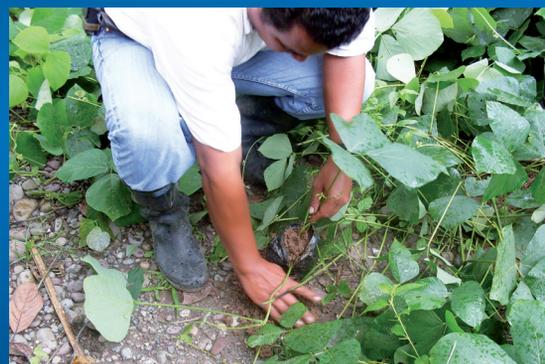


*Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite*  
*Guía para facilitadores*



## Establecimiento y manejo de leguminosas de cobertura en palma de aceite

Álvaro Hernán Rincón Numpaqué  
Tulia Esperanza Delgado Revelo  
Diego Luis Molina López

## **Autores de esta guía**

### **Álvaro Hernán Rincón Numpaque**

Ingeniero Agrónomo egresado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Ha trabajado durante nueve años como Asistente de Investigación del Área de Manejo Integrado de Suelos y Aguas de Cenipalma, en las zonas Central, Suroccidental y Norte. Su trabajo profesional se ha centrado en la investigación en caracterización, manejo de suelos y nutrición del cultivo de la palma de aceite.

### **Tulia Esperanza Delgado Revelo**

Ingeniera Agrícola egresada de la Universidad del Valle. Ha trabajado durante seis años como Asistente de Investigación del Área de Manejo Integrado de Suelos y Aguas de Cenipalma en las zonas Oriental, Central y Norte. Su trabajo profesional se ha centrado en la investigación en manejo de suelos y aguas del cultivo de la palma de aceite.

### **Diego Luis Molina López**

Ingeniero Agrónomo egresado de la Universidad de Caldas. Laboró durante 22 años en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, como investigador en los programas de Forrajes Tropicales (5 años) y Suelos (17 años). Vinculado a Cenipalma desde octubre de 2006 como Asistente de Investigación del Proyecto Manejo Integrado de Suelos y Aguas en donde ha centrado su trabajo como investigador en el manejo de suelos y la nutrición del cultivo de la palma de aceite.

*Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite*  
*Guía para facilitadores*

Establecimiento y manejo de leguminosas  
de cobertura en palma de aceite

Álvaro Hernán Rincón Numpaque  
Tulia Esperanza Delgado Revelo  
Diego Luis Molina López

---

## **Establecimiento y manejo de leguminosas de cobertura en palma de aceite**

Publicación de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, cofinanciada por Fedepalma - Fondo de Fomento Palmero

### **Autores**

Álvaro Hernán Rincón Numpaque  
Tulia Esperanza Delgado Revelo  
Diego Luis Molina López

### **Coordinador general**

Jorge Alonso Beltrán Giraldo  
División de Validación de Resultados de Investigación y Transferencia de Tecnología de Cenipalma

### **Coordinador didáctico**

Vicente Zapata Sánchez

### **Coordinación editorial**

Yolanda Moreno Muñoz  
Esteban Mantilla

### **Fotografías**

Colección de los autores

### **Diagramación**

Fredy Johan Espitia Ballesteros

### **Impresión**

Javegraf

Calle 98 # 70–91, piso 14.  
Teléfono: (57-1) 313 8600  
www.cenipalma.org  
Bogotá, D.C. - Colombia

Impresión: diciembre de 2015

Reimpresión: julio de 2016

Segunda reimpresión: julio de 2018

*Catalogación en la publicación – Biblioteca Nacional de Colombia*

Rincón Numpaque, Álvaro Hernán  
Establecimiento y manejo de leguminosas de cobertura en palma de aceite / Álvaro Hernán Rincón Numpaque, Tulia Esperanza Delgado Revelo, Diego Luis Molina López. -- Bogotá: Cenipalma: Fedepalma, 2015.  
p. 98: il. -- (Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite. Guía para facilitadores)

Incluye bibliografía y glosario.

ISBN 978-958-8360-55-3

1. Leguminosas - Cultivo 2. Palma africana - Cultivo 3. Cultivos de cobertura I. Delgado Revelo, Tulia Esperanza II. Molina López, Diego Luis III. Título IV. Serie

CDD: 631.452 ed. 23

CO-BoBN- a976448

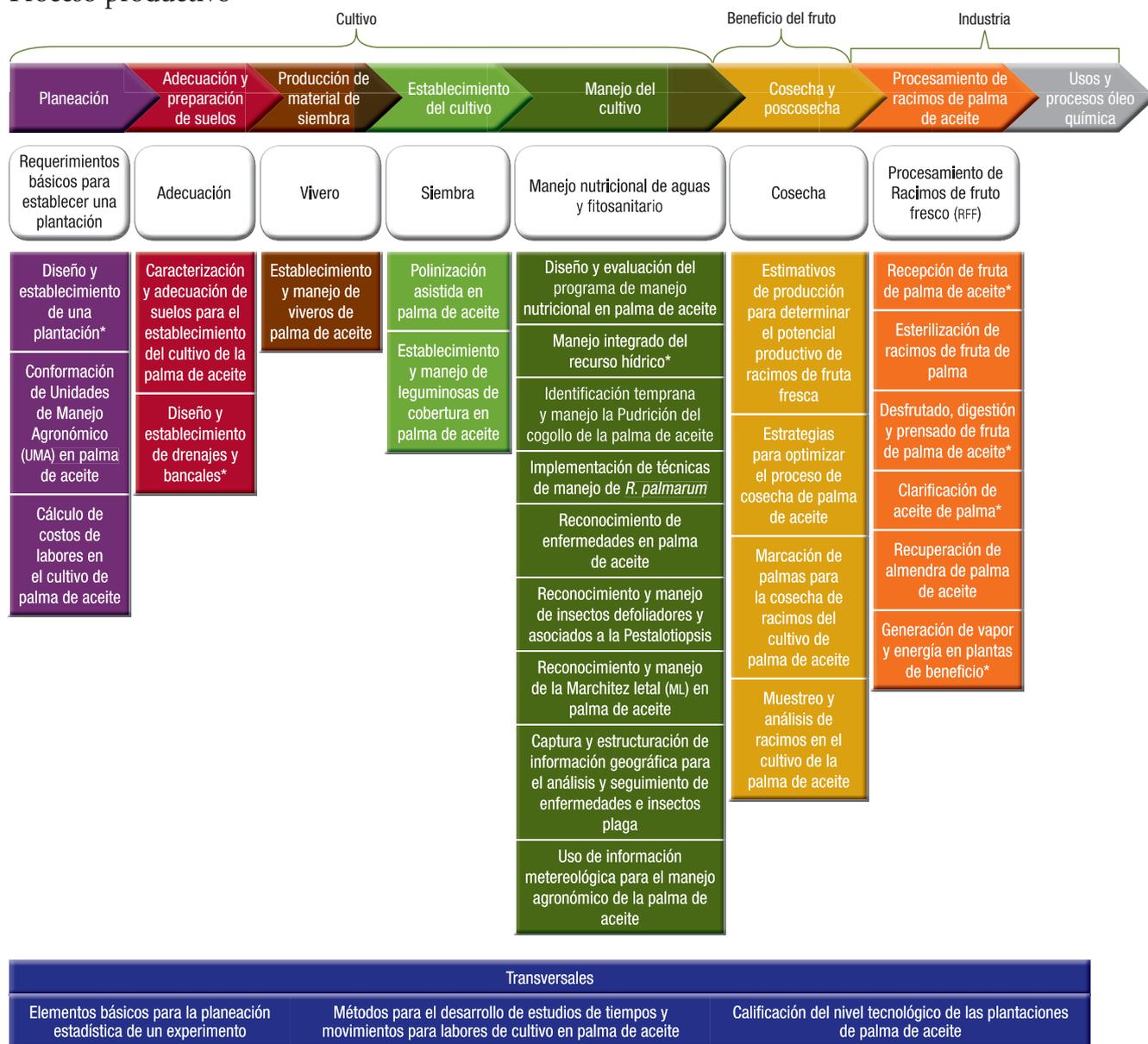
## Títulos de la serie

- **Establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite**  
Dumar Flaminio Motta Valencia y Jorge Alonso Beltrán Giraldo.
- **Diseño y evaluación del programa de manejo nutricional en palma de aceite**  
Nólver Atanasio Arias Arias y Jorge Alonso Beltrán Giraldo.
- **Reconocimiento de enfermedades en la palma de aceite**  
Benjamín Pineda López y Gerardo Martínez López.
- **Identificación temprana y manejo de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite**  
Gabriel Andrés Torres Londoño, Greicy Andrea Sarria Villa y Gerardo Martínez López.
- **Implementación de técnicas de manejo de *Rhynchophorus palmarum***  
Óscar Mauricio Moya Murillo, Rosa Cecilia Aldana de La Torre y Hamilton Gomes de Oliveira.
- **Captura y estructuración de información geográfica para el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras de Colombia. Casos: Pudrición del cogollo (PC), *Rhynchophorus palmarum* y defoliadores**  
Víctor Orlando Rincón Romero y Hernán Mauricio Romero Angulo.
- **Estimativos de producción para determinar el potencial productivo de racimos de fruta fresca**  
Rodrigo Ruiz Romero, Dumar Flaminio Motta Valencia y Hernán Mauricio Romero Angulo.
- **Métodos para el desarrollo de estudios de tiempos y movimientos para labores de cultivo en palma de aceite**  
Andrés Camilo Sánchez Puentes, Carlos Andrés Fontanilla Díaz y Mauricio Mosquera Montoya.
- **Esterilización de racimos de fruta de palma**  
Edgar Eduardo Yáñez Angarita, Jesús Alberto García Núñez y Lina Pilar Martínez Valencia.
- **Elementos básicos para la planeación estadística de un experimento**  
Eloína Mesa Fuquen.
- **Estrategias para optimizar el proceso de cosecha de palma de aceite**  
Carlos Andrés Fontanilla Díaz, Andrés Camilo Sánchez Puentes y Mauricio Mosquera Montoya.
- **Polinización asistida en palma de aceite**  
Ángela Sánchez Rodríguez, Édison Steve Daza, Rodrigo Ruiz Romero y Hernán Mauricio Romero Angulo.
- **Reconocimiento y manejo de insectos defoliadores y asociados a la Pestalotiopsis**  
Rosa Cecilia Aldana de La Torre y Jorge Alberto Aldana de La Torre.
- **Reconocimiento y manejo integrado de la Marchitez letal (ML) en palma de aceite**  
Mauricio Arango Uribe, Nubia Rairán Cortés, Gerardo Martínez López y Jorge Alonso Beltrán Giraldo.

- 
- **Marcación de palmas para la cosecha de racimos del cultivo de la palma de aceite**  
Carlos Andrés Fontanilla Díaz, Andrés Camilo Sánchez Puentes, Mauricio Mosquera Montoya, Wilmar Alarcón, Emiro Leal, Rafael Pertuz, Adalberto Mendez, Blanca Liliana Romero y Óscar Mario Bastidas.
  - **Muestreo y análisis de racimos en el cultivo de la palma de aceite**  
Fausto Prada Chaparro y Hernán Mauricio Romero Angulo.
  - **Calificación del nivel de tecnológico de las plantaciones de palma de aceite**  
Pedro Nel Franco Bautista, Nólver Atanasio Arias Arias y Jorge Alonso Beltrán Giraldo.
  - **Conformación de Unidades de Manejo Agronómico (UMA) en palma de aceite**  
Diego Luis Molina López, José Álvaro Cristancho Rodríguez y Pedro Nel Franco Bautista.
  - **Uso de información meteorológica para el manejo agronómico de la palma de aceite**  
Hernando Moreno Correcha, Angie Molina Villarreal y Víctor Rincón Romero.
  - **Caracterización y adecuación de suelos para el establecimiento del cultivo de la palma de aceite**  
Diego Luis Molina López y Jorge Stember Torres Aguas.
  - **Establecimiento y manejo de leguminosas de cobertura en palma de aceite**  
Álvaro Hernán Rincón Numpaque, Tulia Esperanza Delgado Revelo y Diego Luis Molina López.

## Guías metodológicas sobre tecnologías de producción en palma de aceite

### Proceso productivo



\* Guías que se encuentran en proceso de realización por parte de los investigadores-autores.

---

La figura anterior representa el conjunto de publicaciones que abarcan todo el proceso productivo (cultivo y beneficio del fruto) de palma de aceite. Las guías fueron agrupadas de acuerdo con la fase del proceso a la que pertenecen e identificadas por colores de la siguiente manera:

**Planeación (Morado):** incluye las guías que abordan el tema de la planeación, además de los requerimientos básicos para establecer una plantación: “Diseño y establecimiento de una plantación en palma de aceite”, “Diseño y manejo de las Unidades de Manejo Agronómico (UMA)” y “Evaluación de costos de labores en el cultivo de la palma de aceite”.

**Adecuación y preparación de suelos (Vinotinto):** conforman esta fase las guías que abordan las temáticas relacionadas con el manejo integral del suelo para el establecimiento del cultivo. El proceso de manejo se inicia con el conocimiento (estudio) del estado actual del suelo y la identificación de los requerimientos que el cultivo de palma de aceite demanda con respecto a la calidad del mismo, reseñado en la guía “Caracterización del suelo para el establecimiento del cultivo de palma de aceite”. El proceso continúa con la exploración de alternativas para su adecuación, como lo propuesto en la guía “Diseño y establecimiento de bancales”, y finaliza con la planificación e implementación en el campo de la alternativa seleccionada.

**Producción de materiales para siembra (Café):** agrupa las guías relacionadas con la fase de preparación de los materiales para la siembra. Hasta ahora contamos con la guía “Establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite”.

**Establecimiento del cultivo (Verde claro):** reúne las guías que abordan los temas para el establecimiento del cultivo, factores determinantes para su producción como: “Establecimiento y manejo de las coberturas”, así como “Aislamiento y polinización de inflorescencias”. Para esta fase también se incluyen las actividades que corresponden a las labores culturales, como limpieza de platos, interlíneas, poda y mantenimiento de la infraestructura.

**Manejo del cultivo (Verde oscuro):** pertenecen a esta fase las guías que abordan el manejo del cultivo desde diferentes áreas –nutricional, aguas y fitosanitario– en las que se ubican las siguientes: Detección y manejo de la Pudrición del cogollo (PC), “Reconocimiento de otras enfermedades”, “Manejo del *Rhynchophorus palmarum*”, “Reconocimiento y manejo de insectos defoliadoras y asociados a la Pestalotiopsis” y “Detección y manejo de la Marchitez letal (ML)”. También se incluyen las guías que representan herramientas de apoyo para la toma de decisiones y/o fortalecimiento del cultivo: “Sistemas de información geográfica para el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos plaga” y “Diseño y evaluación del manejo nutricional”.

**Cosecha y poscosecha (Ocre):** agrupa las guías que ofrecen herramientas para optimizar, medir y estimar la producción de Racimos de fruto fresco (RFF) y/o la calidad del aceite, tales como: “Estimativos de producción”, “Estrategias para optimizar el proceso de cosecha de la palma de aceite”, “Marcación de palmas para la cosecha de palma de aceite” y “Determinación del potencial de aceite en palma mediante el análisis de racimo”.

**Procesamiento de racimos de palma de aceite (Naranja):** comprende las guías relacionadas con el procesamiento para la extracción del aceite de palma y sus subproductos. De acuerdo con el orden del proceso, se establecieron las siguientes: “Recepción de racimos de palma de aceite”, “Esterilización de racimos”, “Desfrutado, digestión y prensado de frutos de palma de aceite”, “Clarificación de aceite de palma”, “Recuperación de almendra de palma de aceite” y “Generación de vapor y energía en las plantas de beneficio”.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por la financiación de las actividades de investigación que permitieron la producción de este documento. A las plantaciones de las cuatro zonas palmeras por su colaboración constante en la investigación y sus aportes para la elaboración y proceso de validación. De igual manera, a Vicente Zapata Sánchez por la asesoría brindada en el desarrollo de esta guía.



