguminosas.....  | 17 |
| Figura N° 6  | Planta de <i>Indigofera suffruticosa</i> Miller.....   | 18 |
| Figura N° 7  | Planta de <i>Indigofera guatemalensis</i> Mocino & Sessé.....  | 18 |
| Figura N° 8  | Frutos de las especies <i>guatemalensis</i> e <i>suffruticosa</i> .....  | 20 |
| Figura N° 9  | Semillas de Jiquilite, especies <i>guatemalensis</i> y <i>suffruticosa</i> .....   | 20 |
| Figura N° 10 | Gráfico del porcentaje de germinación y rangos de plántulas por postura a los 8 días después de la siembra en la especie <i>guatemalensis</i> .....  | 24 |
| Figura N° 11 | Compostera de biomasa del cultivo de Jiquilite.....  | 26 |
| Figura N° 12 | Gráfica de comparación del número de brotes y diámetro de la planta obtenida por la aplicación de diferentes fertilizantes químicos y orgánicos en la especie <i>guatemalensis</i> .....         | 29 |
| Figura N° 13 | Gráfico del comportamiento de la producción de biomasa y porcentaje de indigotina en cuatro fechas de corte después de la siembra en la especie <i>guatemalensis</i> y <i>suffruticosa</i> ..... | 33 |
| Figura N° 14 | Comportamiento de los nutrientes absorbidos por el Jiquilite a los 90 y 120 días después de la siembra en la especie <i>guatemalensis</i> .  | 35 |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Figura N° 15 | Gráfico del comportamiento de la producción de polvo de añil por manzana y porcentaje de indigotina en cuatro fechas de corte después de la siembra en la especie <i>guatemalensis</i> y <i>suffruticosa</i> ... | 36 |
| Figura N° 16 | Gráfico del comportamiento de contenido de nitrógeno en el follaje al aplicar nitrógeno y fósforo en diferentes cantidades en la especie <i>guatemalensis</i> .....  | 47 |
| Figura N° 17 | Gráfico del comportamiento de contenido de nitrógeno en el follaje al aplicar nitrógeno y potasio en diferentes cantidades en la especie <i>guatemalensis</i> .....  | 48 |
| Figura N° 18 | Comportamiento del nitrógeno en Jiquilite especie <i>guatemalensis</i> a diferentes cantidades de fósforo y potasio.....   | 48 |

### INDICE DE ANEXOS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Anexo N° 1 | Respuesta de la planta de Jiquilite a la fertilización inorgánica.....                                | 45 |
| Anexo N° 2 | Costo estimado de establecimiento del cultivo de Jiquilite con preparación mecanizada del suelo ..... | 49 |
| Anexo N° 3 | Costo estimado de establecimiento del cultivo de Jiquilite con preparación manual del suelo.....      | 50 |
| Anexo N° 4 | Costos estimados de mantenimiento del cultivo de Jiquilite, segundo y tercer año.....                 | 51 |

### PRESENTACION

El Salvador, en su búsqueda de alternativas de diversificación agrícola y agroindustrial generadoras empleos en el área rural, impulsó la reactivación del añil por tratarse de un cultivo apto para suelos degradados y de laderas y que ofrece posibilidades de valor agregado por medio de actividades artesanales. La contribución de este esfuerzo al rescate del patrimonio histórico y cultural nacional ha sido otro elemento motivador.

Este desafío es posible gracias al surgimiento de un nicho de consumidores demandantes de productos naturales. En efecto, por estar percibidos como un peligro para el medio ambiente y la salud humana, el uso de colorantes y tintes sintéticos en la industria de pinturas y tintes ha disminuido en los últimos años a favor de los colorantes naturales. Esta preferencia influyó el desarrollo de una industria de moda y muebles basada en el uso de materiales y diseños alternativos, con preferencia hacia productos ecológicos y de inspiración étnica. El dinamismo de este segmento hace de él un nicho altamente atractivo por su tendencia expansiva.

En este contexto, la iniciativa interinstitucional, privada, pública y de cooperación internacional, de reactivar el añil de El Salvador, tuvo como resultados un incremento de las exportaciones de añil del país, que pasaron de menos de 50 Kg. de tinte en 1999 a más de 1250 Kg. en el año 2004. Se estima que la producción actual alcanzó ese año 2000 Kg., parte de la cual fue utilizada por empresas de teñido locales.

En la actualidad, compradores internacionales reconocen el añil de El Salvador como uno de los de mejor calidad a nivel mundial, habiendo logrado varios lotes con más de 60% de indigotina cuando se considera de excelente calidad un añil de 40%. Este reconocimiento se extiende a la comunidad técnico-científica internacional: en Septiembre del 2004, El Salvador se convierte en la Sede del Primer Congreso Internacional sobre Añil y Otros Colorantes Naturales en el cual participaron 21 expositores procedentes de Alemania, Estados Unidos, España, Francia, India, Japón, Perú y México, mostrando de esta manera su posición de líder a nivel mundial.

Sin embargo, el mercado mundial del añil natural es todavía reducido. El Salvador compite con la India, Turquía y Japón principalmente, y si bien está posicionado como un proveedor confiable de añil, todavía se enfrenta al reto de diversificar la demanda encontrando nuevos destinos para el producto, y de ofrecer un añil competitivo y estandarizado.

En El Salvador, en condiciones idóneas, se pueden lograr rendimientos de 15 a 40 kilogramos de tinte por manzana, según el año de cultivo, y un costo de producción promedio de USD 22.58 por kilogramo, fluctuando entre USD 15 y USD 32 aproximadamente según la edad de la plantación. Sin embargo, en la actualidad, muchos productores no obtienen estos resultados, debido a pérdidas de cultivo o de piladas e ineficiencias en los procesos de cultivo y extracción, entre otros. Esta situación afecta la competitividad del añil, y por ende los ingresos de las personas involucradas.

Por lo anterior, el Proyecto **Fomento de Competitividad de las Agroindustrias Rurales del Maraón y Añil en El Salvador** OEA-SEDI-AICD/IICA/MINEC, el **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA**, y el **Programa de Fortalecimiento de la Economía y Empleo FORTALECE MINEC/GTZ** consideran la investigación en cultivo y procesamiento, la tecnificación de los procesos y la transferencia tecnológica como factores claves para lograr un aumento de la calidad del añil, una disminución de su variabilidad, un incremento de los rendimientos y una reducción de costos.

Con esta finalidad, se coordinó un proceso de generación y transferencia tecnológica participativo, que conllevó a la elaboración de la publicación que el lector tiene entre sus manos. Dicha publicación es parte de una serie de dos guías técnicas y dos cartillas sobre el cultivo y procesamiento del añil en El Salvador, que constituyen herramientas que esperamos sean ampliamente consultadas por todas las personas interesadas en incrementar la competitividad del sector añilero, contribuyendo de esta manera a mejorar la calidad de vida de las familias rurales involucradas en este rubro y la satisfacción de crecientes números de consumidores.

**Ing. Rogelio Sotela**  
Director  
Oficina de la OEA en El  
Salvador

**Dr. Keith L. Andrews**  
Representante  
IICA en El Salvador

**Dr. Frank Pohl**  
Coordinador  
Componente Cluster, Cadenas  
Productivas y Ramas  
Programa FORTALECE /  
MINEC-GTZ

### ANTECEDENTES

El colorante azul añil es parte del legado histórico-cultural y socio-económico de Mesoamérica, particularmente de El Salvador.

Usado durante la época precolombina teñir textiles y cerámicas principalmente, los españoles, después de la Conquista, iniciaron en Nicaragua la industrialización de la extracción del añil. Luego, la industria se trasladó a El Salvador, en donde se estableció definitivamente. El añil se convirtió en un importante producto de exportación hacia Europa, en donde compitió con el colorante europeo llamado Pastel hasta tal punto que Europa restringió – y sancionó – las importaciones de añil. El Salvador, de apenas 21,000 km<sup>2</sup>, llegó a contar con más de 6,000 obrajes. Fue su principal producto de exportación de El Salvador hasta 1872, cuando fue desplazado por el café.

En su apogeo el añil ocupaba el primer lugar entre todos los colores utilizados por los textiles a nivel mundial. Sin embargo, su importancia en el comercio de colorantes cayó drásticamente a raíz del descubrimiento del método de síntesis de la anilina en 1897. Por sus precios más bajos y sus buenas propiedades para la industria (tales como la mayor capacidad de fijación), significó el fin de la industria añilera. La última fábrica de teñido de El Salvador cerró en 1974.

A finales del siglo XX, la preferencia de un nicho de consumidores preocupados por el medio ambiente y la salud humana, hacia los colorantes naturales abre nuevas posibilidades para el añil de El Salvador.

En 1992, CONCULTURA comienza a promover el rescate cultural del añil, buscando transmitir el conocimiento de su cultivo y utilización artesanal. Posteriormente, en 1995, el Gobierno Alemán, a través de la GTZ, financió el apoyo técnico y de comercialización del añil, habiendo tenido como contraparte a la asociación AGRONATURA. El CENTA y el IICA inician las primeras recopilaciones técnicas en 1996. Desde 1998, el Gobierno de Japón, país que cuenta con una larga tradición en el cultivo, procesamiento y uso del añil, brinda a los productores y artesanos salvadoreños un apoyo en el área de teñido de textiles. En 1999, AGRISAL propicia la creación de un comité impulsor del añil, integrado por IICA, GTZ, AGRONATURA, CONCULTURA, MAG, CENTA y productores de añil.

En julio del 2000 se organiza el Primer Encuentro Nacional sobre el Cultivo y Procesamiento del Añil, cuyo fin era sistematizar experiencias y compartir lecciones aprendidas. La investigación en el cultivo y procesamiento del añil se convierte en uno de los ejes principales de trabajo. Se implementa un proceso de generación y transmisión horizontal de conocimientos, bajo el cual cada productor pone en práctica diversos métodos y experimentos que son posteriormente divulgados en giras, talleres y reuniones. Los productores y artesanos del añil forman nuevas asociaciones: AZULES, ADEPAO, ACOPADIM, los Amigos del Añil, entre otras. Nuevos cooperantes se unen al esfuerzo: BCIE, FIAR/PRODAR, CIDI/OEA principalmente, que permiten la realización de varias investigaciones técnico-científicas desarrolladas en gran parte por medio de la Universidad de El Salvador.

Cinco años después del Primer Encuentro, se consideró oportuno llevar a cabo un proceso similar que permitiera a los productores de añil conocer los avances tecnológicos logrados, y luego replicar las mejores prácticas.

Con este propósito, el Proyecto **Fomento de Competitividad de las Agroindustrias Rurales del Maraón y Añil en El Salvador** OEA-SEDI-AICD/IICA/MINEC, el **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA** y el **Programa de Fortalecimiento de la Economía y Empleo FORTALECE MINEC/GTZ** coordinaron una extensa investigación bibliográfica, entrevistas personales con productores de añil en todo el país, toma de datos de campo y análisis de laboratorio que culminaron con la realización de cuatro talleres de intercambio de experiencias: en San Miguel, Morazán, Los Nonualcos y la región occidental, en los cuales participaron 42 personas. Producto de los hallazgos de esta labor, se elaboraron dos guías técnicas y dos cartillas de divulgación, relativas al cultivo de Jiquilite y al procesamiento del añil, que contienen información práctica, recomendaciones comprobadas y orientaciones para futuras investigaciones.

**Ing. Nadia Chalabi**  
Coordinadora  
Proyecto Fomento de la  
Competitividad de las  
Agroindustrias Rurales del  
Maraón y Añil en El Salvador

## AGRADECIMIENTOS

El Proyecto **Fomento de Competitividad de las Agroindustrias Rurales del Marañón y Añil en El Salvador OEA-SEDI-AICD/IICA/MINEC** (financiado con recursos procedentes de CIDI/OEA), el **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA**, y el **Programa de Fortalecimiento de la Economía y Empleo FORTALECE MINEC/GTZ** desean extender sinceros agradecimientos a todas las personas y entidades que hicieron posible las investigaciones en torno al cultivo y procesamiento de añil y la publicación de la presente guía técnica:

- **Productores de ADEPAO/AZULES:** Miguel Ventura, con especiales reconocimientos por su acompañamiento técnico y colaboración en la organización de los talleres de la zona oriental, Elba Gloria Martínez, Manuel Ochoa R., Juan Francisco Rivas, Carlos Alberto Portillo, Ricardo Benavides, Miguel Ángel Espinal, Fernando Argueta, René Isaac Alvarenga, Víctor Manuel Romero, Cruz Alberto Rivera, Inocencio Callejas.
- **Grupo Asociativo Los Nonualcos/AZULES:** Juan Arnulfo Asturias Robles, Juan Carlos Guevara Hernández, José Pablo Rivera Mejía, Napoleón Hernández, Ricardo García Bernal, Margarita Ortiz de Villacorta, Antonio Guillén Delgado, Humberto Rivas Alfaro, Alejandro Hernández, José Cañas, Ricardo Antonio Rivas, Alejandro Hernández Ramírez, Osmin Vásquez Vásquez, Domingo R. Villacorta, Napoleón Zepeda, Enelson Baltasar Rivas.
- **Otros productores de AZULES:** Raúl Pineda Clará agradeciendo especialmente su colaboración en la organización del taller de occidente, Rhina Yolanda de Rehmann por haber facilitado la realización de pruebas de procesamiento en la Hacienda Los Nacimientos, Grace Guirola e Ivan Seassal quienes pusieron a disposición la Hacienda San Juan Buenavista para el establecimiento de la planta-piloto de extracción de añil, Raúl Olmedo, José Antonio Martínez (El Sauce), Miguel Tomas López.
- **Productores de ACOPADIM:** Santiago Pereira, Joaquín Romero, Carlos D. Díaz, José Isaias Ventura, José Cornelio Gómez Díaz, Benedicto Cabrera Argueta, Cristóbal Gudiel.
- **Productores de ASAÑICA:** Víctor Manuel Martínez, Joel Pineda Rivas.
- **Encargados de producción:** Lucas Benítez (Los Nacimientos), Salomón Zelada (Cooperativa San Carlos).
- **AMIGOS DEL AÑIL:** Lorenzo Amaya Guevara.
- **Personal técnico de los organismos de apoyo al sector añilero:** Nadia Chalabi y Carolina Rivas (IICA), Ana Estela González (GTZ), Víctor Manuel Espinoza (ADEL Morazán), Milton Reyes y Carlos López (ISTA), Mario Rolando Sánchez (PRODAP), Oscar Manuel Sánchez Alvarado (FUNDEMUSA).
- José Mardoqueo González, Ruth Emilia de Quintanilla y Oscar Enrique Bonilla, consultores.
- Eric Palma, Margareth de Baires y Gertrudis Bonilla, personal de apoyo de las entidades patrocinadoras.