## Contenido



Presentación .....	13
Introducción .....	15
Modelo de aprendizaje .....	17
Usos y adaptaciones.....	18
Exploración inicial de conocimientos .....	19
Retroinformación para la exploración de conocimientos.....	19
Exploración de expectativas .....	21
Objetivos y estructura de aprendizaje .....	23
<b>Unidad Temática 1. Conocimiento e importancia de las coberturas leguminosas en el cultivo de la palma de aceite .....</b>	<b>25</b>
Estructura de la unidad .....	27
Explicación de la estructura .....	27
Preguntas orientadoras .....	27
Objetivos .....	28
Introducción .....	28
¿Qué es una cobertura? .....	28
¿Qué son las leguminosas? .....	29
Morfología de las leguminosas .....	29
Ejercicio 1.1. Reconozcamos las estructuras de las leguminosas.....	32
Información de retorno del ejercicio 1.1 .....	32
Clasificación taxonómica de las leguminosas.....	34
Ejercicio 1.2. Diferenciación de las subfamilias de leguminosas .....	35
Información de retorno del ejercicio 1.2.....	36
¿Por qué es necesario sembrar coberturas leguminosas en el cultivo de la palma de aceite? .....	38
Características deseables en una leguminosa de cobertura .....	39

---

Ejercicio 1.3. Identifiquemos los beneficios y funciones de las leguminosas ...	39
Información de retorno del ejercicio 1.3.....	40
Principales especies de leguminosas de cobertura para el cultivo de la palma de aceite .....	40
Práctica 1.1. Identifiquemos las características y bondades de las coberturas leguminosas en campo.....	49
Información de retorno de la práctica 1.1.....	50
Bibliografía.....	52
<b>Unidad Temática 2.</b> Establecimiento de coberturas en el cultivo de la palma de aceite.....	55
Estructura de la unidad .....	57
Explicación de la estructura .....	57
Preguntas orientadoras .....	57
Objetivos .....	58
Introducción .....	58
Preparación de suelo para la siembra de coberturas leguminosas .....	58
Práctica 2.1. Identifiquemos algunas características físicas del suelo para la siembra de leguminosas.....	62
Información de retorno de la práctica 2.1.....	62
Selección y acondicionamiento de la semilla.....	64
Práctica 2.2. Conozcamos la viabilidad y tasa de germinación de semillas de coberturas leguminosas.....	66
Información de retorno de la práctica 2.2.....	66
Práctica 2.3. Acondicionamiento de las semillas de leguminosas de cobertura antes de la siembra .....	71
Información de retorno de la práctica 2.3.....	72
Siembra de coberturas leguminosas en cultivos comerciales de palma de aceite.....	72
Ejercicio 2.1. Identifiquemos los sistemas de siembra de coberturas leguminosas.....	77
Información de retorno del ejercicio 2.1.....	78
Bibliografía.....	78
<b>Unidad Temática 3.</b> Manejo de las coberturas leguminosas en cultivos de palma de aceite .....	81
Estructura de la unidad .....	83

Explicación de la estructura .....	83
Preguntas orientadoras .....	83
Objetivos.....	84
Introducción .....	84
Factores que influyen en el manejo de las coberturas.....	84
Prácticas de manejo de malezas y coberturas .....	85
Frecuencia del manejo de coberturas y malezas .....	86
Métodos de manejo y control de malezas y coberturas .....	86
Rendimiento de las labores .....	87
Ejercicio 3.1. Planificación de prácticas de manejo de las coberturas en el cultivo de la palma de aceite. ....	88
Información de retorno del ejercicio 3.1 .....	89
Bibliografía.....	91
<b>Anexos</b> .....	93
Anexo 1: Guía para la determinación de textura al tacto.....	95
Glosario .....	96



## Presentación

La implementación de las guías metodológicas como herramientas de apoyo a la transferencia y la extensión han contribuido satisfactoriamente a la adopción de diferentes tecnologías desarrolladas por Cenipalma. Por tal razón, se continuó con la elaboración y publicación de nuevas guías para cubrir cada una de las fases y/o componentes de la cadena productiva, así como para atender la demanda de soluciones tecnológicas en las fases de establecimiento y desarrollo del cultivo, manejo nutricional y fitosanitario, producción y extracción de aceite.

Continuar con el trabajo colaborativo entre la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma, y la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, representa la firme convicción y certeza del gran aporte de este esfuerzo conjunto para el mejoramiento de la producción de los aceites y derivados que surgen de este importante cultivo en el país.

Con base en las lecciones aprendidas, un segundo grupo de investigadores de Cenipalma ha adoptado y mejorado un modelo para compartir experiencias y conocimientos sobre temas claves que cubren los procesos productivos de plantación, planta de beneficio y demás aspectos de interés en poscosecha y comercialización. Estos materiales constituyen el corazón de un currículo básico sobre el manejo del cultivo que son de gran utilidad en el proceso de actualización de los palmicultores y técnicos que laboran en las empresas palmeras, así como en la formación de facilitadores, técnicos y profesionales en los niveles medio y superior.

Las guías, dirigidas a facilitadores en diferentes ámbitos de la transferencia tecnológica y de la formación, han sido diseñadas siguiendo una metodología centrada en el desarrollo de las competencias que requieren los propietarios de las plantaciones, técnicos y trabajadores de campo y plantas de beneficio, para responder en forma oportuna a los retos que plantea la agroindustria de la palma de aceite.

La estructura didáctica de las guías orienta a los facilitadores hacia el desarrollo de una capacitación centrada en el adelanto de las capacidades requeridas para el manejo de cada una de las tecnologías. La inclusión de elementos didácticos, como las estructuras de aprendizaje, las preguntas orientadoras y una variedad de ejercicios y prácticas de campo diseñadas en detalle, además de una serie de anexos didácticos y técnicos, permiten que el usuario de las guías tenga una plataforma metodológica bastante elaborada, que no excluye las innovaciones creativas por parte de quienes dirijan la transferencia o la capacitación.

---

Cenipalma presenta, con particular orgullo, a la comunidad palmera esta segunda serie de materiales didácticos y a todos aquellos técnicos, profesionales y docentes interesados en actualizar conocimientos para la formación de los futuros responsables del escalamiento de este cultivo tan promisorio en la economía nacional.

Quiero expresar un sincero agradecimiento al ingeniero Jorge Alonso Beltrán Giraldo, quien tomó sobre sus hombros la responsabilidad de coordinar la producción de las guías, desde la definición de los temas más relevantes sobre los cuales trabajar, hasta la publicación, pasando por su revisión y validación en campo. Igualmente, un inmenso agradecimiento al Dr. Vicente Zapata Sánchez, quien nuevamente participó y aportó su amplia experiencia mediante el acompañamiento personalizado a cada uno de los investigadores para que realizaran las guías con un enfoque didáctico dirigido a la apropiación del conocimiento. Finalmente, mi gratitud a los investigadores que invirtieron incontables horas de reflexión y elaboración creativa para la conformación final de productos que contribuyen a la construcción del capital intelectual del gremio y nos llenan de orgullo institucional.

**JOSÉ IGNACIO SANZ SCOVINO, *Ph.D.***

Director General

Cenipalma

## Introducción

El establecimiento y manejo de coberturas leguminosas se ha implementado a través del tiempo como una práctica eficiente de control de malezas y, ha jugado un papel importante en el desarrollo de las siembras jóvenes de palma de aceite en todo el mundo. En conservación de suelos, esta actividad es de gran importancia dado que el cubrimiento rápido del suelo disminuye la erosión y la pérdida de nutrimentos en el sistema productivo. Existen beneficios adicionales por el uso de las leguminosas sobre otro tipo de coberturas, como las gramíneas, las cuales son hospederas de insectos plagas que causan enfermedades limitantes para el cultivo de la palma de aceite como la Marchitez Letal (ML) y la Marchitez sorpresiva (MS).

En ese contexto, esta guía de trabajo pretende brindar herramientas a los palmicultores para la adecuada implementación de los cultivos de cobertura. Para lograrlo, se han diseñado diferentes unidades de aprendizaje que parten de un conocimiento básico, afianzado mediante ejercicios y prácticas, que permitirán a los facilitadores y participantes de las capacitaciones, tener conceptos y criterios útiles en las diferentes etapas de establecimiento y manejo de estas especies.

La presente guía metodológica está dirigida al personal técnico involucrado con el manejo agronómico del cultivo y en ella se abordan diferentes temas que parten de la identificación de las especies usadas como coberturas, sus características e importancia en el cultivo de la palma de aceite. Una segunda unidad contribuye al conocimiento de las bases técnicas para su establecimiento, tales como la preparación de la semilla y los suelos para la siembra, así como los implementos disponibles para su ejecución. La tercera unidad está enfocada en los fundamentos básicos del control de malezas y las actividades de manejo de las coberturas y su conservación.

En cada unidad se presenta una estructura organizada de aprendizaje, sus objetivos e introducción, pasando luego al desarrollo del tema central. Al final de cada sección se presentan los ejercicios y prácticas tendientes a afianzar los conocimientos adquiridos y que permiten al facilitador ampliar la discusión sobre los temas tratados y resolver las dudas de los asistentes. De esta forma, el desarrollo de esta guía metodológica permitirá a los participantes desarrollar habilidades y destrezas tendientes a identificar las diferentes especies de leguminosas usadas como cobertura y su importancia en el cultivo de la palma de aceite, seleccionar y establecer adecuadamente las coberturas y realizar la planificación y mantenimiento apropiados de las leguminosas para su conservación y máximo aprovechamiento.



## Modelo de aprendizaje



La serie de guías para la formación de facilitadores sobre tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite está basada en un modelo didáctico fundamentado en el aprendizaje a través de la práctica. Éste propone a los usuarios inmediatos de estas guías –capacitadores y multiplicadores– un esquema de capacitación en el que los insumos de información resultantes de la investigación en campo sirven de materia prima para el desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes requeridas por los usuarios finales para la toma de decisiones acertadas y relacionadas con la agroindustria de la palma de aceite.

Al producir estas guías, Cenipalma está interesado en ayudar a sus usuarios a poner en práctica un enfoque que no solo se ocupe de “comunicar bien”, sino también de crear las condiciones y usar las herramientas necesarias para que los beneficiarios de la capacitación o de las actividades de asistencia técnica tengan la oportunidad de ejercitarse en la construcción del conocimiento a partir de sus propias experiencias y saberes.

Están dirigidas a todos aquellos que tienen responsabilidades como capacitadores, maestros, tutores y facilitadores interesados en el aprendizaje de retroinformación de sus alumnos, mediante la elaboración

y utilización de materiales que tengan el enfoque de gestión de conocimientos.

Los usuarios observarán que sus componentes metodológicos se diferencian de otros materiales de divulgación de tecnologías. Cada una de las secciones en que se dividen las guías contienen elementos de diseño que le permiten al capacitador ejercer su labor de facilitador del aprendizaje.

Además, están orientadas por un conjunto de objetivos que les sirven al instructor y al participante para dirigir los esfuerzos de aprendizaje. Este se lleva a cabo a través de ejercicios en el campo o en otros escenarios reales, en los que se practican los procesos de análisis y toma de decisiones, usando para ello, recorridos por plantaciones y pantas de beneficio, simulaciones, dramatizaciones y aplicación de diferentes instrumentos de recolección y análisis de información.

Otros componentes incluyen las secciones de información de retorno, en las cuales los participantes en la capacitación, junto con los instructores, tienen la oportunidad de revisar las prácticas realizadas y profundizar en los aspectos que deben ser reforzados. La información de retorno constituye la parte final de

---

cada una de las secciones de la guía y es el espacio preferencial para que el instructor y los participantes lleven a cabo la síntesis conceptual y metodológica de cada aspecto estudiado.

En resumen, el modelo consta de tres elementos:

1. La información técnica y estratégica, producto de la investigación realizada por Cenipalma y sus colaboradores, que constituye el contenido tecnológico necesario para la toma de decisiones en el manejo de tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite.
2. La práctica, que toma la forma de ejercicios en el sitio de entrenamiento y de actividades de campo y que está dirigida al desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes para la toma de decisiones.
3. La información de retorno, es un tipo de evaluación formativa que asegura el aprendizaje y la aplicación adecuada de los principios subyacentes en la teoría que se ofrece.

Las prácticas son el eje central del aprendizaje y simulan la realidad que viven quienes utilizan estos instrumentos presentados en cada guía. Mediante los ejercicios, los participantes en la capacitación experimentan el uso de los instrumentos, las dificultades que a nivel local surgen de su aplicación y las ventajas y oportunidades que representa su introducción en los distintos ambientes de toma de decisiones.

Los ejercicios que se incluyen en las guías fueron extractados de las experiencias encontradas en cada zona palmera por los investigadores de Cenipalma. Sin embargo, los instructores de las regiones podrán extraer de sus propias experiencias de campo excelentes ejemplos y casos con los cuales pueden reconstruir las prácticas y adaptarlas al contexto de su localidad. Cada instructor tiene en sus manos guías que son instrumentos de trabajo flexibles que pueden adaptar a las necesidades de distintas audiencias en diferentes escenarios.

## Usos y adaptaciones

Es importante que los usuarios (instructores y multiplicadores) de estas guías conozcan el papel funcional que brinda su estructura didáctica, para que la utilicen en beneficio de los usuarios finales. Son ellos quienes van a tomar las decisiones de introducir los instrumentos presentados en los procesos de la agroindustria de la palma de aceite en cada región palmera.

Por ello, se hace énfasis en el empleo de los *Flujogramas* por parte de los instructores a quienes les sirven para presentar las distintas secciones, las preguntas orientadoras que les permiten establecer un diálogo y promover la motivación de la audiencia antes de profundizar en la teoría; los originales para las transparencias, los cuales pueden ajustarse a diferentes necesidades introduciendo ajustes en su presentación; los anexos citados en el texto, que ayudan a profundizar aspectos tratados brevemente dentro de cada sección; los ejercicios y las prácticas sugeridos, los cuales, como se dijo antes, pueden ser adaptados o reemplazados por prácticas sobre problemas relevantes de la audiencia local; las secciones de información de retorno, en las cuales también es posible incluir datos locales, regionales o nacionales que hagan más relevante la concreción de los temas y los anexos didácticos (posters, evaluación del instructor, del evento y del material, entre otros) que ayudan a complementar las actividades de capacitación.

Finalmente, se quiere dejar una idea central con respecto al modelo de capacitación que siguen las guías: si lo más importante en el aprendizaje es la práctica, la capacitación debe disponer del tiempo necesario para que quienes acuden a ella tengan la oportunidad de desarrollar las habilidades, destrezas y actitudes que reflejen los objetivos del aprendizaje. Sólo así es posible esperar que la capacitación tenga el impacto esperado en quienes toman las decisiones.

## Exploración inicial de conocimientos

### Orientaciones para el facilitador

Al iniciar la capacitación, el facilitador pedirá a los participantes que respondan una serie de preguntas, con el fin de conocer sus apreciaciones y experiencias sobre los temas a desarrollar en la capacitación, aclarando que no se trata de una evaluación. Esta actividad le permitirá al facilitador conocer además los intereses particulares de los participantes elegidos en los temas y le permitirá orientar las discusiones hacia temas prioritarios con mayor énfasis.

El desarrollo de la actividad podrá hacerse de manera individual, en la cual el facilitador pide a varios participantes al azar que lean cada pregunta en voz alta para que los demás las respondan voluntariamente. Una segunda opción puede ser el trabajo en grupos con un representante, que sería el encargado de recoger y presentar las apreciaciones expresadas por sus compañeros. Una vez dadas las respuestas, estas se someterán a discusión con los demás participantes para llegar al consenso final y para que el facilitador pueda identificar los vacíos sobre los cuales deberá hacer énfasis especial en la capacitación.

Se contará con un tiempo de 20 minutos para que los participantes puedan responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es una leguminosa?
2. ¿Por qué es importante establecer coberturas leguminosas en el cultivo de la palma de aceite?
3. ¿Cuáles son las posibles desventajas del uso de las coberturas leguminosas en palma de aceite?
4. ¿Qué se entiende por fijación biológica de nitrógeno?
5. ¿En qué consiste la inoculación de la semilla de leguminosas?
6. ¿En qué consiste la escarificación de la semilla?, ¿Cuál es su importancia para la siembra?
7. ¿Se deben considerar las propiedades físicas y químicas del suelo en el establecimiento de las coberturas?, ¿Por qué?
8. ¿Cuáles actividades de manejo y control de malezas conoce en palma de aceite?, ¿En qué consisten?
9. ¿Qué factores influyen en la definición de los ciclos de ploteo y control de coberturas y malezas en las calles de cultivo?
10. ¿Qué actividades de campo son susceptibles de mejorarse con un adecuado manejo de malezas y coberturas?

### Retroinformación para la exploración de conocimientos

Durante la socialización de las respuestas, el facilitador puede ampliar la información entregada y suministrar conceptos de la guía y referencias bibliográficas para que sean tenidas en cuenta por los participantes en el futuro.

### Orientaciones para el facilitador

En este punto, el facilitador socializa las respuestas a los participantes y las somete a discusión, comparándolas con sus propias respuestas. Para esto, se sugiere solicitar a un voluntario que lea la respuesta dada y preguntar al resto de los participantes si están de acuerdo o desean complementarla. De esta manera, el facilitador puede dinamizar la participación de los

asistentes e identificar su nivel de conocimiento sobre los temas a tratar y los vacíos en los cuales deberá hacer mayor énfasis.

## Respuestas

### 1. ¿Qué es una leguminosa?

Es una planta que se caracteriza por sus frutos en forma de legumbre (vaina) y su capacidad para fijar el nitrógeno de la atmósfera a partir de la relación simbiótica entre sus raíces y las bacterias nitrificantes, principalmente de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*.

### 2. ¿Por qué es importante establecer coberturas leguminosas en el cultivo de la palma de aceite?

Por sus múltiples beneficios, dentro de los que se cuentan el cubrimiento y la protección del suelo contra la erosión, el aporte de materia orgánica y nitrógeno, que contribuye a la reducción de costos de fertilización en el cultivo y el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.

### 3. ¿Cuáles son las posibles desventajas del uso de las coberturas leguminosas en palma de aceite?

Dependiendo de la especie utilizada, se pueden presentar problemas por competencia de las coberturas con la palma de aceite por nutrientes y agua, sobre todo en áreas con problemas de sequías fuertes. Adicionalmente, las especies trepadoras pueden tener alta competencia con la palma joven, que de no controlarse, pueden generar retrasos importantes en su crecimiento.

### 4. ¿Qué se entiende por fijación biológica de nitrógeno?

La fijación biológica de nitrógeno hace referencia al proceso por medio del cual algunas bacterias pueden utilizar el nitrógeno elemental del aire, transformarlo y utilizarlo en la síntesis de proteínas. Este proceso se da comúnmente en las plantas leguminosas por la relación simbiótica entre sus raíces y las bacterias fijadoras de

nitrógeno, principalmente de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*.

### 5. ¿Para qué se inoculan las semillas de las leguminosas?

La inoculación es una práctica por medio de la cual se incorporan bacterias nitrificantes (Rizobios) altamente infectivas y eficientes a las semillas de las leguminosas, con el fin de favorecer la nodulación y fijación biológica del nitrógeno. Esta actividad es recomendable cuando se introducen nuevas especies leguminosas a un área, también cuando las cepas nativas de *Rhizobium* no fijan suficiente nitrógeno de la atmósfera o bien cuando sus poblaciones en el suelo son bajas.

### 6. ¿En qué consiste la escarificación de la semilla?, ¿Cuál es su importancia para la siembra?

La escarificación es una técnica que permite romper o debilitar la semilla y hacerla permeable para facilitar la imbibición y germinación. Es importante esta labor porque reduce el periodo de latencia y germinación de la semilla y de hecho, busca aumentar el porcentaje de germinación.

### 7. ¿Se deben considerar las propiedades físicas y químicas del suelo en el establecimiento de las coberturas?, ¿Por qué?

Si, es necesario considerar las propiedades del suelo en la selección de las coberturas, ya que cada especie de leguminosa presenta requerimientos específicos de clima y suelo. Además, el conocimiento de estas propiedades determina las labores más adecuadas y los correctivos necesarios para obtener una cobertura óptima del suelo en corto tiempo.

### 8. ¿Cuáles actividades de manejo y control de malezas conoce en palma de aceite?, ¿En qué consisten?

Las principales actividades de manejo de malezas y coberturas son:

- Plateo: es la eliminación de las malezas y coberturas presentes en el plato de la palma para facilitar labores de cultivo como la cosecha y la polinización, además de mejorar la eficiencia de la fertilización y reducir la competencia de la palma con las coberturas.
- Desbejuado: consiste en eliminar los bejucos o lianas que se han trepado a las palmas.
- Control en calles: labor que reduce la altura de la cobertura por medios mecánicos o por corte, para facilitar el tránsito del personal y de la maquinaria en las diferentes labores de cultivo.

### 9. ¿Qué factores influyen en la definición de los ciclos de plateo y control de coberturas y malezas en las calles de cultivo?

Entre los factores más importantes se cuentan: el tipo de crecimiento de las coberturas y las malezas, la duración del ciclo de desarrollo y reproducción de las especies acompañantes, la relación costo beneficio de las labores y los ciclos de polinización y cosecha.

### 10. ¿Qué actividades de campo son susceptibles de mejorar con un manejo adecuado de las malezas y coberturas?

Un manejo adecuado de las coberturas y malezas en palma de aceite influye positivamente en la operativi-

dad y eficiencia de la polinización, facilita la cosecha y la fertilización. Además ayuda al manejo y control de algunas plagas y enfermedades.

## Exploración de expectativas

### Orientaciones para el facilitador

Antes de iniciar la capacitación, se sugiere al facilitador invitar a los participantes para que se presenten y aprovechen este primer contacto para compartir sus expectativas acerca de la capacitación. El objetivo de esta actividad es comparar las expectativas de los participantes con los objetivos de la guía y hacer claridad sobre los puntos que no se abordarán en la capacitación. Algunas de las preguntas que ayudan a esclarecer dichas expectativas son las siguientes:

- ¿Para qué estamos reunidos en este día?
- ¿Qué esperan lograr de este evento?
- ¿Qué información previa han recibido acerca de esta capacitación?

Posteriormente, el facilitador plasmará las respuestas en papelógrafo o tablero, destacará los aspectos más importantes y que se encuentren acordes con los objetivos de la guía y discutirá las limitaciones existentes para abordar los temas que no han sido incluidos.



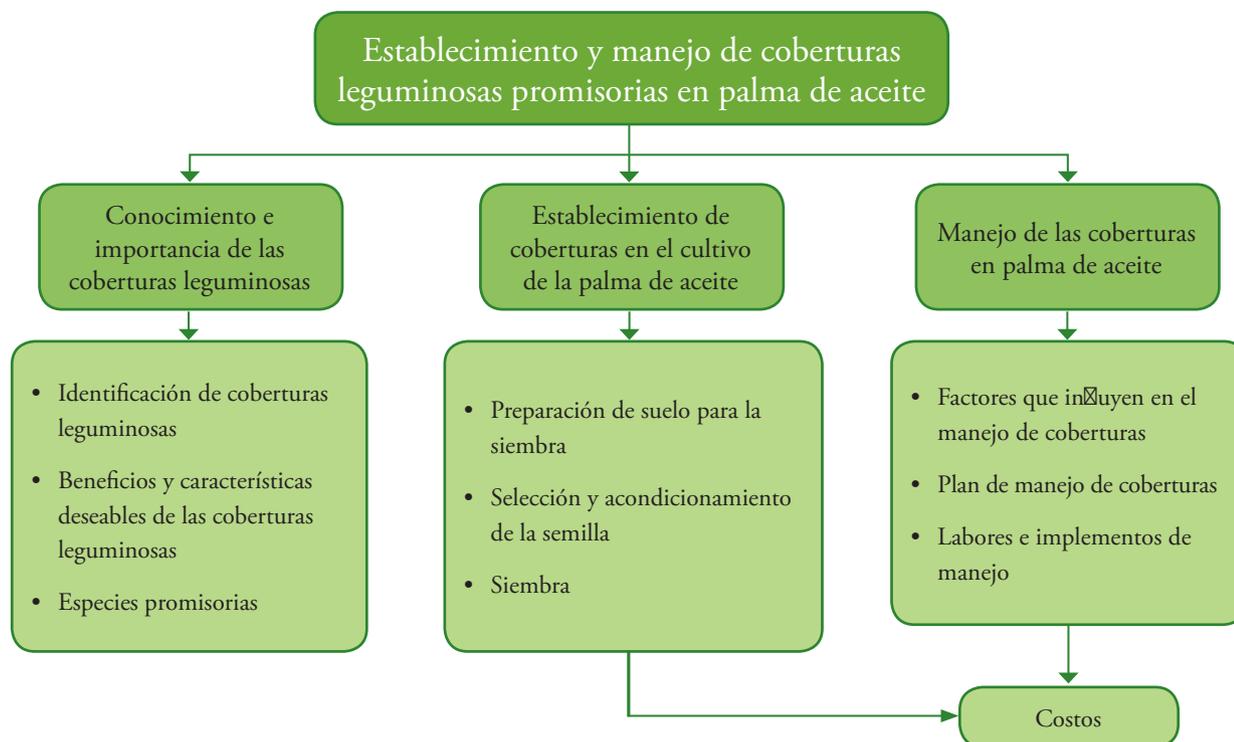
## Objetivos y estructura de aprendizaje

### Objetivos de aprendizaje

Al final de la capacitación, los participantes estarán habilitados para:

- Reconocer diferentes especies de leguminosas usadas como coberturas y su importancia en el cultivo de la palma de aceite.
- Preparar adecuadamente los suelos para la siembra de coberturas leguminosas en plantaciones de palma de aceite.
- Seleccionar y acondicionar la semilla de las leguminosas para una óptima germinación.
- Sembrar diferentes tipos de leguminosas de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas.
- Programar y realizar labores culturales para el mantenimiento de las coberturas leguminosas en el cultivo de la palma de aceite.

### Estructura general de aprendizaje



---

## Explicación de la estructura

La estructura general de la guía metodológica presenta las tres unidades de aprendizaje que la conforman y que permitirán al personal técnico conocer, establecer y manejar adecuadamente las coberturas leguminosas en las plantaciones de palma de aceite. La labor de aprendizaje comienza con el reconocimiento de las especies leguminosas y su importancia para el cultivo de la palma de aceite, la descripción de las especies promisorias y sus ventajas y desventajas de uso.

Como segundo componente se encuentra el establecimiento de las coberturas, que incluye labores como la correcta preparación del suelo, mediante el uso de implementos y técnicas adecuadas, la selección de las

mejores opciones de cobertura, considerando sus requerimientos agroclimáticos, la preparación de la semilla para la siembra y, por último, el reconocimiento de las diferentes técnicas de siembra existentes y su aplicabilidad en campo.

Posterior al establecimiento de las coberturas, se considera importante abordar su mantenimiento, a fin de conservar al máximo sus bondades, en un entorno sostenible y económicamente viable. Para esto, es necesario considerar algunos aspectos como los factores que condicionan la aplicación de controles de malezas y coberturas, que influyen de manera determinante en la planificación y estructura de costos de manejo agronómico en las plantaciones.



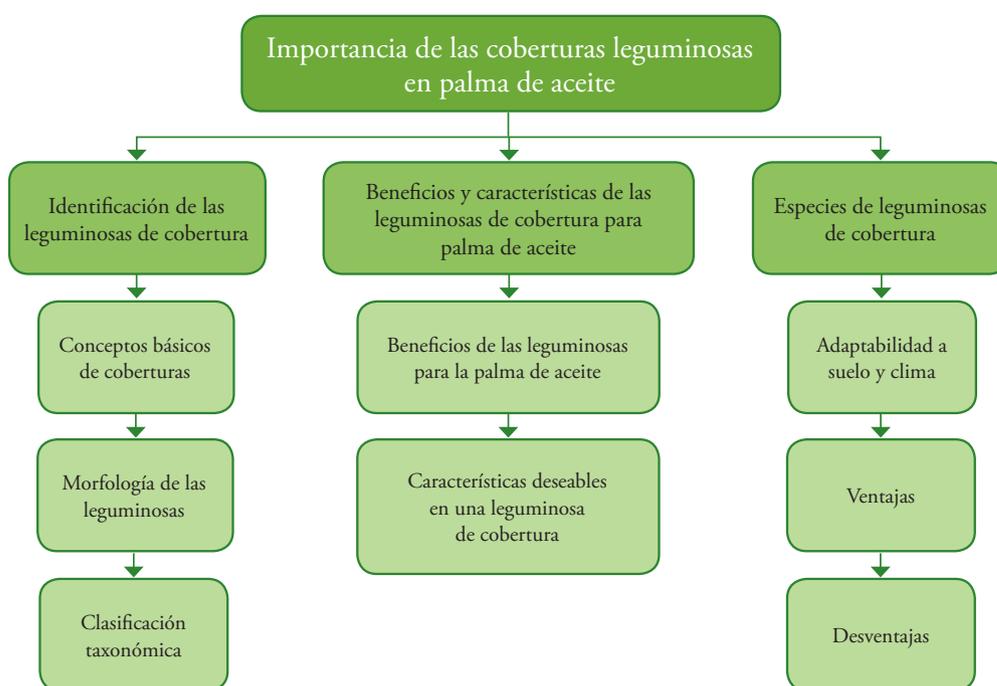
## Unidad Temática 1. Conocimiento e importancia de las coberturas leguminosas en el cultivo de la palma de aceite

Estructura de la unidad .....	27
Explicación de la estructura .....	27
Preguntas orientadoras .....	27
Objetivos .....	28
Introducción .....	28
¿Qué es una cobertura? .....	28
¿Qué son las leguminosas? .....	29
Morfología de las leguminosas .....	29
Ejercicio 1.1. Reconozcamos las estructuras de las leguminosas.....	32
Información de retorno del ejercicio 1.1 .....	32
Clasificación taxonómica de las leguminosas.....	34
Ejercicio 1.2. Diferenciación de las subfamilias de leguminosas .....	35
Información de retorno del ejercicio 1.2.....	36
¿Por qué es necesario sembrar coberturas leguminosas en el cultivo de la palma de aceite? .....	38
Características deseables en una leguminosa de cobertura .....	39
Ejercicio 1.3. Identifiquemos los beneficios y funciones de las leguminosas .....	39
Información de retorno del ejercicio 1.3.....	40
Principales especies de leguminosas de cobertura para el cultivo de la palma de aceite .....	40
Práctica 1.1. Identifiquemos las características y bondades de las coberturas leguminosas en campo.....	49
Información de retorno de la práctica 1.1.....	50
Bibliografía.....	52



**Figura 1.** Cobertura de *Pueraria phaseoloides* en laderas de la Zona Suroccidental.

## Estructura de la unidad



### Explicación de la estructura

En esta unidad de aprendizaje se abordará el reconocimiento e importancia del uso de leguminosas de cobertura en el cultivo de la palma de aceite. En primer lugar, es necesario conocer el concepto de coberturas y leguminosas, su clasificación y características morfológicas. Esto es particularmente relevante, para reconocer los beneficios potenciales de las leguminosas y las características deseables de una determinada especie para ser considerada como una cobertura adecuada en palma de aceite. Lo anterior se complementa con la descripción de diferentes especies de leguminosas utilizadas históricamente en el cultivo y otras con propiedades que las hacen promisorias, sus hábitos de crecimiento

y adaptación, así como sus bondades y limitaciones de uso en el cultivo.

### Preguntas orientadoras

Por medio de una serie de preguntas, el facilitador indagará entre los participantes acerca de su conocimiento sobre coberturas leguminosas y la experiencia propia sobre el tema en condiciones de plantación. Para esto, se sugiere iniciar con preguntas como:

- ¿Qué entiende por una cobertura vegetal?
- ¿Cuál considera que es la diferencia entre una cobertura y una leguminosa?
- ¿Cómo se puede reconocer una leguminosa en el campo?

- ¿Cuáles considera que son las ventajas y desventajas del uso de coberturas de leguminosas en el cultivo de la palma de aceite?
- ¿Qué criterios se deben tener en cuenta para seleccionar la leguminosa de cobertura más adecuada para el cultivo?
- ¿Cuáles alternativas de coberturas conoce y cuáles son sus principales características?

## Objetivos

Al terminar esta unidad, los participantes estarán en capacidad de:

- Identificar las características morfológicas propias de las leguminosas en relación a otras especies.
- Diferenciar las tres subfamilias de leguminosas según características morfológicas con ayuda de material fotográfico de apoyo y plantas recolectadas en campo.
- Reconocer en campo diferentes especies de leguminosas, sus hábitos de crecimiento y posibles beneficios y limitaciones de uso como coberturas.

## Introducción

El establecimiento de coberturas leguminosas en el cultivo de la palma de aceite en Colombia ha sido una práctica obligatoria dentro del manejo agronómico del mismo, debido a los múltiples beneficios obtenidos en cuanto a mejoramiento del suelo, reducción de costos de fertilización y control de malezas. Para realizar una buena labor de establecimiento y mantenimiento de las coberturas es necesario conocer sus características y exigencias ambientales a fin de obtener un máximo aprovechamiento en el cultivo de palma.

Esta sección busca profundizar en este conocimiento, partiendo de los conceptos básicos del uso de coberturas, la identificación y clasificación de las leguminosas con base en su morfología, así como el reconocimiento de las características deseables en una cobertura leguminosa en relación al cultivo de la palma de aceite. Lo anterior se complementa con información sobre las diferentes especies, tanto las de

uso común en el cultivo, como algunas consideradas como promisorias. El desarrollo de esta unidad comienza con los referentes teóricos antes mencionados, los cuales se complementan al final con ejercicios y prácticas dirigidas a afianzar el conocimiento de los participantes sobre el tema.

## ¿Qué es una cobertura?

Una cobertura es cualquier material, orgánico o inorgánico, vivo o muerto, utilizado para cubrir el suelo con diferentes finalidades, desde el control de erosión hasta el mejoramiento del suelo y la reducción del impacto de plagas y enfermedades.