## INTRODUCCION

Añil es el nombre general de aquellas plantas que contienen gran cantidad de Indican (indoxyl-glucoside) y de las cuales se extraen el colorante de color índigo. Las plantas que contienen Indican pertenecen a la familia de las *Leguminosae*, *Acanthaceae*, *Cruciferae*, *Polygonaceae* y *Orchidaceae*. Las plantas más conocidas son *Indigofera tinctoria* L. *Strobilanthes flaccidifolius* NEES, *Isatis tinctoria* L., *Polygonum tinctorium* LOUR, *Indigofera suffruticosa* Miller, *Indigofera guatemalensis* Mocino & Sessé e *Indigofera thibaudiana* Dic. Prodr.

En el año 2200 A.C. el añil ya era conocido en Egipto. Y en el tiempo de Tolomeo los Romanos compraban telas teñidas en el Valle del Nilo a precios muy elevados, llegando a exportarse para el año 200 A.C. a los países del Mediterráneo y Grecia. Los Romanos lo llamaban indicum (indio), de donde se formó la palabra índigo. Los árabes tomaron la palabra de sánscrito nil y la convirtieron en añil (color azul). Todos los pueblos que conocieron el añil lo utilizaron preferentemente para teñir textiles y en menor medida en otras actividades.

En los tiempos de las cruzadas se introdujo el arte de teñido a Italia, y poco

a poco se propagó al resto de Europa. En Mesoamérica, durante sus primeras incursiones, los conquistadores españoles observaron que los nativos producían un colorante azul, empleado para teñir telas, decorar cerámica y en las ceremonias rituales, extraído de una planta a la que llamaban en Náhuatl: “xiuhquilitl” hierba azul, de “xihuitl”, color azul o verde, y “quilitl”, hierba, y que dio origen la palabra Xiquilite o Jiquilite, actualmente usada. Entonces, España exhortó el cultivo de *Indigofera suffruticosa* en el nuevo continente, y su industrialización.

El añil fue el producto agrícola alrededor del cual giró fundamentalmente la economía de Centroamérica durante más de trescientos años que van desde finales del siglo XVI hasta finales del siglo XIX.

Las principales especies de añil que se cultivaron en las haciendas añileras de la Nueva España correspondían principalmente a *Indigofera suffruticosa* Miller, *Indigofera tinctoria* L e *Indigofera guatemalensis* Mocino & Sessé. También, se reporta *Indigofera arrecta* de origen africano. El cultivo de Jiquilite estuvo limitado a Mesoamérica y América del norte.

## 1. GENERALIDADES DEL CULTIVO

En el mundo se identifican alrededor de 275 especies del género *Indigofera*, encontrándose en el trópico la mayor representación del género.

### 1.1. Clasificación y descripción botánica.

#### 1.1.1. Clasificación botánica.

El Jiquilite (*Indigofera* spp.) se clasifica de la siguiente manera:

|             |  |
|-------------|--|
| Reino:      | Plantae  |
| División:   | Embryophyta  |
| Clase:      | Angiospermae   |
| Subclase:   | Dicotiledónea  |
| Superorden: | Rosidae  |
| Orden:      | Fabales  |
| Familia:    | Leguminosae  |
| Subfamilia: | Papilionoideae   |
| Tribu:      | Galegeas   |
| Género:     | <u><i>Indigofera</i></u>   |
| Especies:   | <u><i>guatemalensis</i></u><br>(Mocino & Sessé)<br><u><i>suffruticosa</i></u> (Miller) |

Nombres comunes: Añil, Jiquilite, Índigo.

#### 1.1.2. Descripción morfológica.

El Jiquilite es una leguminosa anual o perenne, con hábito de crecimiento arbustivo, herbáceo y erecto, de una altura de 1 a 2 m, de raíces fibrosas y profundas. Su tallo es sub-leñoso con pocas ramificaciones en forma natural, con hojas imparipinadas con cinco a 17 folíolos de color verde claro, dispuestas en pares irregulares. Su inflorescencia es axilar, formando racimos o espigas densas de receptáculo muy corto; las

flores son pequeñas de un color rojo o salmón, su cáliz es gamosépalo de óvalos casi iguales, siendo los posteriores más cortos. La corola es papilionácea de pétalos sentados y soldados al androceo. La corona es erecta, obtusa, acuminada y está provista de un casco saliente. El fruto es una legumbre pequeña, cilíndrica tetraedra ligeramente comprimida y cuando está seca en algunas especies puede ser un poco arqueada o encorvada. En su interior contiene dos a siete semillas divididas, de color verde a amarillo cuando están maduras.

### 1.2. Requerimientos de clima y suelo.

El cultivo de Jiquilite se adapta a suelos franco arenosos y franco arcillosos, en un rango de altura comprendida entre los 50 hasta los 1,200 m.s.n.m., en suelos poco fértiles, cultivándose en áreas donde otros cultivos no se desarrollan adecuadamente o en suelos degradados por una agricultura intensiva, como las áreas destinadas a cultivar maíz por muchos años, sin rotar el cultivo. El Jiquilite se adapta a suelos con pendientes desde fuertes a moderadas y planas, y hasta en suelos pedregosos. Resiste temperaturas elevadas en la época seca, caso registrado en la zona de San Miguel y Usulután (35 – 37° C), variando la humedad relativa de 40 a 70% durante el año y las necesidades de precipitación se establecen entre los 800 – 2500 mm al año. El resumen de las características de adaptación del suelo y el clima, se presentan en el Cuadro N° 1 y Cuadro N° 2, respectivamente.

Cuadro N° 1. Cuadro resumen de las características del suelo para las especies *Indigofera guatemalensis* e *Indigofera suffruticosa*.

| Parámetro               | Característica  |
|-------------------------|---|
| Textura                 | Franco arenosos a franco arcillosos   |
| Pedregosidad            | De moderada a baja.   |
| pH                      | Mayor de 4.6. Ideales son los suelos con pH cercanos a 6.5.                                     |
| Drenaje del suelo       | Suelos con buen drenaje interno y externo. El Jiquilite no tolera el encharcamiento prolongado. |
| Pendiente               | Plano e inclinado.  |
| Fertilidad              | Contenido de materia orgánica mayor a 3.5%.   |
| Profundidad del terreno | Preferiblemente suelos profundos, pero tolera suelos pocos profundos si están bien drenados.    |

Cuadro N° 2. Cuadro resumen de los rangos de adaptación climática de las especies *Indigofera guatemalensis* e *Indigofera suffruticosa*.

| Parámetro                       | Unidad            |
|---------------------------------|-------------------|
| Precipitación anual             | 800 – 2,500 mm    |
| Temperaturas anuales            | 25 – 37 ° C       |
| Humedad relativa promedio anual | 50 – 70 %         |
| Altura sobre el nivel de mar    | 50 – 1,100 metros |

Cuadro N° 3. Cuadro de comparación de adaptación de *Indigofera guatemalensis* e *Indigofera suffruticosa* observada por los productores de Jiquilite.

| Parámetro  | <i>Indigofera guatemalensis</i>   | <i>Indigofera suffruticosa</i>  |
|--|---|---|
| Resistencia a encharcamiento                           | No tolera tiempos prolongados   | No tolera tiempos prolongados   |
| Tipo de terreno  | Áridos y pedregosos   | Fértil  |
| Terrenos muy húmedos                                   | Adaptable   | Adaptable   |
| Terrenos fértiles                                      | Adaptable   | Ideal para esta especie   |
| Suelos arcillosos                                      | Adaptable, pero el cultivo se seca al rajarse el suelo, en la época seca. | Adaptable, pero el cultivo se seca al rajarse el suelo, en la época seca. |
| Resultados en terrenos franco arcillosos en San Miguel | Buen resultado  | Mejor desarrollo de follaje y tinta que la <i>guatemalensis</i> .         |
| Resistencia a sequía                                   | Muy resistente  | Resistente  |
| Resistencia a altas temperaturas                       | Muy resistente  | Resistente  |
| Ataque de plagas                                       | Menos frecuente   | Muy frecuente   |
| Resistencia a la quema                                 | Resistente  | No resiste la quema   |

### 1.3. Usos actuales del Jiquilite.

#### Teñido (principal uso).

El principal uso del polvo de añil es el teñido de prendas textiles (Figura N° 1), madera (Figura N° 2), artesanías de barro (Figura N° 3) y henequén.



Figura N° 1. Prendas de algodón teñidas.



Figura N° 2. Madera teñida.



Figura N° 3. Artesanía de barro teñida.

#### Identificación de bacterias patógenas al humano<sup>1</sup>.

Utilización del método de tinción *Indigofera tinctoria* para el estudio micológico en pruebas in vitro de laboratorio. Prueba que midió el error de estimación entre el método de tinción tradicional y el método natural con añil de 0.01. En el 100 % se observó la morfología estructural del hongo *Cándida spp.* (candidiasis oral y candidiasis vaginal), *M. gypseum* (tiña de piel) y en el 97 % *Rhysopus spp.* (hongos saprofitos) ( $p=0.01$ ). (Figura N° 4).

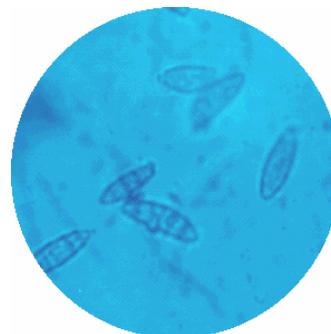


Figura N° 4. Tinción de hongos patógenos al humano *M. gypseum* (tiña de piel).

<sup>1</sup> Investigación realizada por Dr. Msp Antonio Vásquez Hidalgo y Lic. Salvador Castillo, UES.

### Cultivo fijador de nitrógeno.

Las especies *Indigofera* pueden ser utilizadas en un plan de manejo escalonado de producción en fincas, para la rotación y recuperación de suelos degradados por una agricultura intensiva, principalmente de ladera; especialmente en terrenos donde no presentan obras de conservación de suelos o son quemados frecuentemente, lo que reduce el contenido de materia orgánica, agudizando el deterioro del suelo por la erosión.

Las especies *Indigofera* son leguminosas que se adaptan a terrenos degradados o poco fértiles, y que poseen la capacidad de asociarse a bacterias específicas del género *Rizobium* formando nódulos en sus raíces. Con ello logran aprovechar el nitrógeno atmosférico. La formación de nódulos en la raíz indica la presencia de las bacterias en el suelo (Figura N° 5).

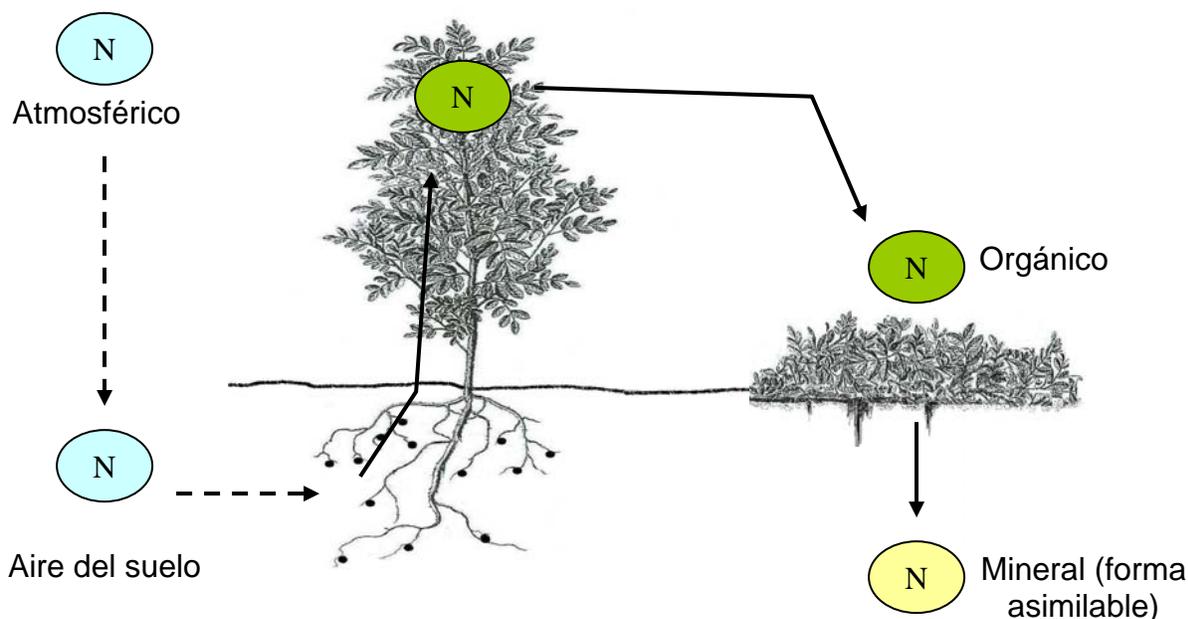


Figura N° 5. Representación de la fijación y absorción biológica de nitrógeno por leguminosas.

EXPERIENCIA DE ROTACION DE CULTIVO EN LADERAS. En una parcela en ladera, durante muchos años se cultivaron maíz y sorgo, llegando a un punto donde los rendimientos eran muy bajos. Los productores decidieron establecer la parcela con añil variedad *guatemalensis*. El cultivo de añil permaneció por tres años. Luego de obtener tinte, el cultivo de añil disminuyó su densidad. Los productores decidieron entonces sembrar maíz. La sorpresa para muchos fue que los rendimientos de maíz mejoraron.

## 2. MANEJO DEL CULTIVO

### 2.1. Especies.

En El Salvador se han identificado siete especies del género Indigofera, conservadas e identificadas en el Herbario del Jardín Botánico La Laguna de El Salvador. Las especies identificadas son:

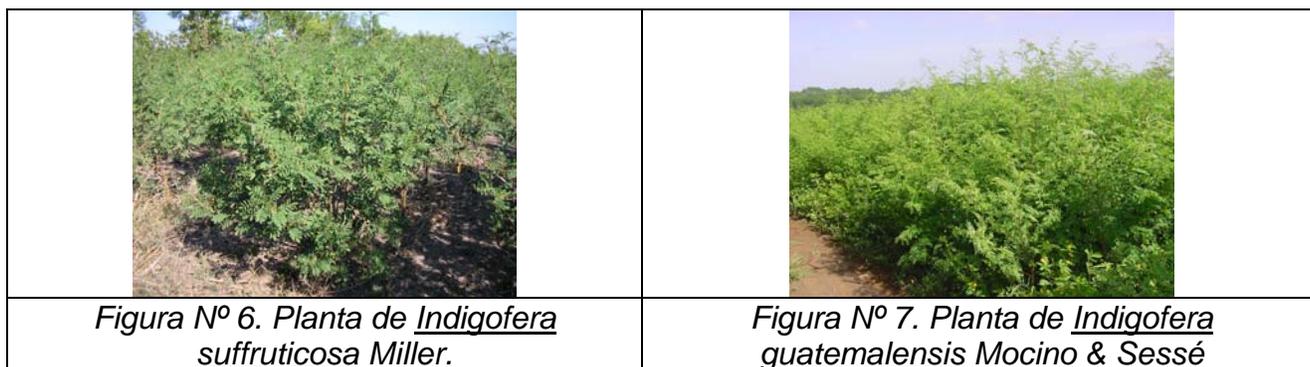
- a. Indigofera hendecaphylla Jacq.
- b. Indigofera hirsuta L.
- c. Indigofera jamaicensis Sprengel.
- d. Indigofera trita Subs. scabra (Ruth) de Kort & Thijse.
- e. Indigofera suffruticosa Miller.
- f. Indigofera guatemalensis Mocino & Sessé.