Dentro de las coberturas muertas se han utilizado materiales plásticos, de uso común en horticultura, y coberturas orgánicas (*mulch*) elaboradas a partir de abonos verdes y residuos de cosecha. En palma de aceite es común el uso de tusa proveniente de la planta extractora como cobertura orgánica en los platos para reducir el impacto del barrenador de la raíz *Sagalassa valida* y aportar nutrientes (Figura 1.1).



**Figura 1.1.** Coberturas en platos de palma de aceite: A) Cobertura orgánica a partir de racimos vacíos. B) Cobertura plástica.

Las coberturas vegetales se definen como aquellas plantas que crecen específicamente para mantener el suelo cubierto, protegiéndolo de la erosión, evitando la pérdida de nutrientes por lavado y escorrentía y, en el caso de las leguminosas, por la fijación de nitrógeno atmosférico (Ernst, 2004). Las coberturas se diferencian de una pastura porque no ofrecen una renta directa y crecen fuera de estación dentro de la siembra de cultivos anuales o bien porque se establecen como complemento con múltiples beneficios en un cultivo perenne (Ernst, 2004).

### ¿Qué son las leguminosas?

Las leguminosas son plantas que se caracterizan por su capacidad para tomar el nitrógeno de la atmósfera previamente fijado mediante la simbiosis con las bacterias del tipo *Rhizobium*. En el cultivo de la palma de aceite es conveniente la siembra en las calles de cultivo, mostrando beneficios en el mejoramiento de la nutrición de la palma, reducción de costos de manejo de las malezas y aporte al manejo fitosanitario (Arias *et al.*, 2008; Mathews, 2006).

### Morfología de las leguminosas

Aunque existen diferencias morfológicas marcadas entre las especies de leguminosas, algunas características son comunes:

- **Sistema radical:** son por lo general de raíz pivotante, constituidas por una raíz principal que se ramifica en raíces secundarias. El sistema radical puede penetrar hasta los 8 m, como en el caso de algunas especies arbustivas, o puede permanecer como un sistema ligero y alargado justo por debajo de la superficie del suelo, como es el caso de algunas especies usadas como coberturas. Adicionalmente, la mayoría de las raíces de las leguminosas presentan nódulos formados a partir de la relación simbiótica con bacterias (por ejemplo: *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*), que hacen posible la fijación de nitrógeno atmosférico (Crowder, 1982; Campillo *et al.*, 2003) (Figura 1.2).



Figura 1.2. Sistema radical de una leguminosa.

- **Tallo:** está constituido por un tallo principal con ramificaciones secundarias, de tipo leñoso o herbáceo dependiendo de la especie. Los tallos pueden ser articulados con nudos y entrenudos, siendo generalmente huecos menos en los nudos. También pueden estar cubiertos de vellosidades. Por su forma, los tallos pueden ser cilíndricos, aunque hay especies con secciones de tallo angulosas (por ejemplo: *Dendrolobium triangulare*). Las yemas nacen por lo general en las axilas de las hojas y son casi siempre  $\zeta$ orales (Crowder, 1982; Uribe, 1972). En ocasiones, las leguminosas presentan zarcillos formados a partir de los nudos o pueden presentar tallos volubles, que le sirven a la planta para erguirse.

Los zarcillos son órganos modificados que tienen la capacidad de contraerse al contacto con un objeto cercano y fijar la planta a él. Los tallos volubles son tallos trepadores capaces de crecer alrededor de los objetos o de ellos mismos (Figura 1.3).



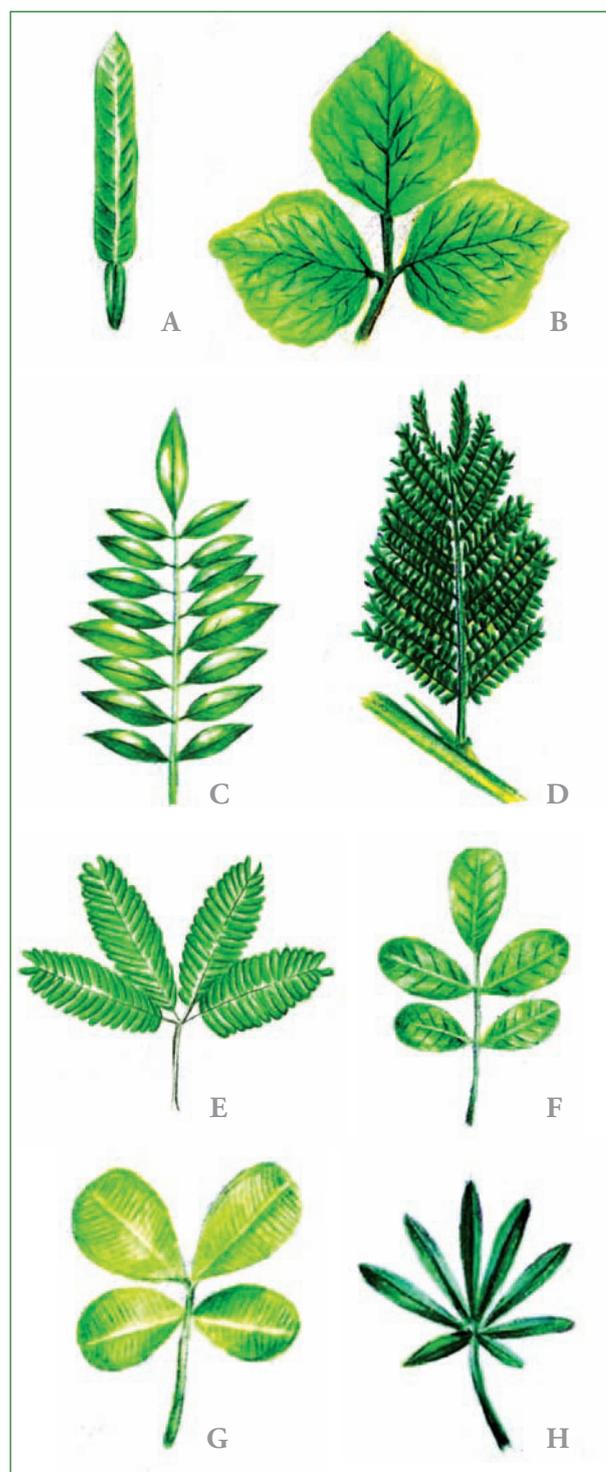
Figura 1.3. Tallo de las leguminosas: A) Leñoso. B) Voluble.

- *Hojas*: las de las leguminosas presentan una posición opuesta sobre el tallo al momento de la germinación y emergencia, pero se vuelven alternas cuando llegan a adultas (Figura 1.4).



**Figura 1.4.** Posición alterna de las hojas en las leguminosas.

Las hojas están constituidas por una base o peciolo y son, por lo general, compuestas o bicompuestas. Las hojas pueden ser digitadas o pinnadas, en las que aparece una prolongación del peciolo (raquis), en la que los folíolos se van insertando de manera ascendente. Por la disposición de los folíolos en las hojas pinnadas, estas pueden ser paripinnadas, cuando tienen un número par de folíolos, como en el caso del maní forrajero (*Arachis pintoi*), o imparipinnadas, cuando tienen un número impar de folíolos. En algunas especies el folíolo superior forma un zarcillo para asirse a los objetos más cercanos, aunque estas estructuras también suelen crecer a partir de los nudos del tallo (Uribe, 1972; Glynn y Kaufman, 1991) (Figura 1.5).



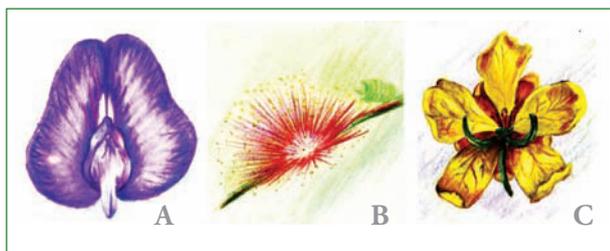
**Figura 1.5.** Tipos de hojas de las leguminosas: A) Simple. B) Trifoliada C) Compuesta pinnada D y E) Bicompuesta o bipinnada. F) Hoja imparipinnada G) Hoja paripinnada. H) Digitada.

Las hojas pueden tener estípulas, que se desarrollan más que las hojas al inicio del crecimiento foliar y cuya función es proteger a las yemas axilares. Esto se presenta en algunas leguminosas de la subfamilia Faboidea (Glymn y Kaufman, 1991).



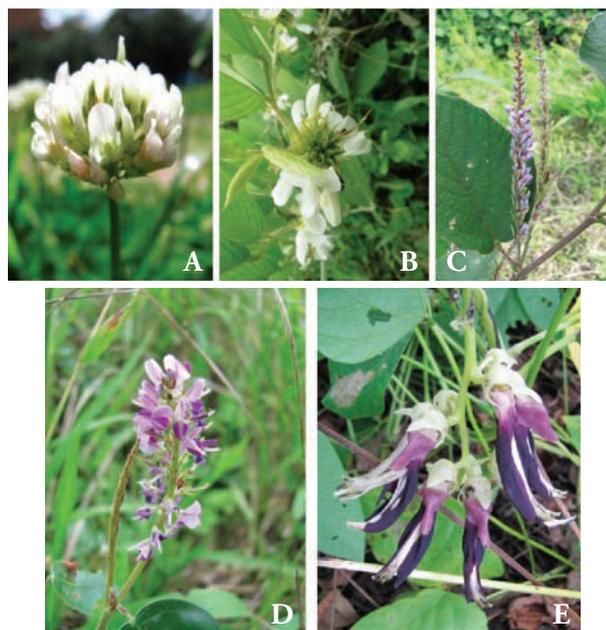
**Figura 1.6.** Estípulas en la base foliar de las leguminosas.

- *Flores e inflorescencias:* existen diferentes tipos. Las flores pueden ser regulares (actinomorfas) en la subfamilia Mimosidae o irregulares (zigomorfas) no amariposadas en la subfamilia Cesalpinioideae y amariposadas en la subfamilia Faboideae (Uribe, 1972; Glymn y Kaufman, 1991) (Figura 1.7).



**Figura 1.7.** Tipos de flores en las leguminosas: A) Flor irregular amariposada o papilionácea. B) Flores regulares de Mimosaceae. C) Flor irregular no amariposada en *Cesalpinieaceae*.

En líneas generales, las inflorescencias pueden ser en racimos erectos o péndulos, espigas, umbelas o en capítulos. Las inflorescencias pueden ser axilares o terminales, dependiendo de su ubicación en el tallo (Crowder, 1982; Glymn y Kaufman, 1991) (Figura 1.8).



**Figura 1.8.** Ejemplos de inflorescencias en las leguminosas: A) glomérulo o cabezuela (*Trifolium sp.*) B) Úmbela (*Dendrolobium triangulare*) C) Espiga (*Desmodium velutinum*) D) Racimo erecto (*Desmodium heterocarpon*) y E) Racimo pendular (*Mucuna pruriens*).

- *Fruto:* los frutos poseen forma variable y son llamados legumbres o vainas (Uribe, 1972; Glymn y Kaufman, 1991). Las legumbres pueden ser totalmente glabras como en *Lablab purpureus* o tener pilosidades como en el caso de *Calopogonium mucosoides* (Figura 1.9).



**Figura 1.9.** Frutos en legumbre: A) *Pueraria phaseoloides*. B) *Mucuna pruriens*

## Ejercicio 1.1. Reconozcamos las estructuras de las leguminosas

### Objetivo

Al finalizar el ejercicio, el participante estará en capacidad de reconocer visualmente las estructuras propias de las leguminosas y sus diferencias morfológicas con otras especies vegetales.

### Orientaciones al facilitador

El facilitador deberá:

- Compartir con los participantes el objetivo del ejercicio y hacer énfasis en su importancia.
- Conformar grupos de cuatro o cinco personas, procurando que cada uno sea liderado por una persona con conocimientos sobre el tema. Para esto, el facilitador deberá identificar a los posibles líderes desde el momento de la presentación inicial de los participantes y el desarrollo de la conducta de entrada.
- Entregar a los participantes las hojas de respuesta utilizadas en el ejercicio.
- Mostrar las diferentes diapositivas en orden, procurando haberlas enumerado en la presentación con antelación al ejercicio. En cada diapositiva se presentarán seis fotografías enumeradas de un órgano específico de la planta (raíz, tallo, hoja, flores y frutos), con título grande y vistoso, donde una de ellas corresponderá a una leguminosa. Al final del ejercicio, el facilitador presentará tres diapositivas con seis plantas distintas en cada una, en las cuales se identificará la planta correspondiente a una leguminosa con su respectiva justificación.
- Realizar el intercambio de las hojas de respuesta entre los diferentes grupos y calificar el ejercicio con las mismas diapositivas. Para esto, se recomienda hacer la discusión respectiva de cada diapositiva a medida que se califican las respuestas hasta llegar a un consenso general.

### Recursos necesarios

- Presentación con material fotográfico de apoyo
- Proyector de video
- Papelógrafo o tablero
- Hojas de respuesta para los participantes
- Lápiz, tajalápiz y borrador
- Formato anexo con los diferentes tipos de estructuras de las leguminosas

### Instrucciones para el participante

Para realizar adecuadamente el ejercicio, los participantes deberán observar cuidadosamente las fotografías en cada diapositiva y seleccionar las que, a su juicio, correspondan a plantas leguminosas. Una vez seleccionadas las respuestas, los participantes deberán justificarlas tomando como referencia lo observado en el componente teórico de la unidad. Al final del ejercicio, el participante contribuirá a construir la calificación adecuada del ejercicio, mediante la concertación de las respuestas correctas con los demás participantes de la actividad. Se dará un tiempo de 15 minutos para que cada grupo revise y registre sus respuestas. Posteriormente, se contará con otros 15 minutos para la discusión de los resultados y la calificación de la actividad.

### Información de retorno del ejercicio 1.1

La información de retorno permite que el facilitador confirme los conocimientos adquiridos por los participantes, así como su afianzamiento mediante la discusión de los resultados de los ejercicios. En este caso, la retroinformación puede realizarse con preguntas como:

- ¿Les gustó el ejercicio?
- ¿Qué problemas tuvieron en el desarrollo del ejercicio?
- ¿Este ejercicio le aportó algún conocimiento adicional?, ¿cuál?
- ¿Cómo se podría mejorar el ejercicio?

## Hoja de trabajo

De acuerdo con la diapositiva, marque con una X la estructura correspondiente a una planta leguminosa.

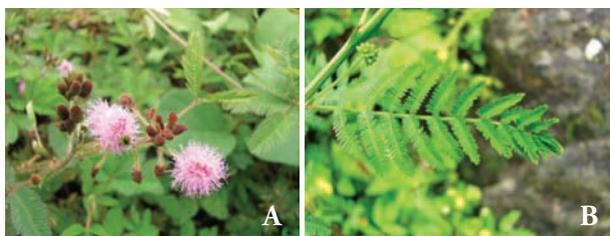
N°	Órgano	Fotografía	¿Por qué?
1	Raíz	A B C D E F	
2	Tallo	A B C D E F	
3	Hojas	A B C D E F	
4	Flores	A B C D E F	
5	Frutos	A B C D E F	
6	¿Cuál es leguminosa?	A B C D E F	
7	¿Cuál NO es leguminosa?	A B C D E F	

## Clasificación taxonómica de las leguminosas

Las leguminosas son plantas fanerógamas, dicotiledóneas, pertenecientes al orden fabales, familia Fabaceae o Leguminosae, que pueden adoptar diferentes formas biológicas, desde hierbas y bejucos hasta arbustos y árboles. Dentro de esta familia se encuentran tres subfamilias bien diferenciadas: Mimosoidae, Caesalpinioideae y Faboideae (Uribe, 1972; Watson, *et al.*, 1992).

### Subfamilia Mimosoidae

Las plantas de esta subfamilia son comúnmente árboles o arbustos, en pocas ocasiones hierbas. Presentan hojas siempre compuestas, paripinnadas, por lo general bipinnadas. Los tallos usualmente son espinosos. Las flores son radiadas, regulares (actinomorfas) y dispuestas en capítulos o espigas y con sus partes florales arregladas en conjuntos de cuatro. Los estambres son muy numerosos y en algunos géneros presentan filamentos largos y con colores vivos (Por ejemplo: *Mimosa sp.* y *Acacia sp.*). El fruto en legumbre posee semillas de embrión recto y tegumento con línea fisural en forma de herradura e hilión apical pequeño. Como principales representantes de este grupo se encuentran los géneros *Acacia*, *Mimosa*, *Inga* y *Calliandra* (Crowder, 1982; Horrocks y Valentine, 1999) (Figura 1.10).



**Figura 1.10.** Características de la subfamilia Mimosoidae. A) Flor e inflorescencia. B) Hoja bipinnada.

### Subfamilia Caesalpinioideae

Está constituida por plantas herbáceas, arbustos y árboles de hojas siempre compuestas. Las flores son por lo general irregulares (zigomorfas), de corola no amari-

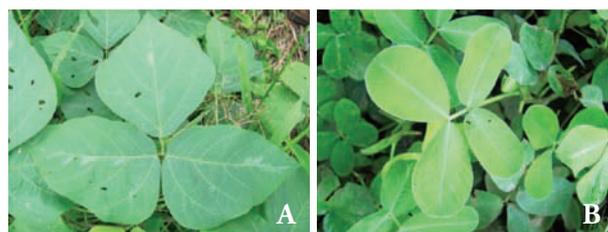
posada. En algunos casos se puede presentar aborto de pétalos o bien de toda la corola. Las flores se disponen en racimos o panojas medianas o grandes. El fruto es una legumbre, que puede ser dehiscente o indehiscente (Burkart, 1987). Algunos ejemplos de esta subfamilia se encuentran en los géneros *Cassia*, *Chamaecrista*, *Amara* y *Tamarindus*, (Figura 1.11).



**Figura 1.11.** Características de la subfamilia Caesalpinioideae: A) Flor. B) Hojas pinnadas.

### Subfamilia Faboideae

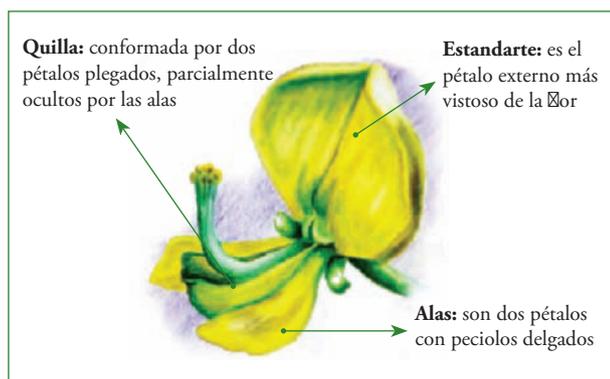
Es la división más grande y diversa de la familia Fabaceae. En ella se engloban plantas herbáceas, anuales, arbustos, plantas trepadoras y árboles. Las hojas en este grupo son generalmente trifoliadas y en algunos casos unifoliadas, pero nunca bipinnadas (Uribe, 1972) (Figura 1.12).



**Figura 1.12.** Hojas de la subfamilia Faboideae: A) Trifoliadas. B) Paripinnadas.

Las flores son amariposadas o papilionadas y pueden disponerse en racimos (por ejemplo: *Desmodium heterocarpon*), en capítulos (*Trifolium repens*) o en

espigas racimosas (*Medicago sativa*). De acuerdo con la Figura 1.13, la flor consta de cinco pétalos de tres clases diferentes (Burkart, 1987; Glymn y Kaufman, 1991):



**Figura 1.13.** Partes de una flor amariposada o papilionácea.

Dentro de la quilla se encuentran por lo general 10 estambres soldados entre sí. El fruto es una legumbre. La semilla presenta el embrión curvado, rara vez recto, con un hilión mediano a grande. Esta subfamilia incluye la mayoría de leguminosas usadas como alimento de consumo humano, plantas forrajeras y de cobertura y otras de uso industrial y medicinal (Uribe, 1972; Crowder, 1982).

## Ejercicio 1.2. Diferenciación de las subfamilias de leguminosas

### Objetivo

Al finalizar este ejercicio, los participantes estarán en capacidad de identificar las características morfológicas propias de las tres subfamilias de leguminosas existentes para su identificación en campo, por medio de herbarios y material fotográfico.

### Orientaciones para el facilitador

Se sugiere al facilitador:

- Socializar los objetivos del ejercicio con los participantes.
- Recolectar y organizar 15 muestras de plantas leguminosas de las tres subfamilias descritas en la guía.

Es recomendable que se realice un registro fotográfico de las especies, para ayudar a los asistentes en su identificación.

- Proporcionar los formatos de caracterización de las plantas mencionadas.
- Coordinar la formación de grupos de tres personas para que discutan sobre las características observadas en las plantas.
- El facilitador proporcionará cinco plantas por grupo y su material fotográfico correspondiente, junto con el formato de caracterización para ser diligenciado por los participantes.
- Pedir a los participantes identificar las principales características propias de cada especie y registrarlas en el formato de la práctica.
- Realizar una cartelera que sintetice las principales características mencionadas por los participantes en sus descripciones durante el consenso final del ejercicio.
- Liderar el consenso de los tres miembros del grupo, para concluir al final a cuál subfamilia de leguminosas pertenece la especie evaluada. Al final del ejercicio, se hace una discusión general y se revisan los resultados obtenidos con la ayuda de la cartelera mencionada con anterioridad.

### Recursos necesarios

- Plantas de 15 especies diferentes de leguminosas, cinco por cada subfamilia.
- Cartelera que ilustre las diferentes estructuras de las plantas leguminosas con sus características por subfamilia.
- Material fotográfico de apoyo de los materiales vegetales.
- Formato de caracterización previamente preparado para la actividad.
- Lápices, tajalápiz, borradores.
- Tiempo aproximado: 30 minutos.

## Instrucciones para los participantes

Los participantes se ubicarán en grupos de tres personas. A cada grupo se le entregará el material de apoyo de cinco especies de leguminosas, de las cuales los asistentes registrarán en consenso las observaciones correspondientes de cada una e identificarán según su criterio a cuál subfamilia de leguminosas pertenecen. Ellos deberán estar atentos a las indicaciones dadas por el facilitador, atender a la presentación de las ayudas y, socializar sus inquietudes y observaciones. Una vez realizado el ejercicio, un representante de cada grupo expondrá los resultados a todos los asistentes. Los participantes realizarán la concertación final del ejercicio y darán la calificación correspondiente.

## Información de retorno del ejercicio 1.2

Al final del ejercicio, el facilitador podrá abrir una discusión al respecto del tema tratado en la práctica, haciendo preguntas como:

- ¿Cómo les pareció el ejercicio?
- ¿Cuáles dificultades encontraron en su desarrollo?
- ¿Cuáles dificultades encontraron al diferenciar las tres subfamilias de leguminosas?
- ¿Qué conocimientos nuevos le aportó este ejercicio?
- ¿Qué otras especies de su entorno pueden catalogarse como leguminosas?
- ¿El tiempo asignado al ejercicio fue suficiente?

## Hoja de trabajo

### Formato de caracterización de plantas de subfamilias leguminosas

Planta	Características	Subfamilia
1	Raíz:	
	Tallo:	
	Hojas:	
	Flores:	
	Frutos:	
2	Raíz:	
	Tallo:	
	Hojas:	
	Flores:	
	Frutos:	
3	Raíz:	
	Tallo:	
	Hojas:	
	Flores:	
	Frutos:	
4	Raíz:	
	Tallo:	
	Hojas:	
	Flores:	
	Frutos:	
5	Raíz:	
	Tallo:	
	Hojas:	
	Flores:	
	Frutos:	

## ¿Por qué es necesario sembrar coberturas leguminosas en el cultivo de la palma de aceite?

El uso de leguminosas es una de las técnicas más antiguas de manejo adaptadas para el establecimiento de plantaciones de palma de aceite y suministrar una cobertura del suelo. Esto se desarrolló inicialmente debido a los problemas de erosión del suelo, observándose rápidamente que se podían obtener otros beneficios diferentes a cuando se usaban gramíneas o malezas (Giller y Fairhurst, 2012). Dentro de estos beneficios se pueden considerar los siguientes:



- **Fijación biológica del nitrógeno.** En las raíces de las leguminosas se forman nódulos, en los cuales se da la relación simbiótica de la planta con bacterias del suelo, especialmente del género *Rhizobium*. Gracias a esto, las leguminosas fijan el nitrógeno del aire y lo hacen disponible para el cultivo (Hartley, 1977; Arias *et al.*, 2008).



- **Reducción de la erosión.** El uso de leguminosas de cobertura minimiza el impacto de las gotas de lluvia, evitando la destrucción de la estructura del suelo en superficie. Así mismo, la cobertura favorece la infiltración del agua, reduce la escorrentía y por ende, el arrastre de partículas del suelo (Arias *et al.*, 2008; Mathews, 2006; Castro, 1998).



- **Aporte de materia orgánica y nutrientes.** Las leguminosas tienen la capacidad de aportar grandes cantidades de biomasa en poco tiempo, que al cumplir su ciclo se transforman en materia orgánica. Las coberturas de leguminosas reducen la pérdida de nutrientes por lixiviación y mejoran la actividad biológica del suelo (Arias *et al.*, 2008; Delgado *et al.*, 2009).



- **Control de malezas.** Por su hábito de crecimiento, generalmente rastrero y voluble, unido a un crecimiento vigoroso, las leguminosas tienen alta capacidad de competencia con otras especies, reduciendo significativamente sus poblaciones y garantizando una cobertura rápida del suelo (Delgado *et al.*, 2009). Esto es importante porque se reduce el control mecánico y químico de malezas y sus costos.
- **Manejo fitosanitario.** Estudios realizados por Cenipalma han demostrado que el uso de coberturas leguminosas pueden contribuir en la reducción de la incidencia de enfermedades como la Marchitez letal (ML), y la Marchitez sorpresiva (MS), debido a que la leguminosa controla el desarrollo de las malezas gramíneas en los lotes donde se hospedan los insectos vectores de estas enfermedades. Por tal motivo,

cuando las poblaciones de gramínea se reducen, lo mismo ocurre con las poblaciones del insecto (Aran-go *et al.*, 2011; Arias *et al.*, 2008).



- **Descompactación y mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.** En el caso de las leguminosas de porte arbustivo y algunas especies volubles, las raíces pivotantes de crecimiento profundo actúan como subsoladores naturales roturando las capas compactadas y mejorando la aireación y la capacidad de infiltración (Arias *et al.*, 2008; Delgado *et al.*, 2009; Horrocks y Valentine, 1999).

### Características deseables en una leguminosa de cobertura

Teniendo en cuenta la anterior información, para que una especie sea utilizada como cobertura en palma de aceite debe poseer varias de las siguientes características:

- Crecimiento vigoroso.
- Cobertura rápida del suelo.
- Alta capacidad de fijación de nitrógeno con cepas nativas de *Rhizobium*.
- Establecimiento fácil y con poco uso de recursos.
- Baja palatabilidad para el ganado.
- Tolerancia a condiciones adversas como sequía o exceso de humedad en el suelo.
- Adaptabilidad a condiciones de acidez y baja fertilidad del suelo.
- Tolerancia a la sombra.
- Alta producción de biomasa.

- Tolerancia a plagas y enfermedades.
- Bajos requerimientos técnicos y de mano de obra.
- Buena protección del suelo contra la erosión.
- Presencia de químicos alelopáticos que contribuyan a su competencia con las malezas.
- Carácter perenne con facilidad de propagación, sea por semilla o vegetativamente.
- Alta capacidad de rebrote después del corte.
- Tolerancia al tránsito y pisoteo.

### Ejercicio 1.3. Identifiquemos los beneficios y funciones de las leguminosas

#### Objetivo

Al finalizar este ejercicio, los participantes estarán en capacidad de identificar las funciones de las leguminosas y sus beneficios para el cultivo de la palma de aceite.

#### Orientaciones al facilitador

- Socializar la dinámica del ejercicio y su objetivo con los participantes.
- Organizar de manera rápida a los participantes para que den respuesta a un cuestionario de opción múltiple con única respuesta.
- Proporcionar los cuestionarios de múltiple respuesta a los participantes.
- Coordinar la evaluación final de la actividad con los participantes.

#### Recursos necesarios

- Lápiz, tajalápiz y borrador.
- Cuestionario de selección múltiple con única respuesta.

#### Instrucciones para los participantes

El participante deberá estar atento a las indicaciones del facilitador y socializar sus inquietudes con el grupo sobre el tema tratado. Adicionalmente, el participante deberá responder el cuestionario y dar sus apreciaciones al respecto en el momento indicado para hacerlo.

### Información de retorno del ejercicio 1.3

La información de retorno permite al facilitador revisar el aprendizaje de los conocimientos en la capacitación, de forma tal que se puedan identificar los aspectos relevantes sobre el tema, se manifiesten las inquietudes y se llenen los vacíos de información. Para esto, el facilitador puede valerse de preguntas como:

- ¿Qué aspectos adicionales a los observados pueden ser deseables en una leguminosa de cobertura?
- ¿Conocen otros casos en los cuales se pueda incorporar el uso de coberturas dentro de un plan de manejo fitosanitario?
- ¿Cuál es su percepción sobre el uso actual de las leguminosas en Colombia?
- ¿Cuáles funciones, aparte de las observadas, pueden atribuirse a las leguminosas de cobertura?
- ¿Considera que el ejercicio le aporta a un mejor conocimiento del papel de las coberturas en la palma de aceite?

### Hoja de trabajo

Cuestionario de selección múltiple con única respuesta.

1. Las leguminosas impiden el golpe del agua en la superficie del suelo y reducen la escorrentía, por lo tanto:
  - a. Reducen la contaminación ambiental
  - b. Estimulan el crecimiento de la palma
  - c. Evitan la erosión
  - d. Aportan materia orgánica al suelo
2. En la nutrición de la palma, las coberturas leguminosas son importantes porque:
  - a. Mantienen la humedad del suelo
  - b. Fijan el nitrógeno de la atmósfera y reducen la pérdida de nutrientes
  - c. Hacen disponible el fósforo
  - d. Compiten con las malezas

3. Para que una leguminosa controle las malezas debe tener:
  - a. Alta capacidad para fijar nitrógeno
  - b. Crecimiento vigoroso y rápida cobertura del suelo
  - c. Aporte de biomasa en corto tiempo
  - d. Emisión abundante de raíces
4. El establecimiento de coberturas es importante en el manejo sanitario de la palma de aceite porque:
  - a. Ayuda al control de las gramíneas e insectos huésped
  - b. Atrae organismos benéficos al cultivo
  - c. Inhibe el crecimiento de los patógenos
  - d. Mejora la aireación del suelo
5. Económicamente, las características ideales de una leguminosa de cobertura son:
  - a. Tolerancia a plagas y enfermedades
  - b. Adaptabilidad a diferentes condiciones de clima
  - c. Buena protección del suelo contra la erosión
  - d. Bajos requerimientos técnicos y mano de obra

### Principales especies de leguminosas de cobertura para el cultivo de la palma de aceite

Para el cultivo de la palma de aceite en Colombia se cuenta con ciertas especies de leguminosas que proporcionan en mayor o menor medida algunos de los beneficios comentados anteriormente. Varias de estas especies han sido utilizadas históricamente en el establecimiento y manejo de las plantaciones de palma de aceite y otras se están evaluando, con muy buenas perspectivas. La descripción de estas especies, junto con sus principales ventajas y desventajas se presentan a continuación:

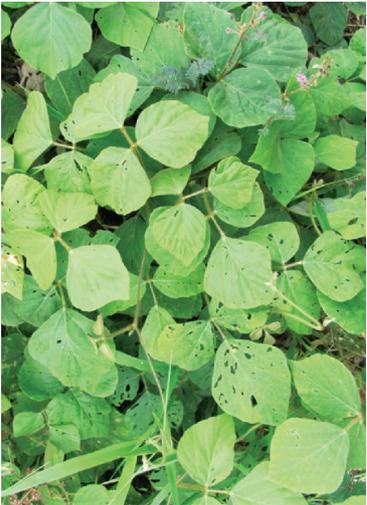
### Kudzú (*Pueraria phaseoloides*)

Esta es la especie más ampliamente cultivada como cobertura en los cultivos de palma de aceite (Fairhurst y Rankine, 1998). Es una leguminosa muy vigorosa, de establecimiento rápido (5 a 6 meses), con un enraizamiento profundo. Es una especie voluble, trepadora, de crecimiento rastrero, con presencia de pilosidades en sus diferentes estructuras. Tiene tallos de 6 mm de diámetro aproximadamente, puede emitir nuevas raíces y ramas a partir de los nudos. Posee hojas grandes, trifoliadas, con foliolos delgados, de forma triangular ovalada. Sus flores están dispuestas en racimos axilares de 15 a 30 cm de largo, dispuestas de dos en dos. Legumbres de 11 cm de largo cubierta de vellosidades. Cada vaina puede contener de 10 a 20 semillas de 3 a 4 mm de diámetro, color marrón a marrón oscuro ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Es una especie que se adapta muy bien a diferentes condiciones de suelos, aunque no prospera bien en suelos

pesados. Crece en suelos bien drenados, en suelos ácidos con pH que oscila entre 4 y 6,5. También se adapta a condiciones de alta saturación de aluminio, aunque requiere condiciones de media a alta fertilidad de suelos. Puede requerir aplicaciones de fósforo y magnesio durante el establecimiento y no es tolerante a la salinidad. Soporta a periodos cortos de inundación y no se considera como tolerante a las sequías prolongadas (Giller y Fairhurst, 2012; [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Como ventajas, esta especie presenta un establecimiento rápido, un crecimiento vigoroso con alta capacidad de competencia con las malezas. Puede aportar grandes cantidades de materia orgánica (entre 5 y 10 t/ha). Como desventajas, esta especie presenta baja tolerancia a la sombra, por lo cual no persiste en cultivos de palma adulta y en plantaciones jóvenes requiere un control frecuente en los platos, debido a que es muy agresiva con el cultivo (Giller y Fairhurst, 2012; Arias *et al.*, 2008).