- g. Indigofera cf. spicata Forsskal.

Pero, dos especies adicionales fueron registradas por Stanley y Calderón. Estas son:

- a. Indigofera lespedzioides H.B.K.
- b. Indigofera mucronata Sprengel.

Las especies cultivadas comercialmente en El Salvador son: Indigofera suffruticosa Miller presentado en la Figura N° 6 e Indigofera guatemalensis Mocino & Sessé presentado en la Figura N° 7. La comparación morfológica entre las especies cultivadas se presenta en el Cuadro N° 4.



Los productores de Jiquilite han observado que la especie suffruticosa es más apetecible por el ganado, la atacan más las plagas del suelo y en algunas condiciones de manejo no supera los dos años de producción.

Distribución de las especies en El Salvador. La especie que más se cultiva

en El Salvador es I. guatemalensis, cultivándose en Morazán, San Miguel, Usulután, Cabañas, Chalatenango, La Libertad, La Paz, Santa Ana, Sonsonate y Ahuachapán. La especie I. suffruticosa se cultiva en La Libertad, aunque se encuentra en forma silvestre en todo el país.

Cuadro N° 4. Cuadro de comparación morfológica entre las especies suffruticosa y guatemalensis.

| Características               | <u>J. suffruticosa</u>                                     | <u>J. guatemalensis</u>                                       |
|-------------------------------|--|---|
| Estructura de la planta       | Poca ramificación natural                                  | Mayor ramificación natural que la especie <u>suffruticosa</u> |
| Inicio de las ramificaciones  | A los 20 cm.   | A los 10 cm.  |
| Longitud de hoja              | Alrededor de 13 cm.  | Alrededor de 10 cm.   |
| Cantidad de folíolos por hoja | 11 a 17  | 13 a 17   |
| Fruto                         | Legumbre, en forma de vaina, largo encorvado y dehiscente. | Legumbre, en forma de vaina corta e indehiscente.             |
| Número de semillas por vaina  | 5 – 7  | 2 – 4   |
| Color de la semilla madura    | Verde oscuro   | Verde claro   |
| Color de la inflorescencia    | Rojo   | Rojo  |
| Capacidad de rebrote          | Buena  | Mayor que la <u>suffruticosa</u>                              |

## 2.2. Manejo de la semilla para nuevas siembras.

El método de establecimiento del cultivo de Jiquilite es por semilla.

Época de recolección de la semilla. La recolección de la semilla se realiza entre los meses de diciembre y enero. Las vainas poseen dos a siete semillas, dependiendo de la especie. Las vainas se recolectan de plantas que presentan un buen crecimiento y rendimiento y que se observen sanas. Es necesario recolectar de la parte intermedia de la planta, cuando las vainas presentan un color amarillo. Pasada la época de recolección, las semillas en las vainas son dañadas por insectos, tales como: gorgojos o avispa, causando una disminución en la cantidad y calidad de semilla recolectada. De acuerdo a observaciones de campo, la avispa se presenta en los meses de enero y febrero, aumentando su población en las vainas que no se recolectaron. Si la semilla no se recolecta en la época adecuada, cosechará vainas amarillas que se observan sanas, pero están dañadas por la avispa. Lo recomendable es dejar un área de la plantación para recolectar la semilla, preferiblemente en terrenos fértiles, donde la planta crece frondosa.

Las vainas de la especie suffruticosa son dehiscentes: la vaina se abre y libera la semilla, siendo necesario recolectar la semilla en la época recomendada; de lo contrario recolectará vainas sin semilla. La especie guatemalensis no presenta esta característica, su vaina es indehiscente. Los frutos de la especie se presentan en la Figura N° 8.

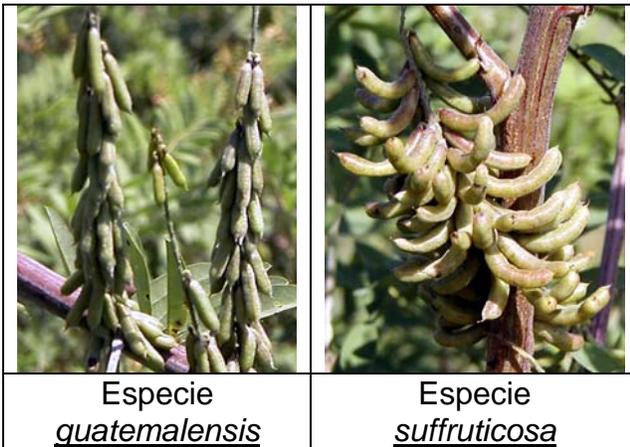


Figura N° 8. Frutos de las especies guatemalensis e suffruticosa.

Proceso de extracción de la semilla de la vaina. Las vainas recolectadas se colocan al sol, extendidas en un plástico negro o saco de polietileno por tres a cuatro días. Las vainas secas se almacenan o se les extrae la semilla. Para desenvainar la semilla, las vainas se golpean con un mazo de madera en una “piladera” o se pasan por el molido de mano o “mixtamal” con los discos flojos para no quebrar la semilla. Luego, las vainas quebradas se soplan para separar la semilla en oro, llamada también “mostaza” o “mostacilla” (Figura N° 9).

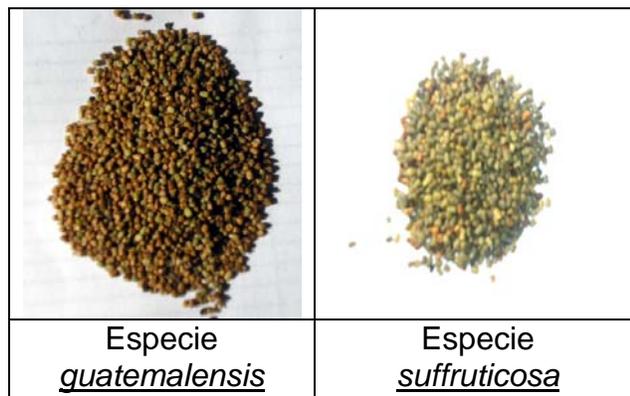


Figura N° 9. Semillas de Jiquilite, especie guatemalensis y suffruticosa.

Rendimiento de semilla en vaina a semilla en oro y número de semillas por libra. Se estima que el rendimiento de la semilla en vaina a semilla en oro, presenta una relación de 3.25:1 para la especie guatemalensis y 2.6:1 para la especie suffruticosa (para obtener una libra de semilla en oro de guatemalensis se necesitan 3.25 libras de semilla en vaina). Se estima que una libra contiene 94,080 semillas en oro.

Métodos probados para reducir la latencia de la semilla. La semilla de Jiquilite posee latencia. Se desconocen que factores hacen que la semilla presente este factor que afecta directamente el establecimiento del cultivo. Se ha observado que la siembra de la semilla en oro de cuatro a cinco meses de almacenamiento no germina en su totalidad y uniformemente, reportando un rango de germinación entre 25 – 80%. Un posible causante de este factor es la madurez de la semilla al momento de la recolección en campo.

Uno de los métodos utilizados por los productores para mejorar la germinación es la colocación de la semilla en oro por dos a tres días en el sol antes de la siembra. Otros métodos utilizados son: colocar la semilla en agua caliente por unos minutos; colocar la semilla en un horno por unos minutos.

Características de las condiciones de almacenamiento de la semilla. Se puede almacenar la semilla en vaina o semilla en oro, en sacos de polietileno con bolsas plásticas, bolsas de papel o en recipientes plásticos. Se recomienda utilizar hojas de eucalipto machacadas con cal, solo hojas de eucalipto machacadas o cebolla machacada, que funcionan como repelentes de insectos.

Recordemos que la semilla es un ser vivo, que necesita de oxígeno para vivir. La utilización de un producto gasificante para controlar los insectos, como el Fotoxin no causa una disminución en la germinación de la semilla. Este producto es altamente volátil al entrar en contacto con el aire, por lo que se necesita una buena manipulación y utilización del producto por parte del productor. El uso inadecuado puede causar la muerte humana.

Calidad de la semilla. Los parámetros de calidad son: determinación del porcentaje de pureza, determinación de la humedad, determinación de la viabilidad (porcentaje de germinación y tasa de germinación) y vigor de la semilla.

### 2.3. Selección del terreno.

El cultivo se adapta a una gran especie de topografías y condiciones. El terreno no tiene que encharcarse o empantanarse. Las especies de Jiquilite no toleran el encharcamiento y no se adaptan muy bien a suelos arenosos o completamente arcillosos. Para seleccionar el área de siembra se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

La ubicación. El cultivo de Jiquilite se debe realizar en lugares con vías de acceso favorables, disponibilidad de mano de obra local y cerca del obraje. Si el cultivo y el obraje están demasiados lejos, puede aumentar los costos por el transporte de la biomasa al obraje.

Pendiente del terreno. Es determinante para definir las medidas y obras de conservación de suelo, el sistema de producción y las labores del cultivo. En terrenos con pendientes es necesaria la

siembra al contorno o cultivo a nivel. Los terrenos para la siembra del cultivo de Jiquilite varían desde plano a inclinado, pero en terreno de laderas se dificulta realizar las labores agrícolas en el cultivo. Un terreno muy inclinado facilita la erosión del suelo ocasionada por las lluvias.

Drenaje. Se deben evitar los suelos con mal drenaje superficial o interno, porque asfixia y favorece el desarrollo de hongos que causan la pudrición de las raíces. Ninguna de las especies cultivadas se adapta a suelos que se encharcan por un tiempo prolongado.

Contenido de materia orgánica. Debe ser mayor al 3.5%, suelos ricos en materia orgánica favorece el crecimiento adecuado del cultivo, principalmente, porque es muy frecuente no aplicar fertilizante al cultivo.

Textura. No se recomienda sembrar en terrenos arenosos; estos suelos son pobres en nutrientes y el Jiquilite no se desarrolla adecuadamente. Los ideales son franco arenosos y franco arcillosos. Para la especie suffruticosa se recomiendan suelos franco arenosos y para la especie guatemalensis suelos franco arcillosos y secos con buen drenaje.

### 2.4. Selección del sistema de producción.

Es muy importante definir si se establecerá como monocultivo, en asocio o asocio temporal y cultivo en franjas. El cultivo de Jiquilite se puede considerar dentro de un sistema de rotación de cultivos y cultivos intercalados.

### 2.4.1. Monocultivo.

El monocultivo facilita el manejo agronómico y la estimación de costos de producción.

### 2.4.2. Asocio.

Existen experiencias en socios temporales del Jiquilite con maíz, frijol o sorgo, estableciendo el asocio una vez realizado el primer corte de la biomasa del Jiquilite en el primer año. En el segundo y tercer año, se dificulta el establecimiento del cultivo en asocio.

El cultivo de Jiquilite perfectamente encaja en un sistema de producción de monocultivo de frutales (ejemplo: papaya), como un asocio temporal. Los distanciamientos entre cada árbol frutal varía entre los 7 a 12 metros, facilitando el establecimiento de tres surcos de Jiquilite con un distanciamiento entre surco de 1.0 – 1.2 m y 0.5 – 0.6 m entre planta. Esto aporta nitrógeno al sistema de producción y permite un aprovechamiento del espacio disponible.

|   |
|---|
| <p>El Jiquilite no se pudo asociar al cultivo de café, cuando se estableció en el cafetal una vez recepado, porque ambos compitieron por luz, agua, nutrientes y espacio.</p> |
|---|

### 2.4.3. En franjas o cultivos intercalados.

Cada cultivo se maneja en forma independiente, estableciendo franjas de 15 a 20 metros por cultivo. La ventaja de utilizar el Jiquilite es el aporte de

nitrógeno al sistema de producción, un nutriente muy importante para las plantas. Se pueden intercalar los siguientes cultivos: Jiquilite, maíz, sorgo, frijol, yuca, entre otros, rotando los cultivos cada año.

### 2.5. Preparación de suelos.

Un factor muy determinante en el establecimiento del Jiquilite es la preparación de los suelos para la siembra, principalmente cuando se realiza una siembra directa con semilla en oro. La semilla es tan pequeña que fácilmente puede ser lavada por una fuerte lluvia o ser enterrada, dificultando el establecimiento del cultivo.

Preparación de suelos antes de la siembra en terrenos planos. Se realiza un paso de arado y uno a dos pasos de rastra pesada, seguido con el surqueado con tracción animal o mecánica, en forma superficial. El surqueado es opcional, pero tiene la ventaja de establecer el cultivo a un distanciamiento entre surco más uniforme.

Preparación de suelos antes de la siembra en terrenos inclinados. Se realiza una chapoda del terreno, procurando distribuir en todo el terreno el material chapodado. En algunos lugares se tiene que desbejucar, remover hierbas, arbustos y otras plantas indeseables.

No se recomienda quemar los terrenos chapodados, porque reduce la fertilidad del suelo. Es necesario reducir la remoción del suelo en terrenos muy inclinados, porque lo expone a la erosión por el viento y la lluvia. Es necesario en terrenos inclinados el establecimiento de obras de conservación de suelos y sembrar el cultivo a nivel o al contorno.

## 2.6. Prueba de germinación.

Un aspecto importante para asegurar el establecimiento del cultivo es la calidad de la semilla, por lo que es necesario realizar una prueba de germinación antes de realizar la siembra.

El primer paso para una prueba de germinación es obtener una muestra uniforme representativa de todo lo recolectado y almacenado. Para la prueba de germinación, se colocan 100 semillas de la muestra sobre un papel toalla o un algodón absorbente, colocadas sobre cajas de plástico, cajas de cartón encerado, cajas petri o en un metro cuadrado de tierra, teniendo cuidado de mantener todo el material limpio para evitar el desarrollo de hongos o bacterias. Una vez colocadas las semillas, se aplica agua hasta humedecer y no se recomienda encharcar el medio. La prueba dura entre 8 a 10 días, contando al final la cantidad de semillas que germinaron y determinando el porcentaje de germinación. Si la prueba se contamina con hongos o bacterias, es necesario repetirla.