Especie: <i>Pueraria phaseoloides</i>		
	Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento vigoroso y establecimiento rápido</li> <li>• Cobertura rápida del suelo</li> <li>• Alto aporte de materia orgánica (5-10 t/ha)</li> </ul>
	Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy agresiva con el cultivo de palma</li> <li>• Requiere labores de manejo adicionales como el desbejuado</li> <li>• No es tolerante a la sombra</li> </ul>

### Desmodium (*Desmodium heterocarpon*); Maquenque (*Desmodium heterocarpon* *subsp. ovalifolium* cv. Maquenque)

*Desmodium heterocarpon* es una especie utilizada con frecuencia en los cultivos de palma de aceite. Se caracte-

teriza por su crecimiento semiarbusivo, ascendente o rastrero. Tiene hojas trifoliadas, con foliolos ovalados, suaves en el haz y vellosidades suaves en el envés. Tiene la capacidad de formar raíces adventicias a partir de los tallos postrados en contacto con el suelo. Los tallos son de color marrón de tipo leñoso cuando están maduros

y pueden ser lisos o tener vellosidades de color blanco. Presenta inflorescencias en racimos terminales y axilares con muchas flores de color rosado. Las vainas son erectas, oblongas, dehiscentes y contienen de 4 a 8 semillas de 2,5 mm de diámetro, de color amarillento a naranja y de forma semielíptica (Pérez *et al.*, 2002; www.tropicalforages.info).

Esta cobertura se desarrolla bien en condiciones de suelos con buen drenaje de textura ligera; necesita niveles de fósforo moderados en el suelo y puede tolerar niveles altos de aluminio y pH extremadamente ácido. Puede sufrir deficiencias de microelementos en condiciones de suelos alcalinos. Cuando las plantas son adultas pueden tolerar niveles altos de humedad, lo cual no ocurre cuando las plántulas son pequeñas en coberturas recién establecidas (Pérez *et al.*, 2002; www.tropicalforages.info).

Dentro de sus principales ventajas se encuentra su tolerancia a la sombra, por lo que puede encontrarse asociada a cultivos de palma adultos. Adicionalmente, esta especie produce grandes cantidades de semilla, favoreciendo su constante regeneración natural. Como desventajas, esta cobertura tiene un crecimiento muy lento en su fase de establecimiento, llegando a requerir

manejo de malezas en sus primeros meses y es muy susceptible al daño por ataque de nematodos de la raíz (Pérez *et al.*, 2002).

El Maquenque (*Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium* cv. Maquenque) es muy parecido al *Desmodium heterocarpon*, del cual se diferencia en el tipo de crecimiento, debido a que el *Desmodium* maquenque es de hábito más rastrero. Esta leguminosa ha sido reportada como una alternativa económicamente viable en la renovación de pasturas degradadas y como cobertura en cultivos de caucho y palma de aceite con muy buena adaptación. Se desarrolla muy bien en alturas que van desde 0 hasta 1.300 msnm, en una gran variedad de suelos, aunque existen reportes exitosos de adaptación hasta los 2.600 msnm (Pérez *et al.*, 2002). Puede producir entre 5 y 10 toneladas de materia seca por hectárea, alcanzando hasta 17 toneladas por hectárea en condiciones de suelos con alta fertilidad. Produce semillas pequeñas, con tasas de germinación hasta de 60 % y emergencia de 50 % en campo (Pérez *et al.*, 2002). No obstante, el Maquenque no tolera periodos prolongados de sequía y presenta un establecimiento lento, que hace su manejo inicial bastante dispendioso y exigente.

Especies: <i>Desmodium</i> ( <i>Desmodium heterocarpon</i> ); Maquenque ( <i>Desmodium heterocarpon</i> subsp. <i>ovalifolium</i> cv. Maquenque)		
	Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerante a la acidez</li> <li>• Buena cobertura y competencia con malezas</li> <li>• Crecimiento erecto no voluble</li> <li>• Alta producción de semilla</li> <li>• Alta tolerancia a la sombra</li> <li>• Alto aporte de materia orgánica (5-10 t/ha)</li> </ul>
	Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento muy lento</li> <li>• Requiere control de malezas en el establecimiento</li> <li>• Susceptible a ataques de nematodos (<i>Desmodium heterocarpon</i>)</li> <li>• No tolera sequías prolongadas (maquenque)</li> </ul>

### Mucuna (*Mucuna bracteata*)

Es una especie voluble cuyo uso se ha implementado con éxito en plantaciones de Malasia y actualmente se está difundiendo en plantaciones de Colombia. Es una especie de tipo herbáceo, con un crecimiento rápido y muy agresivo, que le permite ser bastante competitiva con las malezas. Tiene hojas trifoliadas grandes de color verde oscuro, con folíolos de 7 a 15 cm de largo. Las hojas se abren o cierran dependiendo de los aumentos o reducciones en la temperatura ambiental (termonastia). Por su hábito de crecimiento rastrero, produce gran cantidad de raíces adventicias a partir de los nudos de los tallos (Giller y Fairhurst, 2012; Mathews, 2006).

Como principales ventajas se encuentra que la producción de materia orgánica de esta especie es bastante alta, llegando a ser de 8 a 10 toneladas por hectárea a los tres años de establecida la cobertura hasta las 16 toneladas al cuarto año. Por otra parte, las raíces principales pueden profundizar hasta 3 m en el perfil del suelo, lo cual contribuye a la extracción de nutrientes

de capas profundas del suelo y depositarlos en la superficie en forma de materia orgánica (Wycherley, 1963, citado por Mathews, 2006). Otros beneficios a considerar son la alta tolerancia a la sequía y su tolerancia parcial a la sombra, así como, la baja tasa de ataque por plagas y enfermedades, debido a la presencia de compuestos fenólicos en sus hojas (Kothandram, *et al.*, 1989, citado por Mathews, 2006). Debido a estos compuestos, esta cobertura también es poco apetecida por el ganado.

Como desventajas, *Mucuna bracteata* solo produce semillas en condiciones de praderas altas o montañosas, lo que limita la producción de semilla en Colombia. Por otra parte, debido a su crecimiento agresivo, requiere plateos y labores de manejo más frecuentes, lo que impacta en los costos de producción. Su semilla presenta una viabilidad baja (menor a 40 %), razón por la cual su establecimiento por siembra directa es muy deficiente. Para potencializar más el establecimiento de esta especie, es necesario realizar siembras en vivero y aplicaciones de fertilizantes fosfóricos, que incrementan los costos de producción.

Especie: <i>Mucuna bracteata</i>		
	Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerante a la acidez</li> <li>• Sistema radical profundo</li> <li>• Cobertura rápida del suelo</li> <li>• Tolerancia a la sequía</li> <li>• Tolerancia parcial a la sombra</li> <li>• Alto aporte de materia orgánica (8-10 t/ha)</li> <li>• Bajo ataque de plagas</li> </ul>
	Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nula producción de semillas</li> <li>• Crecimiento muy agresivo con la palma</li> <li>• Aumento en costos de labores de mantenimiento</li> <li>• Requiere labores adicionales para el establecimiento</li> </ul>

Otras especies, aunque no han sido utilizadas con frecuencia en cultivos comerciales de palma de aceite, han sido evaluadas por Cenipalma en condiciones de las cuatro zonas palmeras, siendo las más promisorias:

### Canavalia (*Canavalia brasiliensis* y *Canavalia ensiformis*)

Son coberturas de carácter bianual, semiperennes, herbáceas y volubles. Sus hojas son trifoliadas con folíolos glabros y ovalados de ápices agudos, de 15 cm de largo. Presenta inflorescencias axilares de 12 a 25 cm de largo, con flores de color púrpura. Las vainas son glabras, de 12 a 20 cm de largo y 1 cm de ancho, dehiscentes, de color marrón oscuro. Cada vaina tiene alrededor de 12 semillas de testa dura, de color marrón claro de 11 mm de largo con hilión negro ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Crece bien en una amplia gama de suelos, que van desde los extremadamente ácidos (pH<4) hasta los suelos alcalinos (pH=8) y se adapta bien a condiciones de baja fertilidad. La compactación del suelo es un con-

dicionante para el desarrollo de las raíces y la producción de materia seca, principalmente en *C. ensiformis*. ([www.fao.org/ag/agp/AGCP/doc/Gbase/data/canbras.htm](http://www.fao.org/ag/agp/AGCP/doc/Gbase/data/canbras.htm); [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Dentro de las ventajas de esta cobertura se encuentra su rápido desarrollo después de la siembra, que le permite desarrollar altos niveles de cobertura del suelo en corto tiempo, con producciones de materia seca que oscilan entre 5 y 10 t/ha/año, y ayudan al mejoramiento de la fertilidad del suelo. También son especies resistentes a la sequía, pudiendo soportar hasta cinco meses de periodo seco. Esta cobertura es muy productiva en diversas condiciones y presenta alta capacidad de competencia con las malezas ([www.fao.org/ag/agp/AGCP/doc/Gbase/data/canbras.htm](http://www.fao.org/ag/agp/AGCP/doc/Gbase/data/canbras.htm); [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

La desventaja de esta especie es que no es de carácter perenne, por lo cual su cobertura se reduce significativamente una vez se completa el ciclo de producción de semillas ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Especie: <i>Canavalia brasiliensis</i> y <i>Canavalia ensiformis</i> .	
	<b>Ventajas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento rápido en el campo</li> <li>• Alta cobertura en corto tiempo</li> <li>• Producción de materia seca entre 5 y 10 t/ha</li> <li>• Resistente a la sequía</li> <li>• Alta competencia con las malezas</li> </ul>
	<b>Desventajas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No es perenne</li> </ul>

### Centrosema (*Centrosema molle*, *Centrosema macrocarpum*)

Las leguminosas del género *Centrosema* son plantas herbáceas, perennes, volubles y trepadoras, con un sistema de raíces pivotantes, que pueden emitir raicillas a partir de los nudos del tallo bajo condiciones adecuadas de humedad. Poseen hojas trifoliadas, elípticas

o ovoido-lanceoladas de 1 a 7 cm de largo y de 0,5 a 4,5 cm de ancho. Tiene peciolo hasta de 5 cm de largo y estípulas de 2 a 4 mm. Las inflorescencias se presentan en racimos de 3 a 5 flores, con pétalos que varían de blanco a lila oscuro, con un estandarte de hasta 3 cm de diámetro. La legumbre es lineal y comprimida, de 4 a 17 cm de largo, rectas o ligeramente dobladas, de color marrón, que contienen hasta 20 semillas de color

marrón oscuro de 4 a 5 mm de diámetro (Rodríguez *et al.*, 2009; [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

En general, la especie *Centrosema molle* se adapta bien a condiciones de suelos bien drenados, de media a alta fertilidad y *Centrosema macrocarpum* está reportada como tolerante a suelos ácidos de baja fertilidad. Estas especies se caracterizan por tener una alta adaptación a zonas con limitación por exceso de humedad (Rodríguez *et al.*, 2009).

Dentro de las principales ventajas de estas coberturas se encuentra que son bastante persistentes y competitivas con las malezas en el cultivo. Esta condición, combinada con su tipo de crecimiento rastrero, la hace muy útil en el control de malezas al mismo tiempo

que le permite generar una cobertura densa de bajo porte, que no limita el tránsito de personal en las calles del cultivo de palma y contribuye con aportes significativos de materia seca (5 a 12 t/ha/año). Sumado a esto, estas especies soportan el pisoteo del ganado, aunque el sobrepastoreo perjudica su persistencia (Rodríguez *et al.*, 2009; [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Si bien son muy atractivas para plagas como los crisomélidos, su alta capacidad de rebrote le permite adaptarse con facilidad a esta condición. También se resalta su capacidad para tolerar la sombra, que en el caso de *C. molle* puede ser del orden de hasta el 80 % de sombrío y su resistencia a la sequía (Rodríguez *et al.*, 2009).

Especie: <i>Centrosema molle</i> y <i>Centrosema macrocarpum</i>		
	Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta persistencia y competencia con las malezas</li> <li>Cobertura densa de bajo porte</li> <li>Aportes de materia seca altos (5-12 t/ha)</li> <li>Tolerante a la sombra, especialmente <i>C. molle</i></li> <li>Resistente a la sequía</li> <li>Adaptable a zonas con exceso de humedad</li> </ul>
	Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Susceptibles a ataques de plagas, especialmente crisomélidos</li> <li>Establecimiento y cobertura lentos</li> </ul>

### Frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*)

Esta leguminosa presenta un comportamiento anual a bianual de tipo herbáceo postrado. Posee tallos de crecimiento vigoroso que pueden alcanzar los 18 m de longitud. Tiene grandes hojas trifoliadas, asimétricas de 7 a 15 cm de largo, color verde oscuro intenso. La inflorescencia se presenta en racimos axilares, de hasta 32 cm de largo, con flores púrpura o blanco. Las vainas son oblongas de 4 a 13 cm de largo, que forman una S, con pelos finos de color blanco. Cada vaina

contiene hasta 7 semillas de color negro, ovaladas, de 1 a 2 cm de largo, con un hilión prominente de color blanco ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Se adapta en suelos de buen drenaje, con niveles de fertilidad media a alta, pero puede crecer adecuadamente en condiciones de suelos arenosos y puede ser productiva en rangos de pH que oscilan entre 5 y 8. Presenta algún grado de tolerancia a las sequías pero no a las inundaciones por tiempo prolongado. Requiere alta intensidad lumínica para su crecimiento

y producción. Se desarrolla bien con altos rendimientos en suelos con niveles bajos de fósforo disponible ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Como ventajas de esta leguminosa se encuentra un rápido establecimiento y cobertura, con altas producciones de materia seca (6-13 t/ha). En comparación con *Mucuna bracteata*, esta especie produce grandes cantidades de semilla de alta viabilidad, por lo que su siembra directa en campo es factible sin incurrir en costos de vivero. Adicionalmente, no presenta requerimientos especiales de preparación de suelos o fertilización ni problemas de plagas o enfermedades. Por su alta capacidad de crecimiento, está reportada como de uso potencial en la rehabilitación de áreas infestadas de malezas, especialmente *Imperata cylindrica*. También

presenta compuestos antialimentarios en sus estructuras, por lo que no es palatable para el ganado ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

El carácter anual de esta cobertura es una limitante para su uso, debido a que se requerirían siembras continuas de este material. Sin embargo, cabe destacar que en condiciones adecuadas para el cultivo, el banco de semillas depositado en el suelo es suficiente para regenerar la cobertura en poco tiempo. Por otra parte, esta leguminosa no tolera los suelos extremadamente ácidos y con presencia de sequías fuertes, limitando su uso a zonas de suelos de mediana a alta fertilidad con distribución de lluvias que permita el mantenimiento de la cobertura ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Especie: frijol terciopelo ( <i>Mucuna pruriens</i> )		
	Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento rápido</li> <li>• Alta producción de materia seca (6- 13 t/ha)</li> <li>• Alta producción de semilla viable</li> <li>• No requiere costos adicionales de establecimiento en vivero</li> <li>• No requiere preparación de suelos</li> <li>• No presenta problemas importantes de plagas o enfermedades</li> <li>• Alta capacidad de competencia con las malezas</li> </ul>
	Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta anual. La cobertura desaparece una vez cumple su ciclo de producción de semilla</li> <li>• No tolera condiciones de exceso de humedad</li> <li>• No tolera sequías muy fuertes</li> </ul>