Para la prueba de germinación en un metro cuadrado de tierra, se debe considerar sembrar la semilla superficialmente y colocar zacate o un saco de yute, a fines de evitar perder la semilla cuando se aplica riego. Luego de 8 a 10 días, se realiza el conteo de plántulas emergidas y se determina el porcentaje de germinación. Un buen porcentaje es mayor al 90%.

La semilla de mala calidad es de color negro.

## 2.7. Época de siembra.

La época de siembra directa se realiza entre la última semana de abril y la primera semana de mayo. Se ha observado que la planta es fotoperiódica. Si el establecimiento se realiza en los meses de julio y agosto, la planta crecerá pero más lentamente debido a que inicia el proceso de floración en el mes de septiembre. Si se tiene la facilidad de colocar un sistema de riego, se puede sembrar en cualquier época del año. La época de siembra por transplante se realiza una vez establecida las lluvias.

En una investigación realizada en la zona oriental, se observó que la planta de Jiquilite sembrada en agosto floreció dos meses después en octubre. La tasa de crecimiento fue similar a la de las plantas sembradas en junio o julio. Este comportamiento se puede deber a la naturaleza fotoperiódica de la planta y / o al estrés hídrico provocado por el comienzo de la época seca.

## 2.8. Método de siembra.

Uno de los aspectos más importantes que aseguran el establecimiento del cultivo de Jiquilite, cuando se realiza una siembra directa, es el porcentaje de germinación de la semilla. Se recomienda establecer la plantación de Jiquilite con una sola especie o separar las especies físicamente e identificarlas, para poder comparar los resultados obtenidos.

*Evaluación de la germinación de semilla de Jiquilite a los 8 días después de la siembra*<sup>2</sup>. En pruebas de germinación realizadas en la especie *guatemalensis*, se obtuvo un porcentaje de germinación

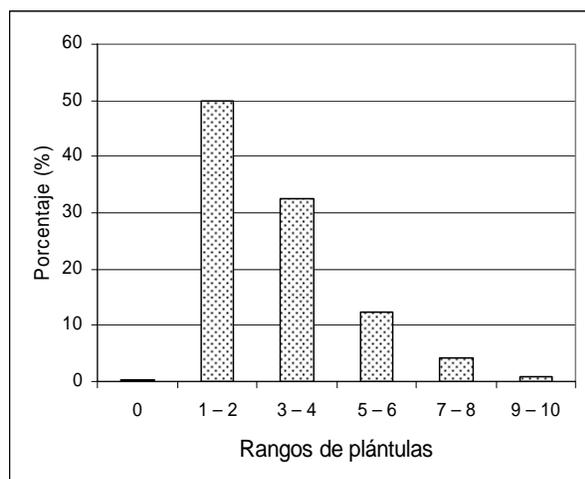
---

<sup>2</sup> Investigación realizada por Julia de Mejía y Carlos Aguirre, Proyecto Asesoría, Capacitación y Asistencia Técnica para el Sector Añilero de El Salvador. MAG / BCIE / IICA, 2003.

del 28.3% a los 8 días después de la siembra, de los cuales el 94.6% de las posturas en los tubetes tenían entre una y seis plántulas, y solo un 5.4% tuvieron entre siete y 10 plántulas. Los valores se presentan en el Cuadro N° 5 y Figura N° 10.

*Cuadro N° 5. Frecuencia de plántulas nacidas por postura a los 8 días después de la siembra de la especie guatemalensis.*

| Rango de plántulas por postura | Frecuencia del número de postura con plántulas | Porcentaje del total |
|--------------------------------|--|----------------------|
| 0                              | 2  | 0.4                  |
| 1 – 2                          | 250  | 50.0                 |
| 3 – 4                          | 162  | 32.4                 |
| 5 – 6                          | 61   | 12.2                 |
| 7 – 8                          | 21   | 4.2                  |
| 9 – 10                         | 4  | 0.8                  |
| TOTAL                          | 500  | 100.0                |



*Figura N° 10. Gráfico del porcentaje de germinación y rangos de plántulas por postura a los 8 días después de la siembra en la especie guatemalensis.*

Entre los factores que afectan la germinación de la semilla en el terreno de los productores, podemos mencionar: la preparación del terreno, el sistema de siembra utilizado, la profundidad de siembra y las condiciones de humedad del suelo al momento de la siembra.

La siembra se puede realizar de dos formas: siembra directa o siembra por transplante. La selección de uno de los métodos de siembra depende de la disponibilidad de la mano de obra y su costo.

Los productores de Jiquilite han observado que es mejor sembrar la semilla en oro que en vaina, en algunas ocasiones las vainas se pudren o no germina la semilla.

### 2.8.1. Siembra directa.

Es el método más utilizado por los cultivadores de Jiquilite. La siembra directa se ha realizado de tres maneras: por postura, a chorro seguido y al voleo. El método de siembra directa necesita que la semilla se coloque superficialmente y que sea cubierta con el paso de un manojito de ramas sobre la superficie. Si se siembra a una profundidad mayor a 2 cm., la plántula no alcanza a salir a la superficie y muere, observando una desuniformidad o pobre establecimiento del cultivo de Jiquilite. Una práctica recomendada para poder facilitar la distribución de la semilla sobre el terreno es mezclar 6 libras de semilla en oro con 10 libras de arena, para dar peso y poder sembrar en postura<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Prueba realizada por Ing. Oscar Bonilla.

Siembra por postura. Es el método más utilizado en la actualidad por los productores. Se depositan entre 5 a 8 semillas en oro o 2 – 3 semillas en vaina por postura o golpe, utilizando entre cuatro a seis libras de semilla oro por manzana.

La práctica de raleo de las plántulas se realiza entre los 30 – 45 días después de la siembra, con el propósito de dejar dos o tres plántulas por postura, para facilitar el crecimiento y reducir la competencia entre las plántulas. El raleo se realiza dependiendo del distanciamiento de siembra y el número de plantas emergidas.

Siembra a chorro seguido. Este método requiere de mayor cantidad de semilla que la siembra por postura. No se recomienda el establecimiento del cultivo de Jiquilite por este método porque existe una gran competencia entre las plantas. El establecimiento presenta mayor crecimiento apical o vertical. Un mal manejo puede resultar en el corte de biomasa con poca cantidad de hojas para procesar. La cantidad de semilla en oro utilizada varía de ocho a diez libras por manzana. La práctica del raleo se recomienda para dejar cinco plántulas por metro lineal.

Siembra al voleo. Este método ha dejado de ser utilizado por los productores. Consiste en esparcir la semilla uniformemente sobre el terreno. La cantidad de semilla en oro utilizada en este sistema de producción es de 12 - 14 libras por manzana.

### **2.8.2. Siembra por transplante.**

Época de preparación de semillero. El semillero se prepara en la primera y segunda semana de abril.

Preparación de semillero. Se construyen bancales de un metro de ancho por 20 cm. de alto. Lo largo depende de la longitud del terreno.

El semillero tiene que prepararse con una mezcla de tierra negra, arena y materia orgánica descompuesta, en una proporción de 3:2:1 respectivamente.

Se tiene que evitar el encharcamiento o mal drenaje. Este problema puede causar la presencia de Mal del talluelo (*Fusarium spp.*) o bacterias, que causan una pudrición en el tallo de la plántula. La desinfección del semillero se puede realizar con la aplicación de agua hirviendo o con el proceso de solarización del semillero. Este proceso consiste en colocar una cubierta plástica transparente sobre el semillero, al sol directo por un mes. Reduce la presencia de hongos, bacterias y semillas de malezas.

Se estima que se necesitan 10 m<sup>2</sup> para el establecimiento de una mz, utilizando entre dos a tres libras de semilla en oro por 10 m<sup>2</sup> de semillero

Características de las plántulas para el transplante. La semilla emerge entre los seis y ocho días de sembrado. La plántula está lista para transplantarse cuando se tiene una altura de 20 a 25 cm., a los 30 - 45 días de sembrada. Al momento del transplante, se realiza la poda de formación con un despunte apical, para inducir al crecimiento de ramas laterales, dejando la planta a una altura de 15 a 20 cm.

Características del terreno para el transplante. Al momento de realizar el transplante, se realiza el ahoyado con un chuzo o estaca, en un distanciamiento de 1.0 – 1.2 m entre surco y 0.5 – 0.6 m entre planta. Para asegurar un mayor porcentaje de “pegue”, el suelo tiene que estar húmedo.

## 2.9. Distanciamiento de siembra.

El distanciamiento de siembra varía de acuerdo a la especie y al método de siembra seleccionado. En el Cuadro N° 6, se presentan los principales distanciamientos y densidades de siembra por manzana en el cultivo de Jiquilite.

Cuadro N° 6. Principales distanciamientos y densidades de siembra para el cultivo de Jiquilite.

| Método de siembra           | Distanciamiento de siembra<br>(en metros) |              | Densidad de siembra<br>(posturas por manzana) |
|-----------------------------|---|--------------|---|
|                             | Entre surco                               | Entre planta |   |
| Siembra directa por postura | 1.0                                       | 0.5          | 14,000  |
| Siembra por transplante     | 1.0 – 1.2                                 | 0.5 – 0.6    | 9,722 – 14,000                                |

Para la especie guatemalensis se recomienda un distanciamiento entre surco de 1.2 m, y de 0.6 m entre planta, para obtener 9, 722 posturas.

Para la especie suffruticosa se recomienda un distanciamiento entre surco de 1 m, y de 0.5 – 0.6 m entre planta, para obtener 14,000 – 11,667 posturas.

El distanciamiento para la especie guatemalensis es mayor debido a un mayor desarrollo de ramas laterales.

Se evaluaron diferentes distanciamientos de siembra de la especie guatemalensis. Los distanciamientos fueron: 80 x 40 cm., 100 x 50 cm. y 120 x 60 cm. En los distanciamientos más cortos, la planta compete por luz y espacio. El mejor

distanciamiento fue de 120 x 60 cm. Al obtener más follaje, resulta más fácil cosechar y realizar los controles de maleza.

## 2.10. Manejo de la plantación.

### 2.10.1. Fertilización.

La planta de Jiquilite responde muy bien a la aplicación de fertilizantes, siendo este factor importante en el crecimiento de planta.

Respuesta de la especie guatemalensis a la aplicación de fertilizantes:

- A. Mayor altura de la planta. La aplicación de nitrógeno y fósforo produjo mayor altura de la planta.

- B. Mayor diámetro de la planta. El elemento de mayor influencia fue el fósforo.
- C. Mayor número de brotes promedio por planta. Los elementos que influyeron positivamente son el fósforo y el nitrógeno.
- D. Mayor producción de biomasa. La aplicación de 20 – 40 libras de nitrógeno y fósforo por manzana mejoró la producción de biomasa. El potasio no tuvo un efecto significativo.
- E. Mayor desarrollo del sistema radicular. La carencia de fósforo en el suelo causa un pobre desarrollo radicular. En el Cuadro N° 7 se presentan las características de la raíz y raicilla a la aplicación de fertilizantes.

Cuadro N° 7. Efecto de la aplicación de fertilizante en la profundidad de raíz y raicillas a los 120 días después de la siembra en la especie guatemalensis.

| Nutriente | Cantidad en fertilizante (libras por mz) | Profundidad (cm.) |           | Características observadas  |
|-----------|--|-------------------|-----------|---|
|           |  | raíces            | raicillas |   |
| Nitrógeno | 40.0 lb. de sulfato amonio/mz            | 45                | 10        | Raíces de sostén más gruesas y formación muy alta de raíces de absorción en forma de penacho. |
| Fósforo   | 40.0 lb. superfosfato simple(20%)/mz     | 51                | 10        | Muy alta formación de raíces de absorción en forma de penacho y de sostén más gruesas.        |
| Potasio   | 40.0 lb. muriato de potasio/mz           | 39                | No        | Baja formación de raíces de sostén y de absorción.  |

Niveles mayores de 60 libras por manzana de nitrógeno, fósforo y potasio, puede causar un pobre crecimiento de las

raíces y raicillas, presentado en el Cuadro N° 8.

Cuadro N° 8. Resumen del efecto de la aplicación de 0, 40 y 60 libras por manzana de nitrógeno, fósforo y potasio en la especie guatemalensis.

| Nutriente (libras/manzana)            | Profundidad (cm.) |           | Características  |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|--|
|                                       | Raíces            | Raicillas |  |
| Nitrógeno 0, fósforo 0 y potasio 0    | 37                | No        | Escasa formación de raíces de absorción.   |
| Nitrógeno 40, fósforo 40 y potasio 40 | 34                | 10        | Moderada formación de raíces de sostén y moderada formación de raíces de absorción con poco penacho        |
| Nitrógeno 60, fósforo 60 y potasio 60 | 28                | 8         | Moderada formación de raíces de absorción y cortas comparadas a las aplicaciones anteriores (20 y 40 lb. / |

|  |  |  |  |           |
|--|--|--|--|-----------|
|  |  |  |  | manzana). |
|--|--|--|--|-----------|

La especie *guatemalensis* responde a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio al suelo, principalmente en el desarrollo de raíces, brotes y biomasa. La proporción 1:2:3 de nitrógeno, fósforo y potasio presentaron buenos resultados en campo, de acuerdo a investigaciones realizadas en El Sauce, Santa Ana. La proporción se realiza preparando una mezcla física de 100 libras de 16-20-0 y 50 libras de 0-0-60 por mz. También, se recomienda aplicar calcio. Las aplicaciones altas en nitrógeno, producen mayor cantidad de biomasa pero baja cantidad de polvo de añil<sup>4</sup>.

**Fertilización orgánica.** Los abonos orgánicos, además de mejorar las condiciones químicas del suelo, agregan materia orgánica, contribuyendo a mejorar las propiedades físicas y las condiciones biológicas del suelo. En las aboneras orgánicas se aprovechan tanto los residuos vegetales, como de los animales de la finca, para reciclar materia orgánica y los nutrientes.

La biomasa cortada del Jiquilite después del proceso, puede utilizarse para elaborar una compostera. La mayoría de los abonos orgánicos, por su origen, contienen todos los elementos (macronutrientes y micronutrientes), aunque no necesariamente en una proporción balanceada y óptima para los cultivos.

En la Figura N° 11., se observa una compostera de residuos del proceso de extracción del tinte de añil.

Se ha utilizado el compost obtenido de las aboneras de Jiquilite, aplicando entre 10 y 20 quintales por manzana en franjas sobre el cultivo, con el propósito de mejorar la calidad del suelo y aportar nutrientes. La composición del compost de Jiquilite puede variar. En el Cuadro N° 9, se presenta la composición del compost elaborado completamente a partir del rastrojo de Jiquilite después de extraer el tinte de añil.