### Calopogonium (*Calopogonium muconoides*)

Es una hierba perenne de vida corta, vigorosa, rastrera y trepadora, que crece hasta 3 m de largo, formando una cobertura de hasta 50 cm de espesor. Posee tallos pilosos de color rojizo, hojas trifoliadas, con peciolos pilosos y

foliolos elípticos de 4 a 10 cm de largo, pubescentes en ambas superficies. La inflorescencia es un racimo delgado de color rojizo, de hasta 20 cm de largo, cubierto de pelos cortos y densos con flores de color azul o púrpura. La legumbre es lineal, de 4 x 3,5 mm, recta, con pilosidades suaves de color pardo rojizo. Cada vaina contiene de 3 a 8 semillas, de color amarillento de 2 a 3 mm de

largo de color pardo rojizo (Pizarro y Carvalho, 1997; [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Esta especie es ampliamente usada como cultivo de cobertura, aunque se utiliza también en praderas mejoradas y abonos verdes en conservación de suelos y protección contra la erosión. Crece en una gran variedad de suelos, pero prefiere los suelos arcillosos con pH entre 4,5 y 5. En América tropical crece bien en suelos ácidos con altas saturaciones de aluminio. No es tolerante a la salinidad. Es una especie adaptada a condiciones húmedas y cálidas del trópico con precipitaciones que exceden los 1.500 mm anuales, logrando persistencias de 2 a 3 años en plantas individuales. Tiene pobre tolerancia a la sequía pero muy buena tolerancia a las inundaciones (Seiðert y Zimmer, 1988; [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Las principales ventajas de esta cobertura es su adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo, con un rápido cubrimiento del mismo. Su producción de materia seca también es considerable, llegando a producir de 4 a 6 t/ha/año ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Las desventajas principales de esta especie como cobertura son su poca tolerancia a los cortes frecuentes, al pisoteo y la sombra, que la hace poco atractiva para su implementación en cultivos perennes. Adicionalmente, es susceptible al ataque de plagas y nematodos de la raíz (*Meloidogyne sp.*) y es ocasionalmente afectada por virosis. Ha llegado a ser considerada como una maleza en ecosistemas tropicales en países como Filipinas, Malasia e Indonesia ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Especie: <i>Calopogonium</i> ( <i>Calopogonium muconoides</i> )		
	Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptabilidad a diferentes ambientes</li> <li>• Cobertura rápida del suelo</li> <li>• Producción de materia seca de 4 a 6 t/ha/año</li> </ul>
	Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca tolerancia a la sombra</li> <li>• Susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades</li> <li>• Poca tolerancia al pisoteo y cortes frecuentes</li> </ul>

Dentro de las especies consideradas como promisorias se han reportado algunas leguminosas de porte arbustivo, que si bien no se pueden sembrar en la totalidad del área de cultivo, pueden ser plantadas en algunas calles de no tráfico, en suelos compactados, en algunas áreas de ladera con fines de conservación de suelos o bien en bordes de drenajes para reemplazar poblaciones de malezas y contribuir a la estabilidad de los taludes. Algunas de estas especies son:

### Flemingia (*Flemingia macrophilla*)

Es una especie de tipo arbustivo, perenne, de porte alto (alcanza hasta 2,5 m de altura), con enraizamiento profundo (Arias *et al.*, 2008). Tiene hábito de crecimiento erecto o postrado, con numerosos tallos que emergen de la base de la planta. Tiene hojas trifoliadas, con folíolos lanceolados de hasta 15 cm de largo, con textura de papel viejo. Las inflorescencias son

densas y se dan en racimos axilares, con 15 a 40 flores. Las flores son de color rosado. Las vainas son de 15 mm de largo y 6 mm de ancho, de color marrón oscuro, dehiscentes. Cada vaina contiene alrededor de dos semillas negras, de forma globular, con un tamaño de 2 a 3 mm (Bernal, 2007; [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Es utilizada para el control de erosión en las siembras en contorno, en asociación con otras especies de leguminosas. Las podas son usadas como *mulch* y abono verde en callejones de cultivos. También han sido usados en sombríos de cultivos jóvenes de cacao y café. Se considera un forraje pobre por sus altos contenidos de taninos y fibra, y no es muy palatable para el ganado (Bernal, 2007; [www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000154.htm](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000154.htm)).



**Figura 1.14.** A) Árbol de *Flemingia macrophylla*. B) Racimos con legumbres.

Es una especie de alta resistencia a la sequía, que aporta gran cantidad de materia seca (3 a 12 t/ha/año, dependiendo de las condiciones de cultivo) bajo condiciones diversas de fertilidad de suelos, en pH que varía entre 4 y 8, y en suelos con saturaciones de aluminio por encima del 80 %. No obstante su resistencia a la sequía, también puede sobrevivir en condiciones de exceso de humedad. Tiene una moderada tolerancia a la sombra y soporta podas continuas sin perder su vigor (Bernal, 2007; [www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000154.htm](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000154.htm)).

### Veranera (*Cratylia argentea*)

Esta especie arbustiva es muy similar a *Flemingia*. Sus hojas son trifoliadas con folíolos ovalados, que presentan vellosidades suaves y plateadas en el envés. Sus inflorescencias se presentan en racimos de hasta 30 cm de largo, con 6 a 9 flores de color lila por nudo. Las vainas son alargadas, aplanadas de hasta 20 cm de largo, dehiscentes con 4 a 8 semillas casi redondas de 1,5 cm de diámetro, color marrón oscuro cuando maduran (Wilson y Lascano, 2002; [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Se adapta bien en suelos con pH que van desde 3,8 a 8, aunque en los suelos con pH alto se adaptan más lento. Requiere suelos muy bien drenados y es muy tolerante a la sequía. Su producción de materia seca es bastante alta, con valores que oscilan entre 2 y 5 t/ha a las 8 semanas después del corte. Puede resistir cortes frecuentes y es bastante persistente en condiciones altas de defoliación. Tiene como desventajas que su establecimiento es lento, tiene producción de semilla desuniforme, con pérdidas de viabilidad muy rápidas si no se almacena de forma adecuada y adicionalmente, no es tolerante a los excesos de humedad en el suelo (Lascano *et al.*, 2002; [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).



**Figura 1.15.** Vainas y flores de *Cratylia argentea*.

### Guandul (*Cajanus cajan*)

Es un arbusto leñoso, erecto, perenne, con raíz pivotante que puede profundizar hasta los dos metros. Los

tallos jóvenes son pubescentes y se caracterizan por tener sección angulosa. Las hojas son trifoliadas, alternas, situadas en espiral alrededor del tallo. Los folíolos son lanceolados, de 2 a 10 cm de largo, pubescentes. Las flores son de color amarillo y las legumbres son planas, acuminadas y pubescentes, de 5 a 9 cm de largo. Cada vaina contiene de 2 a 9 semillas ovaladas que varían en color desde el beige hasta el marrón oscuro ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Esta especie es ampliamente usada para la producción de grano para el consumo humano. También es usada en cultivos en contorno para protección del suelo contra la erosión y sirve como abono verde debido a sus altas tasas de fijación de nitrógeno. Tiene una alta producción de materia seca, que puede llegar al orden de 25 a 40 t/ha/año en condiciones óptimas ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

Puede crecer en un gran rango de texturas de suelo, pero en suelos arcillosos puede requerir drenajes. Crece bien en pH entre 5 y 7, pero puede tolerar pH de 4,5 hasta 8,4. Es moderadamente tolerante al aluminio y es muy susceptible a la salinidad. Resiste a la sequía, pero es poco tolerante a las inundaciones y encharcamientos prolongados. Por otra parte, esta especie es muy susceptible a *Fusarium* en condiciones de suelo muy húmedo y las vainas jóvenes son muy susceptibles al ataque de larvas de lepidópteros, como *Heliothis sp.* ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).



**Figura 1.16.** *Cajanus cajan* establecido en borde de canal.

## Práctica 1.1. Identifiquemos las características y bondades de las coberturas leguminosas en campo

### Objetivo

Al finalizar esta práctica, los participantes estarán en capacidad de identificar en condiciones de vivero, cinco especies de leguminosas de cobertura de palma de aceite, así como sus ventajas y desventajas.

### Orientaciones para el facilitador

Para esta práctica se requiere tener sembradas con antelación cinco parcelas con coberturas leguminosas, preferiblemente en estado adulto para poder observar las características de la flor y las legumbres. También es recomendable que las cinco especies se encuentren en libre crecimiento, es decir, que no se haya presentado ninguna labor de manejo de malezas al interior de las mismas, con el fin de evaluar las especies en relación con otras coberturas nativas del suelo, su competencia y cobertura.

Dependiendo el número de participantes, el facilitador deberá:

- Coordinar la organización de grupos de trabajo, preferiblemente de tres personas, con un participante líder, encargado de socializar los resultados.
- Procurar que cada grupo tenga la oportunidad de tomar muestras de cada una de las especies, registrar sus características morfológicas, hábitos de crecimiento, ventajas y desventajas que a su consideración tenga cada especie y anotarlas en el formato dispuesto para esta actividad.
- Suministrar a los participantes los formatos de registro de las características de cada leguminosa evaluada.
- Realizar al final del ejercicio un compendio de la información suministrada por los participantes. Se sugiere utilizar un papelógrafo y realizar una tabla comparativa de las especies evaluadas. Posteriormente, se hará la respectiva discusión de los resultados con los participantes.

## Recursos necesarios

- Parcelas de 3x6 m establecidas dos meses antes de la capacitación y debidamente identificadas.
- Papelógrafo y marcadores.
- Formato previamente preparado para la actividad.
- Lápiz, tajalápiz, borrador.
- Tiempo aproximado: una hora.

## Instrucciones para los participantes

Los participantes se distribuirán en grupos de tres personas y realizarán las observaciones indicadas para cada parcela. Cada participante estará en libertad de tomar las muestras que considere necesarias para realizar la identificación de las características propias de cada especie evaluada.

Los participantes contarán con un tiempo de 10 minutos por parcela, en la cual realizará la identificación de la leguminosa de acuerdo con sus características morfológicas relevantes y sus hábitos de crecimiento, así como las ventajas y desventajas del uso de esta especie como cobertura en plantaciones de palma de aceite.

Al final de la práctica, uno de los participantes por cada grupo de trabajo socializará ante los demás las

apreciaciones del grupo sobre las leguminosas evaluadas. Con la ayuda del facilitador, los asistentes podrán comparar los resultados obtenidos y abrir la discusión al respecto.

## Información de retorno de la práctica 1.1

La información de retorno permite al facilitador revisar el estado del conocimiento al terminar la capacitación, identificando los aspectos relevantes sobre el tema tratado, atendiendo las inquietudes y llenando los vacíos de información. Para esto, el facilitador puede valerse de preguntas como:

- ¿Qué otras especies de coberturas conoce aparte de las mencionadas?
- ¿Cuáles considera que son las mejores opciones de coberturas para palma de aceite?, ¿Por qué?
- ¿Considera que este ejercicio es útil para el reconocimiento de las bondades de las leguminosas en el campo?, ¿Por qué?
- ¿Qué consideraciones adicionales deben tenerse en cuenta para estimar una leguminosa como promisoría en cultivos de palma de aceite?

## Hoja de trabajo

Formato de registro de ventajas y desventajas de especies leguminosas

Especie	Características relevantes	Ventajas de uso	Desventajas
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

## Bibliografía

- Arias, N.; Obando, O.; Motta, D.; Mosquera, M.; Gómez, L.; Franco, P.; Álvarez, M.; Betancourt, F.; Díaz, D.; Bernal, P., 2008. Principios agronómicos para el establecimiento de una plantación de palma de aceite. Cenipalma. Bogotá. 86-91 p.
- Arango, M.; Sierra, L.; Aldana, R.; Martínez, G., 2011. Efecto de la aplicación de insecticidas y herbicidas en el desarrollo de la Marchitez letal de la palma de aceite en el bajo Upía, Casanare. En: Revista Palmas. Vol. 32, N° 1. 11-23 p.
- Bernal, L., 2007. Efecto de las mezclas de las leguminosas *Calliandra calothyrsus*, *flemingia macrophilla*, *Cratylia argentea* y *Vigna unguiculata* ensiladas y henificadas sobre los parámetros de fermentación ruminal *in vitro* y producción de leche en bovinos. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 119 p.
- Burkart, A. Leguminosas. En: Dimitri, M. 1987. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo I. Descripción de plantas cultivadas. Editorial ACME S.A.C.I., Buenos Aires. 467-538 p.
- Campillo R.; Urquiaga, S.; Pino, I.; Montenegro, A. 2003. Estimación de la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas forrajeras mediante la metodología del 15N. En: Agricultura técnica. N° 62. Vol. 2. Chile. 169-179 p.
- Castro, H. 1998. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas. Instituto Universitario Juan de Castellanos. Tunja. 360 p.
- Crowder, L.; Cheda, H. 1982. Botany of grasses and legumes. I: Tropical grassland husbandry. Longman Group. Tropical Agriculture Serie. London. 47 p.
- Delgado, H.; Navas, G.; Salamanca, C.; Chacón, A. 2009. Barbechos mejorados con leguminosas: una promisoriosa alternativa agroecológica para el manejo alelopático de malezas y mejoramiento del cultivo de arroz y maíz en los Llanos de Colombia. En: Agronomía colombiana. N° 27. Vol. 2. Bogotá, Colombia. 227-235 p.
- Ernst, O. 2004. Leguminosas como cultivo de cobertura. En: Informaciones agronómicas del Cono sur. N° 21. 9 p.
- Franco, A.; Silva De Resende, A.; Carneiro, E. 2004. *Importância das Leguminosas Arbóreas na Recuperação de Áreas Degradadas e na Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais*. Embrapa, Brasil. 24 p.
- Giller, K.; Fairhurst, T. 2012. Plantas leguminosas de cobertura. En: Palma de Aceite: Manejo para rendimientos sostenibles. *International Plant Nutritional Institute*. 173-184 p.
- Glymn, J., Kaufman, P. 1991. *Botany illustrated: Introduction to plants, major groups, flowering plants families*. Springer. 2nd edition. USA. 290 p.
- Hartley, C.W.S. 1977. *The Oil Palm*. By C. W. S. Hartley, 2nd edn. Longmans, 824 p.
- Horrocks, D., Valentine, J. 1999. *Harvested forages*. Academic Press. USA. 439 p.
- Lascano, C.; Rincón, A.; Plazas, C.; Ávila, P.; Bueno, G.; Argel, P. 2002. Veranera (*Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con periodos prolongados de sequía en Colombia. Villavicencio, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 28 p.
- Mathews, Ch. 2006. Introducción y establecimiento de una nueva cobertura leguminosa *Mucuna bracteata* para la palma de aceite en Malasia. En: Revista Palmas. Vol. 27 N° 2. 57-62 p.
- Pérez, R.; Rincón, A.; Cipagauta, M.; Schmidth, A.; Plazas, C.; Lascano, C. 2002. Maquenque (*Desmodium heterocarpon* (L) DC. *subsp. ovalifolium* (Prain) Ohashi CIAT 13651) Leguminosa de usos múltiples en sistemas agropecuarios en Colombia. Corporación colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica, Villavicencio, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Cali, Colombia. 31 p.
- Pizarro, E.; Carvalho, M. 1997. Evaluation of a collection of *Calopogonium mucunoides* Desv. For the Cerrado Ecosystem, Brazil. En: Journal of applied seed production. Vol. 15. 17-21 p.

Rodríguez, I.; Guevara, E.; Alvarado, D. 2009. Producción de semillas de leguminosas en el estado Anzoátegui. En: INIA Divulga. 8-12 p.

Seibert, N.; Zimmer, A. 1988. Contribución de *Calopogonium mucunoides* al contenido de nitrógeno en pasturas de *Brachiaria decumbens*. En: Pasturas tropicales. Vol. 10. 8-13 p.

Uribe, L. 1972. Botánica. 16 ed. Editorial Voluntad. 184-190 p.

Wilson, Q.; Lascano, C. 2002. *Cratilya argentea* como suplemento de un heno de baja calidad utilizado por ovinos. En: Pasturas tropicales. Vol. 19 N°3. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Cali, Colombia. 8 p.

Watson, L.; Dallwitz, M.J. 1992. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Version: 4th March 2011. <http://delta-intkey.com>.

[www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000154.htm](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000154.htm)

[www.fao.org/ag/agp/AGCP/doc/Gbase/data/canbras.htm](http://www.fao.org/ag/agp/AGCP/doc/Gbase/data/canbras.htm)

[www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)





## Unidad Temática 2. Establecimiento de coberturas en el cultivo de la palma de aceite

Estructura de la unidad .....	57
Explicación de la estructura .....	57
Preguntas orientadoras .....	57
Objetivos .....	58
Introducción .....	58
Preparación de suelo para la siembra de coberturas leguminosas .....	58
Práctica 2.1. Identifiquemos algunas características físicas del suelo para la siembra de leguminosas.....	62
Información de retorno de la práctica 2.1.....	62
Selección y acondicionamiento de la semilla.....	64
Práctica 2.2. Conozcamos la viabilidad y tasa de germinación de semillas de coberturas leguminosas.....	66
Información de retorno de la práctica 2.2.....	66
Práctica 2.3. Acondicionamiento de las semillas de leguminosas de cobertura antes de la siembra .....	71
Información de retorno de la práctica 2.3.....	72
Siembra de coberturas leguminosas en cultivos comerciales de palma de aceite.....	72
Ejercicio 2.1. Identifiquemos los sistemas de siembra de coberturas leguminosas.....	77
Información de retorno del ejercicio 2.1.....	78
Bibliografía.....	78



**Figura 2.** Suelos adecuadamente preparados para la siembra.

## Estructura de la unidad



### Explicación de la estructura

En esta unidad de aprendizaje se abordarán los temas relacionados con el establecimiento de coberturas leguminosas en el cultivo de palma de aceite. Dentro de las fases de establecimiento, inicialmente se considerará la preparación del suelo, con el fin de favorecer una rápida emergencia y cobertura de la leguminosa. Posteriormente, se considera la preparación de la semilla para lograr una óptima germinación, partiendo de evaluaciones de calidad de la misma, como las pruebas de germinación y viabilidad, así como el correcto almacenamiento para mantener su potencial germinativo.