Figura N° 11. Compostera de biomasa del cultivo de Jiquilite.

(Foto: Hacienda Los Nacimientos).

Cuadro N° 9. Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en el compost de Jiquilite.

| Nutriente  | Rastrojo de añil |
|--|------------------|
| Nitrógeno  | 0.51 %           |
| Fósforo expresado como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.21%            |
| Potasio expresado como K <sub>2</sub> O              | 0.58%            |

**Fertilización orgánico – mineral.** El fertilizante orgánico se mezcla con fósforo y potasio, en forma de piedra fosfórica y

<sup>4</sup> Mayor información de la respuesta de la planta de Jiquilite a la fertilización se encuentra en el Anexo N° 1.

pedra potásica, para formar una mezcla de nutrientes más completa.

Comparación de diferentes fertilizantes orgánicos y químicos en el crecimiento de *Indigofera guatemalensis*<sup>5</sup>. Se evaluó la aplicación de fórmula 15-15-15 y 20-20-0, rastrojo de Jiquilite, fertilizante orgánico elaborado por AGROINAGOR y fertilizante foliar. Resultó como mejor fertilizante el rastrojo de añil, porque aumentó el diámetro de la planta y el número de brotes, lo que permitió un mayor número de ramas laterales y mayor cantidad de biomasa. En el Cuadro N° 10 y Figura N° 12 se presentan los resultados obtenidos.

---

<sup>5</sup> Investigación realizada por la UES.

Cuadro N° 10. Comparación del número de brotes y diámetro de la planta por la aplicación de diferentes fertilizantes químicos y orgánicos.

| Tratamiento                      | Número de brotes en promedio | Diámetro de la planta (cm.) |
|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Sin fertilización                | 37.0                         | 0.58                        |
| Fórmula 15-15-15                 | 42.3                         | 0.58                        |
| Fórmula 20-20-0                  | 38.0                         | 0.53                        |
| Rastrojo de Jiquilite            | 44.5                         | 0.72                        |
| Fertilizante orgánico AGROINAGOR | 37.8                         | 0.60                        |
| Fertilizante foliar              | 39.8                         | 0.52                        |

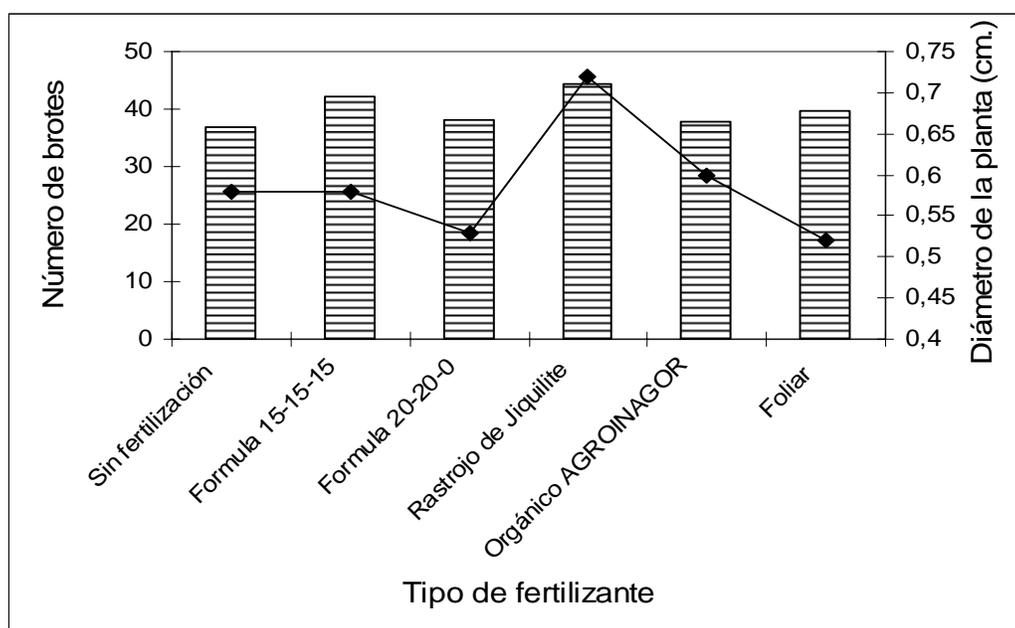


Figura N° 12. Gráfica de comparación del número de brotes y diámetro de la planta obtenida por la aplicación de diferentes fertilizantes químicos y orgánicos en la especie guatemalensis.

Momento de la fertilización<sup>6</sup>. Se evaluaron tres momentos de aplicación de fertilizantes: i) una aplicación total a los 35 días después de la siembra; ii) dos aplicaciones: 50% a los 35 días y 50% a los 60 días después de la siembra; iii) 1/3 parte a los 35 días, 1/3 a los 60 días y 1/3

a los 90 días después de la siembra. El mejor tratamiento fue la aplicación de fertilizantes en dos aplicaciones: 50% a los 35 días y 50% a los 60 días, obteniendo altura (54.1 y 127.8 cm.) y peso (35.9 y 224.7 grs.) de la planta significativamente superiores a los

<sup>6</sup> Investigación realizada por la UES.

valores observados en los otros tratamientos.

### 2.10.2. Manejo de malezas.

Las malezas son uno de los principales problemas en el cultivo de Jiquilite; compiten por nutrientes, agua, luz y espacio. Un control inadecuado puede aumentar los costos, reduce el rendimiento de biomasa y dificulta la cosecha.

Se necesita un buen manejo de malezas antes y después de la siembra para evitar realizar más de tres controles de maleza por año. En terrenos de ladera, el control de malezas tiene que orientarse a mantener las malezas sobre las calles del cultivo, formando una cobertura o mulch que reducirá la erosión causada por las lluvias.

En investigaciones realizadas en la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), se observó que la especie *suffruticosa* compitió mejor contra la maleza que la especie *guatemalensis*, porque crece más rápido, demostrando que los primeros 40 días después de la siembra es la etapa más crítica para el control de malezas.

Época de control. El establecimiento del cultivo por medio de siembra directa, el control de malezas presenta un aspecto muy crítico para el Jiquilite. Es necesario realizar una buena preparación del terreno y siembra para facilitar el establecimiento del cultivo, principalmente en los primeros 30 a 45 días después de la siembra. Una vez establecido el cultivo uniformemente en el terreno, él llega a controlar el crecimiento de las malezas. El siguiente control se realiza antes de la cosecha o después de

la cosecha, entre los meses de agosto a septiembre, para el primer año del cultivo.

Control mecánico o manual. En terrenos planos se puede realizar el control con una cultivadora tirada por un caballo o realizarlo manualmente con una cuma, machete o azadón, teniendo mucho cuidado al momento de realizar el primer control debido a que la plántula está muy pequeña y en plantaciones establecidas es necesario no dañar el tallo de la planta, para evitar la muerte por pudriciones causadas por patógenos.

Control químico. Se prohíbe la utilización de productos quemantes o de contacto a base de "Paraquat". No existe un producto específico para ser utilizado en el cultivo de Jiquilite.

En las experiencias realizadas por productores en El Salvador se ha utilizado "Glifosato" en dosis de un litro por manzana, aplicado cuidadosamente en franjas sobre las malezas, teniendo mucho cuidado de evitar que el producto entre en contacto con el Jiquilite. También, se ha utilizado "Hedonal" o "Matancha" en franjas para el control de malezas de hojas anchas, aplicación localizada en áreas de mayor presencia de malezas.

Principal maleza de importancia. La campanilla *Ipomoea nil* (L.) Roth y *Ipomoea purpurea* (L.) Roth. Es una planta anual con raíz pivotante, tallo herbáceo con savia lechosa, presentando pelos por toda su superficie. Es una planta trepadora y enredadera, que forma densas poblaciones que se enredan en los tallos y dificultan la cosecha en los cultivos. Esta maleza cosechada junto con el Jiquilite, causa problemas en el proceso de extracción del tinte.

### 2.10.3. Plagas.

Plagas en las semillas. La semilla puede ser afectada principalmente cuando se encuentra en el cultivo antes de ser recolectada. Las plagas encontradas en la semilla son:

- Coleóptero del género Brachopagus.
- Avispa (no identificada).

El daño de estos insectos se caracteriza porque los adultos depositan sus huevos en las semillas cuando están en la vaina, y la plaga se alimenta de la semilla. El adulto emerge de la vaina, dañando la semilla. Su principal daño lo realiza en la época seca, durante el proceso de formación de la semilla de Jiquilite. No existe un control efectivo para eliminar el insecto, una vez dentro de la vaina. Un método utilizado para reducir el daño de la semilla en almacenamiento consiste en asolear la semilla por lo menos tres días. Esto permite que el adulto emerja de la semilla y huya.

- Hormiga. Se lleva la semilla en el momento de la siembra.

#### a. Plagas en el cultivo.

##### a.1. Insectos defoliadores.

Larvas de lepidópteros. En el cultivo de Jiquilite se han observado los siguientes insectos, de los cuales algunos son plagas potenciales. Se desconoce el impacto económico que tienen las plagas para el cultivo de Jiquilite. Las plagas mencionadas son observaciones realizadas en campo por los productores, que de una manera causan daño al cultivo.

- Gusano amarillo Estigmene spp.
- Gusano Spodoptera latifacia.
- Gusano falso medidor del género Trichoplusia.
- Gusano negro Helicoverpa spp.

Estas larvas se alimentan del follaje, causando una defoliación severa cuando las poblaciones de larvas son altas. La época de incidencia comienza en los meses de agosto a septiembre.

- Saltamontes. Se han observado saltamontes o chapulines (Orden Orthoptera) que se comen las hojas de Jiquilite.

##### a.2. Artrópodos chupadores.

- Arañita roja del género Tetranychus spp. Su principal daño es la succión de savia de la planta. En poblaciones altas, ocasiona marchitamiento o debilitamiento de la planta.
- Mosca blanca Bemisia tabaci. Las ninfas succionan la savia, presentando amarillamiento y moteado de las hojas. Se desarrolla en época seca.
- Pulgones Myzus spp. Succiona la savia, inyectando toxinas que causan disturbios fisiológicos.

Las poblaciones de pulgones y mosca blanca aumentan en época seca; al comenzar la lluvia, se ejerce un control natural de estas poblaciones.

##### a.3. Insectos que causan daño al tallo y raíz.

- Larva de la familia Sesiidae. Causa un marchitamiento a la planta por la destrucción de sus raíces principales. Se observan galerías en la zona del tallo - raíz. En algunos casos las larvas son de color rosado intenso. Se presenta en plantaciones de I. guatemalensis e I. suffruticosa de segundo año.
- Comején. El comején (Heterotermes spp.) es una plaga a la cual no se le proporciona la importancia debida al momento de aparecer en los cultivos de Jiquilite (principalmente en los cultivos con dos o tres años de edad).

Al no realizar medidas de control, las colonias se multiplican y ocasionan la pérdida parcial o total del cultivo. Las colonias de comején se localizan en el cuello del tallo y la parte basal de la raíz, que a los dos o tres años se lignifica y se expone a ser atacada.

- Gallina ciega *Phyllophaga* spp. Las larvas se alimentan de las raíces de las plantas debilitándolas y causando un pobre desarrollo. Los ataques de la plaga normalmente son esporádicos, localizados y difíciles de predecir.

#### b. Control de las plagas.

##### b.1. Control biológico.

- Aplicaciones de extractos de plantas como repelentes.
- Para el control de larvas, aplicar 0.5 kilos por manzana de *Bacillus thuringiensis*, cuando éstas están en los primeros estadios de crecimiento, siendo muy importantes los monitoreos en el cultivo.

##### b.2. Control cultural.

- Rotación de cultivos, para reducir la incidencia de daños al cultivo de Jiquilite, principalmente para el control del comején.
- Eliminación de las plantas que presentan daño por comején, arrancándolas y quemándolas fuera del cultivo.
- El gusano amarillo *Estigmene* spp. puede recolectarse manualmente.

#### 2.10.4. **Enfermedades.**

No se han reportado enfermedades en campo que causen un daño económico significativo. En semillero se presentan

enfermedades como Mal de talluelo (*Fusarium* spp.). Su prevención se obtiene con una buena preparación de la cama del semillero, principalmente procurando que tenga un buen drenaje interno.

#### 2.11. **Irrigación.**

El cultivo de Jiquilite se puede regar en la época seca por medio de un sistema de riego por aspersión. La ventaja es que se pueden realizar dos cortes adicionales, pero se necesita evaluar su efecto sobre el rendimiento de biomasa, cantidad de polvo de añil y su contenido de indigotina. Las limitantes son los altos costos de establecimiento de un sistema de riego y la capacidad de la fuente de agua para riego. Un aspecto importante en este sistema de producción es la aplicación de abonos orgánicos o fórmula para aprovechar al máximo el potencial de la planta.

#### 2.12. **Poda de formación.**

La poda de formación tiene como objetivo aumentar la ramificación de la planta para obtener mayor cantidad de biomasa. Consiste en despuntar el ápice de la planta, dejando la planta a una altura de 20 - 30 cm. La poda de formación se realiza al inicio del establecimiento del cultivo de Jiquilite: en las especies *guatemalensis* y *suffruticosa*, se realiza a los 45 días después de la siembra directa o cuando la planta alcanza una altura de 30 - 40 cm. Productores en la zona oriental no realizan la poda a la especie *guatemalensis*, obteniendo buenos resultados en producción de biomasa en el primer año de cultivo.

### 3. COSECHA

La cosecha es realizada por los productores de acuerdo a criterios aprendidos. Se realiza con un machete, cuma o tijera de podar. Generalmente se cosecha a los 4 meses de sembrado para el primer año. Para el segundo y el tercer año, el periodo de cosecha se inicia entre los meses de junio a julio para el primer corte y septiembre a octubre para el segundo corte.

#### 3.1. Puntos de corte.

Los productores de Jiquilite conocen y aplican una serie de criterios para determinar el punto de corte de la planta. Los criterios utilizados son los siguientes:

- Macerado de hoja con las manos; si tiñe la mano de azul, el cultivo está listo para cortar.
- Doblado de las hojas, al escuchar un tronido suave, está listo para cortar.
- La planta se sacude; si suena como papel seco, la hoja está madura.
- Cuando las hojas de la parte más baja de planta se decoloran a amarilla y caen, se puede proceder a la cosecha.
- Cuando se inicia la floración de la planta, se puede cosechar.

Todos estos criterios han proporcionado buenos resultados, pero se desconoce en realidad cual es el punto correcto de corte para obtener mayor cantidad de polvo con mayor contenido de indigotina. En el Cuadro N° 11, se resumen las características de cosecha de biomasa del cultivo de Jiquilite en El Salvador.

Punto de corte ideal<sup>7</sup>. En un estudio realizado, se evaluó la producción de follaje y contenido de indigotina para las dos especies cultivadas *I. suffruticosa* e *I. guatemalensis* en primer año, demostrando que a mayor edad de corte mayor es la cantidad de follaje para las dos especie. El mejor contenido de indigotina para la especie *guatemalensis* se obtuvo a los 150 días y para la especie *suffruticosa* a los 165 días (representado en la Figura N° 13 y Cuadro N° 12).

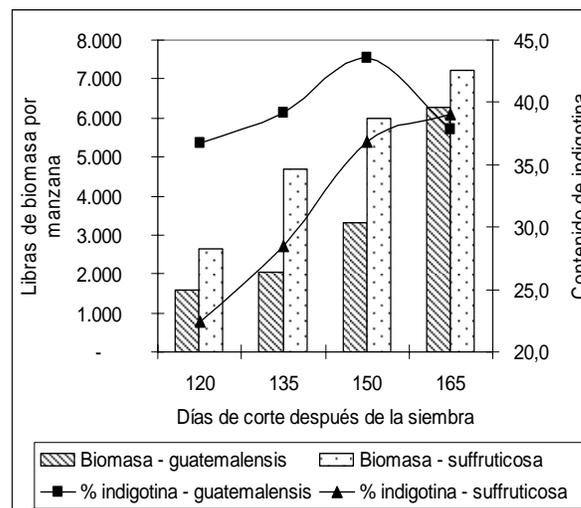


Figura N° 13: Gráfico del comportamiento de la producción de biomasa y porcentaje de indigotina en cuatro fechas de corte después de la siembra en las especies *guatemalensis* y *suffruticosa*.

<sup>7</sup> Investigación realizada por Ricardo Díaz, José Sánchez y José Chavarria. Tesis. Universidad Evangélica de El Salvador.

Cuadro N° 11. Resumen de criterios para la cosecha de biomasa de Jiquilite en El Salvador en la especie guatemalensis e suffruticosa.

| Criterio   | Primer año   | Segundo año  | Tercer año   |
|--|--|--|--|
| Número de cortes   | 1  | 2  | 2  |
| Época de corte (meses)                                     | Septiembre - octubre   | Junio – julio y septiembre - octubre                                     | Junio – julio y septiembre – octubre                                     |
| Edad de la plantación                                      | Cuatro meses   | -  | -  |
| Altura estimada de la planta al momento de la cosecha      | 1.6 m  | 1.6 m  | 1.6 m  |
| Altura de la planta después de la cosecha                  | 0.20 m <u>guatemalensis</u> y 0.30 m <u>suffruticosa</u>                 | 0.30 m <u>guatemalensis</u> y 0.40 m <u>suffruticosa</u>                 | 0.30 m <u>guatemalensis</u> y 0.40 m <u>suffruticosa</u>                 |
| Estado de la planta al momento del corte                   | Antes de floración hasta inicio de formación de fruto                    | Antes de floración hasta inicio de formación de fruto                    | Antes de floración hasta inicio de formación de fruto                    |
| Característica de la planta al momento de iniciar el corte | Formación de una corona de hojas amarillas en la parte baja de la planta | Formación de una corona de hojas amarillas en la parte baja de la planta | Formación de una corona de hojas amarillas en la parte baja de la planta |
| Rendimiento de biomasa (libras por mz)                     | 14,000   | 29,000   | 10,000   |
| Rendimiento de polvo de añil (kilos por mz)                | 20   | 40   | 15   |

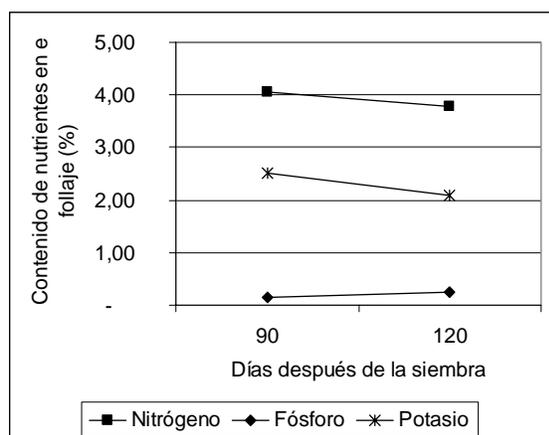
Cuadro N° 12. Producción de biomasa por manzana y contenido de indigotina en cuatro fechas de corte después de la siembra de la especie guatemalensis y suffruticosa.

| Edad de corte (días) | Producción de biomasa (libras) |                     | Contenido de indigotina (%) |                     |
|----------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
|                      | <u>guatemalensis</u>           | <u>suffruticosa</u> | <u>guatemalensis</u>        | <u>suffruticosa</u> |
| 120                  | 1.592                          | 2.647               | 36,7                        | 22,4                |
| 135                  | 2.046                          | 4.684               | 39,2                        | 28,5                |
| 150                  | 3.311                          | 6.003               | 43,6                        | 36,9                |
| 165                  | 6.258                          | 7.234               | 37,8                        | 39,1                |

En el Cuadro N° 13 y la Figura N° 14, se observa el porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio que absorbe la planta de Jiquilite a los 90 y 120 días después de la siembra.

*Cuadro N° 13. Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio absorbido por el Jiquilite a los 90 y 120 días después de la siembra en la especie guatemalensis. (Valores expresados en porcentaje).*

| Nutriente | Días después de la siembra |      |
|-----------|----------------------------|------|
|           | 90                         | 120  |
| Nitrógeno | 4.04                       | 3.77 |
| Fósforo   | 0.16                       | 0.25 |
| Potasio   | 2.51                       | 2.10 |



*Figura N° 14. Comportamiento de los nutrientes absorbidos por el Jiquilite a los 90 y 120 días después de la siembra en la especie guatemalensis.*

La cantidad de nutrientes removidos para la especie guatemalensis a los 120 días después de la siembra, de acuerdo a una producción de biomasa de 1,592 libras es de 3.31% de nitrógeno, 0.25% de fósforo y 2.03 % de potasio, presentado en el Cuadro N° 14.

*Cuadro N° 14. Cantidad de nutrientes removidos por la planta de Jiquilite a los 120 días después de la siembra de la especie guatemalensis.*

| Edad de corte 120 días | Remoción (%) | Cantidad de nutrientes removidos (libras) |
|------------------------|--------------|---|
| Nutriente              |              |   |
| Nitrógeno              | 3,31         | 52,67                                     |
| Fósforo                | 0,25         | 3,92                                      |
| Potasio                | 2,03         | 32,33                                     |

En el Cuadro N° 15. se presenta la cantidad de nutrientes removida por especie suffruticosa.

*Cuadro N° 15. Cantidad de minerales removidos por la especie suffruticosa.*

| Macro nutriente | Valores en % | Micro nutriente | Valores en mg/kg |
|-----------------|--------------|-----------------|------------------|
| Nitrógeno       | 4.4          | Boro            | 28               |
| Fósforo         | 0.3          | Hierro          | 540              |
| Potasio         | 1.2          | Zinc            | 90               |
| Calcio          | 4.5          | Cobre           | 9                |
| Magnesio        | 0.7          | Manganeso       | 300              |
| Azúfre          | 0.22         |                 |                  |

### 3.2. Rendimiento de polvo de añil.

Producción de polvo de añil. El rendimiento de polvo de añil se incrementa a medida que se incrementa la edad de la planta, pero su contenido de indigotina varía de acuerdo a la edad de corte, presentado en la Figura N° 15 y Cuadro N° 16.

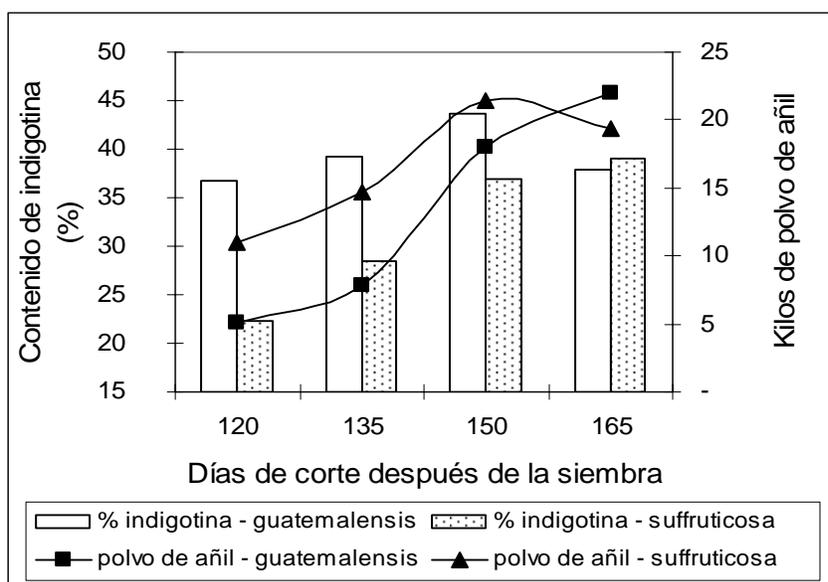


Figura N° 15: Gráfico del comportamiento de la producción de polvo de añil por manzana y porcentaje de indigotina en cuatro fechas de corte después de la siembra en la especie *guatemalensis* y *suffruticosa*.

Cuadro N° 16. Producción de polvo de añil por manzana y contenido de indigotina en cuatro fechas de corte después de la siembra de la especie *guatemalensis* y *suffruticosa*.

| Edad de corte (días) | Contenido de indigotina (%) |                     | Kilos de polvo por mz |                     |
|----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|                      | <i>guatemalensis</i>        | <i>suffruticosa</i> | <i>guatemalensis</i>  | <i>suffruticosa</i> |
| 120                  | 36,7                        | 22,4                | 5,0                   | 10,9                |
| 135                  | 39,2                        | 28,5                | 7,8                   | 14,7                |
| 150                  | 43,6                        | 36,9                | 18,0                  | 21,4                |
| 165                  | 37,8                        | 39,1                | 22,0                  | 19,4                |

Calidad de polvo de añil de acuerdo a las especies y años de producción. El polvo de añil de la especie *suffruticosa* es de un color azul más intenso que la especie *guatemalensis*.

Bajo un sistema de producción orgánica en Suchitoto se ha obtenido un rendimiento de indigotina del 44% en plantación de primer año de la especie *suffruticosa*; y en la zona de Sensuntepeque, en Cabañas se han

obtenido porcentajes de indigotina del 65% para el primer año de la especie *guatemalensis*.

Los productores reportan porcentajes de indigotina del 30 al 40% en primer año y para el segundo año es mayor, entre 48 al 56% para la especie *guatemalensis*, aunque el porcentaje está determinado por el momento de corte, características del suelo y clima, y el proceso de extracción del polvo de añil.

#### 4. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Preparación mecanizada del suelo.

*Cuadro N° 17. Costos estimados por el establecimiento del cultivo de Jiquilite con preparación mecanizada del suelo (costos por manzana).*

| Rubro                          | Primer Año (\$\$) |
|--------------------------------|-------------------|
| Labores de contrato            | 120.57            |
| Mano de obra                   | 308.00            |
| Insumos                        | 132.57            |
| Total costos directos          | 505.14            |
| Total costos indirectos        | 84.17             |
| <b>Costo total</b>             | <b>645.31</b>     |
| Producción de biomasa (libras) | 14,000            |
| Producción estimada            | 20.00 kilos       |

En el Anexo N° 2, se presenta el detalle de los costos de establecimiento con preparación mecanizada del suelo.

Preparación manual de suelos:

*Cuadro N° 18. Costos estimados por el establecimiento del cultivo de Jiquilite con preparación manual del suelo (costos por manzana).*

| Rubro                          | Primer Año (\$\$) |
|--------------------------------|-------------------|
| Labores de contrato            | 46.29             |
| Mano de obra                   | 308.00            |
| Insumos                        | 132.57            |
| Total costos directos          | 486.86            |
| Total costos indirectos        | 73.03             |
| <b>Costo total</b>             | <b>559.89</b>     |
| Producción de biomasa (libras) | 14,000            |
| Producción estimada            | 20.00 kilos       |

En el Anexo N° 3, se presenta el detalle de los costos de establecimiento con preparación manual del suelo.

*Cuadro N° 19. Costos estimados de mantenimiento del cultivo de Jiquilite, segundo y tercer año (costos por manzana).*

| Rubro                          | Año (\$\$)    |               |
|--------------------------------|---------------|---------------|
|                                | Segundo       | Tercero       |
| Labores de contrato            | 34.29         | 34.29         |
| Mano de obra                   | 212.00        | 172.00        |
| Insumos                        | 98.29         | 86.29         |
| Total costos directos          | 344.57        | 292.57        |
| Total costos indirectos        | 24.12         | 20.48         |
| <b>Costo total</b>             | <b>396.26</b> | <b>336.46</b> |
| Producción de biomasa (libras) | 29,000        | 10,000        |
| Producción estimada            | 40.00 kilos   | 15.00 kilos   |

En el Anexo N° 4, se presenta el detalle de los costos de mantenimiento en segundo y tercer año del cultivo de Jiquilite.

## 5. PUNTOS A CONSIDERAR EN LA PRODUCCIÓN DE JIQUILITE

### 5.1. Personal.

- Capacitación al personal en la identificación de la planta cuando se realiza las limpiezas de control de malezas.
- Utilizar herramientas: corvos o cumas bien afiladas, antes de realizar los cortes de biomasa en el Jiquilite, para realizar un mejor corte en el tallo y reducir su daño, evitando que la planta se seque por un mal corte.
- Capacitación en la utilización de las herramientas de cosecha de la biomasa, para no causar daño a la planta.
- Manejo de documentación y registro de producción y procesamiento.

### 5.2. Documentación y registro.

Registro de la zona de producción.  
Identificando la ubicación, especie sembrada, año de siembra y área del cultivo.

Registro de condiciones de clima y suelo.  
Medición de las condiciones de temperatura y precipitación en cada zona de producción.

Registro de actividades del cultivo y procesamiento.

Control del uso de mano de obra de las actividades realizada en el establecimiento y mantenimiento del cultivo.

Estandarización del procesamiento de la biomasa de Jiquilite para la obtención de polvo de añil.

Registro de costos de producción.

Registro de todas las actividades realizadas en el cultivo, desde su establecimiento hasta la obtención de polvo de añil.

Documentación de análisis de suelos, agua, indigotina y foliar.

Recolección de muestras para el análisis de suelo, calidad del agua, minerales en el follaje y contenido de indigotina en el proceso de producción.

## GLOSARIO

**Acuminada:** que termina en punta o puntiagudo.

**Androceo:** conjunto de estambres de las flores.

**Antesis:** abertura de la flor.

**Barbecho:** periodo de reposo del terreno donde solo crecen las plantas naturalmente.

**Cáliz:** cubierta exterior de las flores completas: el cáliz está formado por la reunión de los sépalos.

**Corola:** cubierta exterior de las flores completas, que protegen los órganos reproductores de la planta (estambres y pistilos).

**Folíolos:** cada una de las hojas que forman una hoja compuesta.

**Gamosépalo:** Dícese a los cálices cuyos sépalos están soldados de una sola pieza.

**Inflorescencia:** orden con que brotan las flores en las plantas; conjunto de estas flores.

**Latencia:** estado de la semilla que al madurar incluye el desarrollo de mecanismos internos que controlan el inicio de la germinación.

**Mixtamal:** molino de mano que se utiliza principalmente para moler maíz.

**Paraquat:** herbicida de contacto que causa cáncer al ser humano y reduce la fertilidad de los suelos.

**Piladera:** un trozo del tronco de un árbol que se labra con herramientas manuales, para darle la forma de una olla en su interior.

**Recepado:** cortar el tronco de una planta para ocasionar un rebrote.

**Receptáculo:** parte de la flor donde se asientan sus verticilos.

**Semilla en oro:** semilla que se extrae de la vaina o fruto, para ser utilizada en la siembra directa o en almácigo.

SIGLAS

**ACOPADIM:** Asociación Cooperativa de Productores Agropecuarios y de Servicios Diversificados del Norte de Morazán.

**AICD:** Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo.

**ADEL:** Asociación de Desarrollo Económico Local.

**ADEPAO:** Asociación de Productores Añileros de Oriente.

**AGRISAL:** Agrícola Industrial Salvadoreña.

**AGROINAGOR:** Insumos Agrícolas Orgánicos.

**AGRONATURA:** Asociación Salvadoreña de Agricultores y Procesadores de Productores No Tradicionales.

**ASAÑICA:** Asociación Cooperativa de Añileros de Cabañas.

**AZULES:** Asociación de Añileros de El Salvador.

**BCIE:** Banco Centroamericano de Integración Económica.

**BMZ:** Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo.

**CENTA:** Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.

**CIDI:** Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral.

**CONCULTURA:** Consejo Nacional para la Cultura y el Arte.

**ENA:** Escuela Nacional de Agricultura.

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

**FIAR:** Fondo de Investigación para la Agroindustria Rural.

**FUNDEMUSA:** Fundación para el Desarrollo de la Mujer y la Sociedad.

**GTZ:** Cooperación Técnica Alemana.

**IICA:** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

**ISTA:** Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria.

**JICA:** Japan International Cooperation Agency.

**MAG:** Ministerio de Agricultura y Ganadería.

**MINEC:** Ministerio de Economía.

**OEA:** Organización de los Estados Americanos.

**PASOLAC:** Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central.

**PROCHALATE:** Proyecto de Rehabilitación y Desarrollo para las Áreas afectadas por el Conflicto en el Departamento de Chalatenango.

**PRODAP:** Programa de Desarrollo Rural en la Región Paracentral.

**PRODAR:** Programa de Desarrollo de la Agroindustria Rural para América Latina y el Caribe.

**SEDI:** Secretaría Ejecutiva para el Desarrollo Integral.

**UES:** Universidad de El Salvador.

**USD:** Dólares de Estados Unidos.

BIBLIOGRAFIA

- Barrera. H., F. y Ramírez. A., G. 2003. Añil: Programa de Recuperación del Añil en la Tierra Caliente de Michoacán, 1999 – 2002. Casa de las Artesanías del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. México. 61 p.
- Díaz, R., Sánchez, J. y Chavarría, J. 2004. evaluación de la Producción de Follaje y Contenido de Indigotina en dos Especies de Jiquilite (*Indigofera spp.*) Aprovechadas en Diferentes Edades de Corte en su Primer Ciclo de Producción en Condiciones Naturales. Tesis. Universidad Evangélica de El Salvador. El Salvador. 55 p.
- García Rivera Francisco A. 1996. Estudio sobre Agronomía del Jiquilite *Indigofera spp.* y Procesamiento del Añil en Chalatenango. El Salvador, San Salvador. 4, 16 p.
- Hartmann, H. T. y Kester, D. E. 1992. Propagación de Plantas: Principios y Prácticas. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. Pág. 140 – 144.
- JICA. 2004. The Study on Economic Development, Focusing on the Eastern Region, of the Republic of El Salvador. Project Report. Volume 3. Part. 8. 96 p.
- Kojima, H. 1997. Apuntes sobre el Añil o Indigo, principalmente de Guatemala y otras regiones de Centroamérica. Informe de las investigaciones Etnológicas en el Centro y Sur de Guatemala 1991- 1994. Museo de Tabaco y Sal. Tokio. Japón. p. 499 – 543.
- León, J. 2000. Botánica de los Cultivos Tropicales. 3ª edición. IICA. San José, Costa Rica. 522 p.
- Nuila de Mejía, J. A. y Aguirre C., C. A. 2003. Respuesta del Jiquilite (*Indigofera spp.*) *guatemalensis*, a diferentes dosis de fertilización N, P y K en la Finca “El Sauce”, Santa Ana. Proyecto Asesoría, Capacitación y Asistencia Técnica para el Sector Añilero de El Salvador MAG / BCIE / IICA. Santa Tecla, El Salvador. 61 p.
- Stanley, P. C. y Calderón, S. 1841. Lista Preliminar de Plantas de El Salvador. 2ª Edición. Imprenta Nacional. San Salvador. El Salvador. 145 p.
- Viera, M., Ochoa, B., Fischler, M., Marín, X. y Sauër, E. 1999. Manejo Integrado de la Fertilidad del Suelo en Zonas de Ladera. Manual del Capacitador. CENTA – MAG – FAO – PASOLAC – PROCHALATE. El Salvador. 136 p.



## **ANEXOS**



**Anexo N° 1. Respuesta de la planta de Jiquilite a la fertilización inorgánica.**

Fertilización inorgánica<sup>8</sup>.

Respuesta de la altura de la planta a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio. La aplicación de nitrógeno y de fósforo produjo mayor altura en la planta a los 120 días después de la siembra, principalmente cuando ambos se aplican a los 90 días después de la siembra, reportando alturas entre los 50 y 54 cm. No se encontró diferencia en altura de las plantas entre las posturas aplicadas con potasio y las no aplicadas a los 120 días después de la siembra. El potasio no tiene un efecto interactivo entre el nitrógeno y el fósforo.

Diámetro de la planta a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio. El elemento que mayor influencia tuvo sobre el diámetro de la planta de Jiquilite fue el fósforo, seguido por el nitrógeno. El potasio no presenta un efecto significativo en el diámetro de la planta.

Número de brotes promedio por planta a los 90 días después de la siembra. El elemento que más influye es el fósforo, seguido por el nitrógeno. Existiendo una interacción muy positiva entre el nitrógeno y el fósforo, al aumentar la cantidad de ambos nutrientes aumenta el número de brotes. El potasio no presenta un efecto significativo en el número de brotes en la planta

Desarrollo del sistema radicular por la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio a los 120 días después de la

siembra. La carencia de fósforo en el suelo causa un pobre desarrollo en el sistema radicular del cultivo de Jiquilite, principalmente en raicillas absorbentes. En los Cuadro N° 20 y Cuadro N° 21, se observa la importancia de la aplicación de fertilizantes para el desarrollo del sistema radicular del cultivo de Jiquilite a los 120 días después de la siembra en la especie guatemalensis.

Los niveles altos de aplicación de fertilizantes pueden inhibir el desarrollo del sistema radicular, como se observa en el Cuadro N° 21. Los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio se fueron incrementando desde 0, 20, 40 y 60 libras por manzana por cada nutriente, resumiendo los efectos presentes en el sistema radicular.

El sistema radicular responde favorablemente a la aplicación de fertilizantes al suelo.

Efecto de la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio a la producción de biomasa. La aplicación de 20 y 40 libras de nitrógeno por manzana, presenta un efecto significativo en la producción de biomasa, así como, las aplicaciones de 20, 40 ó 60 libras de fósforo por manzana. Caso contrario son las aplicaciones de potasio, que no tuvieron efecto significativo en la producción de biomasa. Las interacciones entre cada uno de los elementos no fueron significativas.

<sup>8</sup> Investigación realizada por Julia de Mejía y Carlos Aguirre, Proyecto Asesoría, Capacitación y Asistencia Técnica para el Sector Añilero de El Salvador MAG / BCIE / IICA, 2003.

Cuadro N° 20. Profundidad de raíz y raicillas a los 120 días después de la siembra en la especie *guatemalensis*.

| Nutriente | Cantidad de fertilizante en libras por mz | Profundidad (cm.) |           | Características observadas  |
|-----------|---|-------------------|-----------|---|
|           |   | Raíces            | raicillas |   |
| Nitrógeno | 0.0 lb. de sulfato de amonio/mz           | 37                | No        | Escasa formación de raíces de absorción.  |
| Nitrógeno | 20.0 lb. de sulfato amonio/mz             | 42                | 14        | Alta formación de raíces y distribuidas en profundidad.   |
| Nitrógeno | 40.0 lb. de sulfato amonio/mz             | 45                | 10        | Raíces de sostén más gruesas y formación muy alta de raíces de absorción en forma de penacho.                               |
| Nitrógeno | 60.0 lb. de sulfato amonio/mz             | 25                | No        | Baja formación de raíces y cortas comparadas a la no aplicación de nitrógeno. Además las raíces de sostén son muy delgadas. |
| Fósforo   | 0.0 lb. de superfosfato simple(20%)/mz    | 37                | No        | Escasa formación de raíces de absorción.  |
| Fósforo   | 20.0 lb. de superfosfato simple(20%)/mz   | 46                | 6         | Baja formación de raíces aunque se observan raíces de sostén.   |
| Fósforo   | 40.0 lb. de superfosfato simple(20%)/mz   | 51                | 10        | Muy alta formación de raíces de absorción en forma de penacho y de sostén más gruesas.                                      |
| Fósforo   | 60.0 lb. de superfosfato simple(20%)/mz   | 42                | 10        | Muy alta formación de raíces de absorción en forma penacho y raíces de sostén.  |
| Potasio   | 0.0 lb. de muriato de potasio/mz          | 37                | No        | Escasa formación de raíces de absorción.  |
| Potasio   | 20.0 lb. de muriato de potasio/mz         | 33                | No        | Moderada formación de raíces de sostén y baja formación de raíces de absorción.   |
| Potasio   | 40.0 lb. de muriato de potasio/mz         | 39                | No        | Baja formación de raíces de sostén y de absorción.  |
| Potasio   | 60.0 lb. de muriato de potasio/mz         | 30                | 11        | Alta formación de raíces de sostén y de absorción, y homogéneas en longitud.  |

Cuadro N° 21. Resumen del efecto de la aplicación de 0, 20, 40 y 60 libras por manzana de nitrógeno, fósforo y potasio en la especie guatemalensis.

| Nutriente<br>(libras/manzana)         | Profundidad (cm.) |           | Características  |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|--|
|                                       | Raíces            | Raicillas |  |
| Nitrógeno 0, fósforo 0 y potasio 0    | 37                | No        | Escasa formación de raíces de absorción.   |
| Nitrógeno 20, fósforo 20 y potasio 20 | 33                | 12        | Muy alta formación de raíces de absorción, formando penacho y raíces de sostén distribuidas en profundidad.          |
| Nitrógeno 40, fósforo 40 y potasio 40 | 34                | 10        | Moderada formación de raíces de sostén y moderada formación de raíces de absorción con poco penacho                  |
| Nitrógeno 60, fósforo 60 y potasio 60 | 28                | 8         | Moderada formación de raíces de absorción y cortas comparadas a las aplicaciones anteriores (20 y 40 lb. / manzana). |

Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio presente en el follaje a los 90 y 120 días.

La mayor asimilación de nitrógeno se presentó cuando se fertilizó a 60 libras de nitrógeno por mz, encontrándose un promedio de 5.07% absorbido; la asimilación fue mayor a los 90 días que a los 120 días. El mayor porcentaje de nitrógeno absorbido por el Jiquilite se presenta cuando no se aplicó fósforo al sustrato. Valores presentados en el Cuadro N° 22 y Figura N° 16.

Cuadro N° 22. Contenido de nitrógeno en la planta al aplicar nitrógeno y fósforo al sustrato. Especie guatemalensis (valores expresados en %).

| Aplicación de nitrógeno (lb. por manzana) | Aplicación de fósforo (lb. por manzana) |      |      |      | Promedio |
|---|---|------|------|------|----------|
|   | 0                                       | 20   | 40   | 60   |          |
| 0   | 3,52                                    | 3,23 | 3,41 | 3,31 | 3,37     |
| 20  | 4,64                                    | 4,29 | 4,43 | 4,36 | 4,43     |
| 40  | 5,14                                    | 4,74 | 4,62 | 4,68 | 4,80     |
| 60  | 5,44                                    | 4,93 | 4,96 | 4,93 | 5,07     |
| Promedio                                  | 4,69                                    | 4,30 | 4,36 | 4,32 | 4,42     |

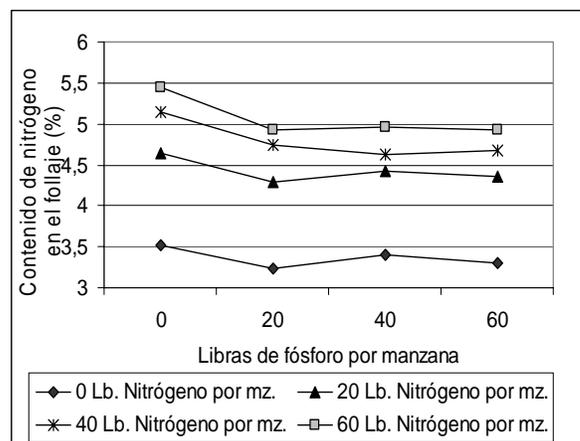


Figura N° 16. Gráfico del comportamiento de contenido de nitrógeno en el follaje al aplicar nitrógeno y fósforo en diferentes cantidades en la especie guatemalensis.

El potasio influye en la absorción de nitrógeno. El Jiquilite absorbe mejor el nitrógeno si el potasio es aplicado en niveles entre 0 y 40 libras de potasio por manzana. Con una aplicación mayor a estos valores, el nitrógeno en el follaje disminuye. En el Cuadro N° 23, se presentan los valores y en la Figura N° 17 el comportamiento del nitrógeno en el

follaje cuando se aplica nitrógeno y potasio en diferentes cantidades.

Cuadro N° 23. Contenido de nitrógeno en la planta al aplicar nitrógeno y potasio al sustrato. Especie *guatemalensis* (valores expresados en %).

| Aplicación de nitrógeno (lb. por manzana) | Aplicación de potasio (lb. por manzana) |      |      |      | Promedio |
|---|---|------|------|------|----------|
|   | 0                                       | 20   | 40   | 60   |          |
| 0   | 3,40                                    | 3,43 | 3,37 | 3,26 | 3,37     |
| 20  | 4,43                                    | 4,42 | 4,59 | 4,29 | 4,43     |
| 40  | 4,89                                    | 4,80 | 4,81 | 4,69 | 4,80     |
| 60  | 5,15                                    | 5,10 | 5,11 | 4,91 | 5,07     |
| Promedio                                  | 4,47                                    | 4,44 | 4,47 | 4,29 | 4,42     |

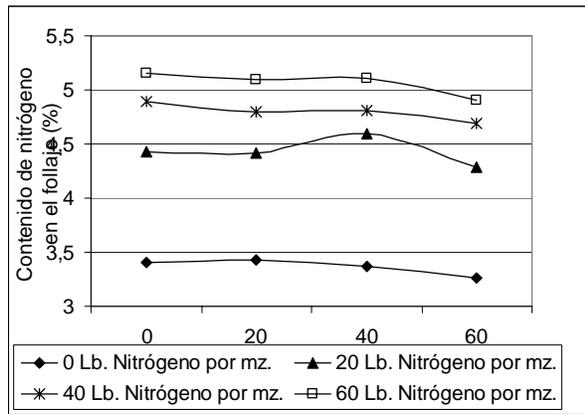


Figura N° 17. Gráfico del comportamiento de contenido de nitrógeno en el follaje al aplicar nitrógeno y potasio en diferentes cantidades en la especie *guatemalensis*.

No existe una relación significativa entre la cantidad de fósforo y potasio aplicado al cultivo de Jiquilite y el contenido de nitrógeno en el follaje.

Las aplicaciones de fósforo al cultivo de Jiquilite son aprovechadas por la planta,

debido a que el fósforo es poco móvil en el suelo.

Las aplicaciones de potasio al cultivo de Jiquilite son aprovechadas por la planta, principalmente en los primeros 90 días de sembrada la planta y las aplicaciones de nitrógeno tienen un efecto sobre la cantidad de potasio que absorbe la planta. Pero, en cantidades entre 20 a 60 libras de fósforo al suelo por manzana junto con cantidades mayores a 40 libras de potasio por manzana, se observa una reducción en el contenido de nitrógeno presente en el follaje, presentada en la Figura N° 18.

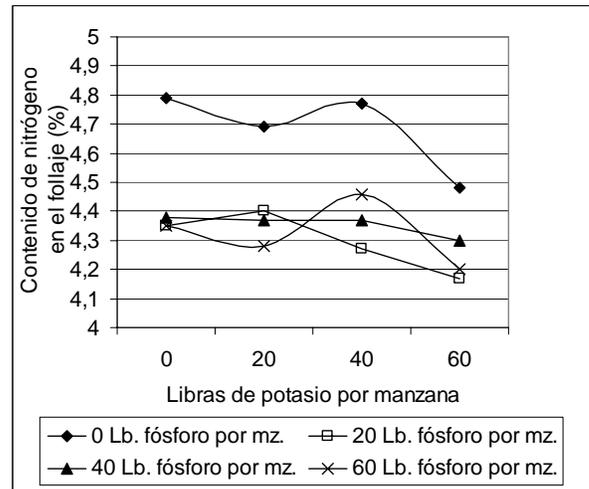


Figura N° 18. Comportamiento del nitrógeno en Jiquilite especie *guatemalensis* a diferentes cantidades de fósforo y potasio.

**Anexo N° 2.** Costo estimado de producción para el establecimiento del cultivo de Jiquilite con preparación mecanizada del suelo.

PRIMER AÑO – ESTABLECIMIENTO

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO (\$) | TOTAL (\$) |
|----------|--------|----------|---------------------|------------|
|----------|--------|----------|---------------------|------------|

Labores de contrato

|                      |         |   |       |        |
|----------------------|---------|---|-------|--------|
| Alquiler de terreno  | Manzana | 1 | 34,29 | 34,29  |
| Arado                | Paso    | 1 | 28,57 | 28,57  |
| Rastra               | Paso    | 2 | 22,86 | 45,71  |
| Surqueado con bueyes | Paso    | 1 | 12,00 | 12,00  |
| Subtotal             |         |   |       | 120,57 |

Mano de obra

|  |             |    |      |        |
|--|-------------|----|------|--------|
| Siembra directa por postura              | días hombre | 4  | 4,00 | 16,00  |
| Resiembra                                | días hombre | 2  | 4,00 | 8,00   |
| Primer control de malezas                | días hombre | 24 | 4,00 | 96,00  |
| Segundo control de malezas               | días hombre | 16 | 4,00 | 64,00  |
| Tercer control de malezas                | días hombre | 8  | 4,00 | 32,00  |
| Prevención de plagas con repelente (uno) | días hombre | 2  | 4,00 | 8,00   |
| Poda de formación                        | días hombre | -  | 4,00 | -      |
| Aplicación de herbicida (dos)            | días hombre | 4  | 4,00 | 16,00  |
| Fertilización orgánica                   | días hombre | 3  | 4,00 | 12,00  |
| Cosecha                                  | días hombre | 14 | 4,00 | 56,00  |
| Subtotal                                 |             |    |      | 308,00 |

Insumos

|                     |         |    |       |        |
|---------------------|---------|----|-------|--------|
| Semilla en oro      | Libras  | 6  | 5,71  | 34,29  |
| Repelente orgánico  | Litro   | 3  | 5,71  | 17,14  |
| Herbicida sistémico | Litro   | 2  | 12,00 | 24,00  |
| Abono orgánico      | Quintal | 10 | 5,71  | 57,14  |
| Subtotal            |         |    |       | 132,57 |

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Total de costos directos | 561,14 |
|--------------------------|--------|

Costos indirectos

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Costo de administración (3%) | 16,83 |
| Costos de imprevistos (5%)   | 28,06 |
| Costos financieros (7%)      | 39,28 |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| Total de costos indirectos | 84,17 |
|----------------------------|-------|

|               |        |
|---------------|--------|
| Total general | 645,31 |
|---------------|--------|

|                                 |                  |
|---------------------------------|------------------|
| Rendimiento estimado de biomasa | 14.000,00 libras |
| Costo por libra                 | 0,046            |
| Kilos                           | 20               |

**Anexo N° 3.** Costo estimado de producción para el establecimiento del cultivo de Jiquilite con preparación manual del suelo.

PRIMER AÑO – ESTABLECIMIENTO

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO (\$) | TOTAL (\$) |
|----------|--------|----------|---------------------|------------|
|----------|--------|----------|---------------------|------------|

Labores de contrato

|                      |         |   |       |       |
|----------------------|---------|---|-------|-------|
| Alquiler de terreno  | manzana | 1 | 34,29 | 34,29 |
| Arado                | Paso    | - | 28,57 | -     |
| Rastra               | Paso    | - | 22,86 | -     |
| Surqueado con bueyes | Paso    | 1 | 12,00 | 12,00 |
| Subtotal             |         |   |       | 46,29 |

Mano de obra

|                                    |             |    |      |        |
|------------------------------------|-------------|----|------|--------|
| Preparación del terreno            | días hombre | 16 | 4,00 | 64,00  |
| Siembra                            | días hombre | 4  | 4,00 | 16,00  |
| Resiembra                          | días hombre | 2  | 4,00 | 8,00   |
| Primer control de malezas          | días hombre | 24 | 4,00 | 96,00  |
| Segundo control de malezas         | días hombre | 16 | 4,00 | 64,00  |
| Tercer control de malezas          | días hombre | 8  | 4,00 | 32,00  |
| Prevención de plagas con repelente | días hombre | 2  | 4,00 | 8,00   |
| Poda de formación                  | días hombre | -  | 4,00 | -      |
| Aplicación de herbicida (dos)      | días hombre | 4  | 4,00 | 16,00  |
| Fertilización orgánica             | días hombre | 3  | 4,00 | 12,00  |
| Cosecha                            | días hombre | 14 | 4,00 | 56,00  |
| Subtotal                           |             |    |      | 308,00 |

Insumos

|                     |         |    |       |        |
|---------------------|---------|----|-------|--------|
| Semilla en oro      | Libras  | 6  | 5,71  | 34,29  |
| Repelente orgánico  | Litro   | 3  | 5,71  | 17,14  |
| Herbicida sistémico | Litro   | 2  | 12,00 | 24,00  |
| Abono orgánico      | Quintal | 10 | 5,71  | 57,14  |
| Subtotal            |         |    |       | 132,57 |

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Total de costos directos | 486,86 |
|--------------------------|--------|

Costos indirectos

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Costo de administración (3%) | 14,61 |
| Costos de imprevistos (5%)   | 24,34 |
| Costos financieros (7%)      | 34,08 |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| Total de costos indirectos | 73,03 |
|----------------------------|-------|

|               |        |
|---------------|--------|
| Total general | 559,89 |
|---------------|--------|

|                                 |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|
| Rendimiento estimado de biomasa | 14.000,00 | libras |
| Costo por libra                 | 0,040     |        |

Kilos

20

**Anexo N° 4.** Costos estimados de producción para el mantenimiento del cultivo de Jiquilite, segundo y tercer año.

LABORES DE MANTENIMIENTO - SEGUNDO AÑO

| CONCEPTO             | UNIDAD  | CANTIDAD | VALOR UNITARIO (\$) | TOTAL (\$) |
|----------------------|---------|----------|---------------------|------------|
| Labores de contrato  |         |          |                     |            |
| Alquiler de terreno  | Manzana | 1        | 34,29               | 34,29      |
| Arado                | Paso    | -        | 28,57               | -          |
| Rastra               | Paso    | -        | 22,86               | -          |
| Surqueado con bueyes | Paso    | -        | 12,00               | -          |
| Subtotal             |         |          |                     | 34,29      |

Mano de obra

|  |             |    |      |        |
|--|-------------|----|------|--------|
| Siembra directa por postura              | días hombre | -  | 4,00 | -      |
| Resiembra                                | días hombre | -  | 4,00 | -      |
| Primer control de malezas                | días hombre | 16 | 4,00 | 64,00  |
| Segundo control de malezas               | días hombre | 8  | 4,00 | 32,00  |
| Tercer control de malezas                | días hombre | -  | 4,00 | -      |
| Prevención de plagas con repelente (uno) | días hombre | 2  | 4,00 | 8,00   |
| Poda de formación                        | días hombre | 4  | 4,00 | 16,00  |
| Aplicación de herbicida (dos)            | días hombre | 4  | 4,00 | 16,00  |
| Fertilización orgánica                   | días hombre | 3  | 4,00 | 12,00  |
| Cosecha                                  | días hombre | 16 | 4,00 | 64,00  |
| Subtotal                                 |             |    |      | 212,00 |

Insumos

|                     |         |    |       |       |
|---------------------|---------|----|-------|-------|
| Semilla en oro      | Libras  | -  | 5,71  | -     |
| Repelente           | Litro   | 3  | 5,71  | 17,14 |
| Herbicida sistémico | Litro   | 2  | 12,00 | 24,00 |
| Abono orgánico      | Quintal | 10 | 5,71  | 57,14 |
| Subtotal            |         |    |       | 98,29 |

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Total de costos directos | 344,57 |
|--------------------------|--------|

Costos indirectos

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Costo de administración (3%) | 10,34 |
| Costos de imprevistos (5%)   | 17,23 |
| Costos financieros (7%)      | 24,12 |
| Total de costos indirectos   | 51,69 |

|               |        |
|---------------|--------|
| Total general | 396,26 |
|---------------|--------|

|                                 |                  |
|---------------------------------|------------------|
| Rendimiento estimado de biomasa | 29.000,00 libras |
| Costo por libra                 | 0,014            |
| Kilos                           | 40               |

## GUÍA TÉCNICA: CULTIVO DE JIQUILTE EN EL SALVADOR

### LABORES DE MANTENIMIENTO - TERCER AÑO

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO (\$) | TOTAL (\$) |
|----------|--------|----------|---------------------|------------|
|----------|--------|----------|---------------------|------------|

#### Labores de contrato

|                      |         |   |       |              |
|----------------------|---------|---|-------|--------------|
| Alquiler de terreno  | manzana | 1 | 34,29 | 34,29        |
| Arado                | paso    | - | 28,57 | -            |
| Rastra               | paso    | - | 22,86 | -            |
| Surqueado con bueyes | paso    | - | 12,00 | -            |
| <b>Subtotal</b>      |         |   |       | <b>34,29</b> |

#### Mano de obra

|  |             |    |      |               |
|--|-------------|----|------|---------------|
| Siembra directa por postura              | días hombre | -  | 4,00 | -             |
| Resiembra                                | días hombre | -  | 4,00 | -             |
| Primer control de malezas                | días hombre | 16 | 4,00 | 64,00         |
| Segundo control de malezas               | días hombre | 8  | 4,00 | 32,00         |
| Tercer control de malezas                | días hombre | -  | 4,00 | -             |
| Prevención de plagas con repelente (uno) | días hombre | 2  | 4,00 | 8,00          |
| Poda de formación                        | días hombre | -  | 4,00 | -             |
| Aplicación de herbicidas (uno)           | días hombre | 2  | 4,00 | 8,00          |
| Fertilización orgánica                   | días hombre | 3  | 4,00 | 12,00         |
| Cosecha                                  | días hombre | 12 | 4,00 | 48,00         |
| <b>Subtotal</b>                          |             |    |      | <b>172,00</b> |

#### Insumos

|                     |         |    |       |              |
|---------------------|---------|----|-------|--------------|
| Semilla en oro      | libras  | -  | 5,71  | -            |
| Repelente           | litro   | 3  | 5,71  | 17,14        |
| Herbicida sistémico | litro   | 1  | 12,00 | 12,00        |
| Abono orgánico      | quintal | 10 | 5,71  | 57,14        |
| <b>Subtotal</b>     |         |    |       | <b>86,29</b> |

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| <b>Total de costos directos</b> | <b>292,57</b> |
|---------------------------------|---------------|

#### Costos indirectos

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Costo de administración (3%) | 8,78  |
| Costos de imprevistos (5%)   | 14,63 |
| Costos financieros (7%)      | 20,48 |

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| <b>Total de costos indirectos</b> | <b>43,89</b> |
|-----------------------------------|--------------|

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| <b>Total general</b> | <b>336,46</b> |
|----------------------|---------------|

|                                 |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|
| Rendimiento estimado de biomasa | 10.000,00 | Libras |
| Costo por libra                 | 0,034     |        |
| Kilos                           | 15        |        |