Este tema es complementado con información de manejo de la semilla previo a la siembra, desde la escaificación hasta el uso de cepas de *Rhizobium* para favorecer la fijación de nitrógeno. Finalmente, se tienen en cuenta los diferentes métodos de siembra según el

tipo de leguminosa que se quiere establecer y las herramientas disponibles en la actualidad para realizarlo, considerando criterios técnicos y económicos para su utilización.

### Preguntas orientadoras

1. ¿Qué elementos considera que deben tenerse en cuenta en la correcta preparación de un lote para la siembra de leguminosas?
2. ¿Cuáles son algunos de los equipos que se utilizan para la preparación del suelo?
3. ¿Qué actividades de adecuación considera esenciales para la siembra de coberturas leguminosas?
4. ¿Cómo podemos determinar la tasa de germinación y la viabilidad de las semillas de leguminosas y cuál es su importancia?

5. ¿Cuáles son los pasos a seguir para el acondicionamiento de la semilla de leguminosas antes de la siembra?
6. ¿Qué importancia tiene realizar la inoculación a las semillas de leguminosas?
7. ¿Qué métodos de siembra de leguminosas conoce?, ¿En qué consisten?
8. ¿Qué coberturas considera más adecuadas para la zona en la que usted trabaja?

## Objetivos

Una vez terminada esta unidad de aprendizaje, el participante estará en capacidad de:

- Realizar la preparación de diferentes tipos de suelos para la siembra de leguminosas en el cultivo de palma de aceite.
- Identificar la cobertura leguminosa apropiada para diferentes condiciones edafoclimáticas en las cuatro zonas palmeras.
- Seleccionar y acondicionar la semilla de leguminosa para lograr su óptima germinación.
- Realizar la siembra de diferentes tipos de leguminosas de acuerdo con sus requerimientos edafoclimáticos y utilizando herramientas y técnicas adecuadas.

## Introducción

El establecimiento de la cobertura leguminosa en cultivos de palma de aceite ha demostrado ser una práctica con beneficios para el suelo, el cultivo y el medio ambiente. Por esta razón, juegan un papel primordial en las primeras etapas del cultivo, involucrando el uso de diferentes recursos humanos, técnicos y económicos. En esta unidad de aprendizaje los participantes tendrán la oportunidad de conocer la importancia de los recursos dispuestos, así como las diferentes condiciones y actividades necesarias para lograr un adecuado establecimiento de las coberturas leguminosas. Para esto, se cuenta con un soporte teórico basado en experiencias de plantaciones de palma de aceite, complementado con ejercicios y prácticas enfocados a

afianzar los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la unidad.

## Preparación de suelo para la siembra de coberturas leguminosas

Para lograr una rápida cobertura del suelo, las leguminosas, al igual que otros cultivos, requieren de un suelo aireado, sin problemas de excesos de humedad y libre de malezas, aunque algunas especies son más tolerantes a la humedad (Arias *et al.*, 2008). Estas condiciones pueden lograrse mediante labores adecuadas de preparación, que dependen de las características fisicoquímicas del suelo y la disponibilidad de maquinaria agrícola e implementos de labranza. La caracterización y evaluación de la calidad de los suelos para palma de aceite es objeto de una guía especializada que forma parte de esta serie de guías metodológicas. No obstante, en esta unidad de aprendizaje se hará una breve mención de este tema enfocándolo hacia la preparación para la siembra de coberturas leguminosas.

En primer lugar, para cultivos nuevos es recomendable realizar la siembra de las coberturas a la par con la siembra de las palmas, con el fin de aprovechar la preparación del terreno para el cultivo. De esta manera, se reducen los costos de establecimiento de las leguminosas y se garantiza la formación de la cobertura desde una edad temprana del mismo.

## Control de malezas previo en cultivos establecidos

En el caso de realizar la siembra de leguminosas en cultivos de palma ya establecidos, en donde no se han sembrado coberturas anteriormente o bien, en donde han desaparecido, el primer paso es el control de malezas. Este control, por lo general, se realiza en dos fases: la primera corresponde a la eliminación de malezas por medios mecánicos y químicos, dependiendo del porte y tamaño de las mismas. Posteriormente, una segunda etapa consiste en realizar la aplicación de herbicidas y una remoción manual de rebrotes y troncos, una o dos semanas después de la aplicación química. Los requerimientos para esta segunda actividad están muy relacio-

nados con el grado de regeneración y la composición de la flora existente.

En el control químico, debe tenerse en cuenta aspectos logísticos como dosificación del herbicida y la preparación de materiales y equipos; demarcación de áreas de trabajo por periodo de tiempo y organización del personal de campo (Bevan and Gray, 1969). Respecto a las aplicaciones químicas, también se recomienda hacer dos aplicaciones, la segunda a los 15 días después de la primera, con la cual se busca controlar los rebrotes de las gramíneas especialmente.

### Labranza del suelo

Después del control de las malezas se procede a la preparación del suelo. En esta actividad, la selección de la labranza para el establecimiento de las coberturas se debe planificar teniendo en cuenta las características del terreno, las condiciones de suelo y clima de la zona. Las labores de labranza deben contribuir a mantener o

mejorar las condiciones del suelo, permitiendo el establecimiento exitoso de la leguminosa y creando un sistema sostenible (Acosta *et al.*, 1995).

Entre los diferentes sistemas de labranza, se puede mencionar que para el establecimiento de las coberturas generalmente se utiliza maquinaria de labranza secundaria como arado de discos o rastrillo, ya que tienen como objetivo remover el suelo hasta una profundidad de 30 cm (Figura 2.1). Habitualmente, se realizan dos pases y a una profundidad de 15 cm, ya que la profundidad de siembra de la mayoría de las semillas de coberturas leguminosas no debe exceder de 1 a 2 cm. En líneas generales, el número de pases de maquinaria está condicionado por las características físicas del suelo, tales como la estructura, la textura y la humedad. Con algunas especies de coberturas leguminosas vigorosas y agresivas, la preparación puede realizarse con un solo pase de rastra o utilizando únicamente palas (Franco *et al.*, 2007).



**Figura 2.1.** Preparación de suelos con rastra de discos.



**Figura 2.2.** Preparación de suelo con palas y escardillo. Fotos: CIAT

Para el establecimiento de coberturas con material vegetativo, se utilizan palas y escardillos o surcadoras. Las primeras son similares a las cultivadoras de campo y su efecto es cortar el suelo de la zona radicular dejando el rastrojo que cubre la superficie, protegiendo el suelo de la erosión. Los escardillos rompen el suelo con un control parcial de la vegetación nativa y dejan la superficie rugosa (Figura 2.2). Las surcadoras se utilizan para acondicionar terrenos con inclinación en donde los surcos deben quedar a través de la pendiente para evitar la erosión (Franco *et al.*, 2007).

Se considera que la humedad óptima de labranza está cercana a la capacidad de campo del suelo, para su determinación es importante obtener la curva de retención de humedad y/o una forma práctica para determinarla en campo es mediante pruebas al tacto, que consiste en tomar un puñado de suelo y comprimirlo entre la mano. Cuando el contenido de humedad está cerca del óptimo, el suelo deja una huella húmeda en la mano, sin adherirse a ella y se desmorona fácilmente. Cuando el suelo se queda adherido a la palma de la mano y se torna maleable y plástico como plastilina, el contenido de humedad es elevado, en tanto que si el suelo no deja huella húmeda y no se deforma ante la presión de la mano, está muy seco. Por lo general el nivel óptimo de humedad para todas las operaciones de labranza se presentan al inicio del periodo de lluvias, después de la infiltración de las primeras precipitaciones.

Las decisiones de labranza dependen adicionalmente de la clase textural del suelo (FAO, 1992; Franco *et al.*, 2007). Los suelos arenosos y los suelos de pendiente requieren un trato especial para evitar la sobrepreparación y la erosión laminar. Para determinar la textura en campo generalmente se utiliza el método “textura a mano” (McRae, 1988) que consiste en:

- Tomar una muestra de suelo seco sobre la mano y observar el tamaño de los granos (grueso, medio, fino).
- Frotar una pequeña cantidad entre el pulgar y el índice para observar cómo se siente al tacto (suave, áspera, sedosa, etc.).
- Se frota luego cerca al oído y se establece si se produce ruido.

- Luego se humedece la muestra, se amasa entre los dedos hasta formar una pasta homogénea.
- Posteriormente entre el pulgar y el índice se forma una cinta la cual permitirá observar brillo, si la cinta es lisa o escamosa y si el contacto es áspero. Si la muestra es arenosa no se forma cinta y no tiene brillo ni cohesión, si es limosa tiene tacto suave, se forma una cinta escamosa y no presenta ni pegajosidad ni plasticidad, si es arcillosa la cinta que se forma tiene cohesión, brillo, es plástica y pegajosa según el contenido de humedad (Anexo 1).

## Corrección química de los suelos

Al establecer las coberturas leguminosas al mismo tiempo que la siembra del cultivo, también se puede aprovechar el mejoramiento químico del suelo. Básicamente las prácticas de mejoramiento químico corresponden a la aplicación de enmiendas y algunos nutrimentos que se encuentren poco disponibles y que sean importantes para lograr un mejor crecimiento de raíces y adaptación del cultivo. El manejo de enmiendas es importante debido a que gran parte de los suelos del país (>75 %) dedicados al cultivo de la palma, se encuentran en condiciones de alta acidez (Garzón, 2011).

La aplicación de las enmiendas (cales y/o rocas fosfóricas), se puede realizar utilizando encaladoras o voleadoras; implementos que garantizan una distribución uniforme del producto (Figura 2.3) y, posteriormente, se deben incorporar al suelo, con implementos de labranza como la rastra de discos o el cincel, dependiendo de la profundidad que quiera alcanzar. Al igual que en el manejo físico del suelo, las condiciones de humedad deben ser apropiadas para que las enmiendas reaccionen adecuadamente.

En cultivos jóvenes y/o adultos se han logrado establecer las coberturas leguminosas sin ningún manejo de enmiendas en el suelo y aplicación de fertilizantes. Sin embargo, para lograr el desarrollo potencial de las mismas es importante que se les brinde un programa de fertilización específico, teniendo en cuenta los análisis de suelos y su interpretación, así como la adaptación de las especies a diferentes condiciones (Tabla 2.1).



**Figura 2.3.** Aplicación de enmiendas en palma de aceite: A) Distribución de enmiendas con encaladora. B) Aplicación con voleadora.

**Tabla 2.1.** Condición del suelo para el establecimiento de algunas especies de leguminosas (Peters *et al.*, 2003).

Especie	pH del suelo	Condiciones de suelo
<i>Pueraria phaseoloides</i>	4 – 6,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tolera altas saturaciones de Al</li> <li>Requiere de condiciones de media a alta fertilidad</li> <li>No tolera suelos salinos</li> <li>Requiere aplicaciones de fósforo en el establecimiento</li> </ul>
<i>Desmodium heterocarpon</i>	4 – 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Crece una gran diversidad de suelos</li> <li>Suelos con buen drenaje, tolera periodos cortos de inundaciones</li> <li>Puede sufrir deficiencias de microelementos en suelos alcalinos</li> </ul>
<i>Mucuna bracteata</i>	<4 -<=8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede crecer en suelos de baja fertilidad</li> </ul>
<i>Mucuna pruriens</i>	5 -8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suelos con buen drenaje</li> <li>Requiere niveles de fertilidad de media a alta</li> <li>Puede crecer en suelos arenosos</li> <li>No tolera inundaciones</li> <li>Tiene mejores rendimientos en suelos con niveles bajos de P disponible</li> </ul>
<i>Centrosema molle</i>	4,9 – 5,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere suelos bien drenados</li> <li>Suelos de media a alta fertilidad</li> <li>Suelos desde los franco arenosos a arcillosos</li> </ul>
<i>Calopogonium muconoides</i>	4,5 – 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se establece en gran variedad de suelos</li> <li>Se desarrolla mejor en suelos arcillosos</li> <li>No tolera la salinidad</li> </ul>
<i>Canavalia brasiliensis</i>	4,3-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se adapta a suelos arcillosos y arenosos de baja fertilidad</li> <li>Suelos ácidos hasta alcalinos</li> <li>No tolera inundaciones</li> </ul>
<i>Cajanus cajan (Guandul)</i> (Arbustiva)	5,4–8,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Crece en suelos pobres con poco contenido de P</li> <li>No tolera heladas ni soporta inundaciones</li> <li>Se establece en suelos de baja fertilidad</li> </ul>
<i>Cratylia argentea</i>	3,8-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buena adaptación en suelos ácidos</li> <li>Se adapta a suelos de baja fertilidad</li> <li>Alta resistencia a la sequía</li> </ul>
<i>Flemingia macrophylla</i> (Arbustiva)	3,8-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se adapta bien a suelos arcillosos y arenosos de baja fertilidad</li> <li>Tolera sequía y tiempos cortos de inundación</li> </ul>

## Práctica 2.1. Identifiquemos algunas características físicas del suelo para la siembra de leguminosas

### Objetivo

Al finalizar la práctica, el participante estará en capacidad de realizar pruebas de humedad y textura del suelo para determinar la condición óptima de preparación de suelos (labranza).

### Orientaciones para el facilitador

Para el desarrollo de la presente práctica se sugiere al facilitador:

- Tener muestras de tres tipos de suelos contrastantes (arcilloso, arenoso y limoso), para el desarrollo de la práctica en el salón.
- Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
- Coordinar la conformación de grupos de trabajo de cuatro o cinco personas, con un líder, quien al final de la práctica expondrá sus resultados.
- Entregar a cada grupo el procedimiento de la práctica, los materiales necesarios y el formato de evaluación. Adicionalmente, el facilitador deberá dar las instrucciones correspondientes, aclarando las dudas que los participantes tengan.
- Visitar periódicamente a los grupos de trabajo para resolver dudas y tomar nota de aspectos claves para la retroinformación.
- Coordinar la exposición de los resultados finales de la práctica con los líderes de grupo.

### Recursos necesarios

- Muestras de los tres tipos de suelos y un recipiente con agua
- Formatos de evaluación y lapiceros
- Se contará con media hora para el desarrollo de la práctica (10 minutos para cada tipo de suelo) y 20

minutos para explicar los resultados y dar la información de retorno.

### Instrucciones para el participante

- Deben seguir adecuadamente las indicaciones planteadas en el material de apoyo donde se describen los pasos para determinar la humedad y textura de los tres tipos de suelos (Anexo 1).
- En el transcurso de la práctica deberán consignar los resultados en los formatos dispuestos por el facilitador.
- Dispondrán de 20 minutos para el desarrollo de la práctica y 10 minutos para la discusión de los resultados y la calificación de la actividad.
- Al finalizar, el representante de cada grupo expondrá los resultados de la práctica.

### Información de retorno de la práctica 2.1.

El facilitador debe realizar las evaluaciones de textura y humedad a los tres tipos de suelos seleccionados para la práctica con anterioridad y deberá tener los resultados para compartirlos y compararlos con los obtenidos por los participantes. De esta manera, el facilitador podrá confirmar los conocimientos adquiridos por los participantes.

Complementado la discusión de los resultados, el facilitador puede hacer preguntas a los participantes, como las siguientes:

- ¿Cómo les pareció la práctica?
- ¿Cuáles dificultades encontraron en el desarrollo de la práctica?
- ¿Qué otras propiedades se pueden tener en cuenta al momento de preparar los suelos para la siembra de leguminosas?
- ¿Les pareció que la práctica fue adecuada para el afianzamiento de conocimientos en el tema de preparación de suelos?
- ¿Qué problemas tuvieron en el desarrollo de la práctica?, ¿Cuáles son sus propuestas para mejorarla?

## Hoja de trabajo

### Formato de registro de textura y humedad en campo

Código de la muestra	Muestra seca			Muestra húmeda			Clase textural
	Tamaño de los granos	Sensación al tacto	Ruido	Cinta	Rollo	Pegajosidad	

Código de la muestra	Clasificación de humedad del suelo para la preparación			Condiciones actuales para la labranza
	Muy húmedo a mojado	Húmedo	Seco y muy seco	

## Selección y acondicionamiento de la semilla

Para obtener una buena cobertura del suelo en el menor tiempo posible es necesario realizar diferentes actividades tendientes a conservar la viabilidad, así como potencializar la germinación de la semilla de las leguminosas empleadas. Algunas de estas actividades están enfocadas a mantener semillas de alta calidad durante largos periodos de tiempo, en tanto que otras están destinadas a romper su latencia y garantizar inicialmente una germinación rápida y uniforme. Para mejorar la germinación y la emergencia de las nuevas plántulas, es necesario tener en cuenta algunos aspectos:

### Calidad de la semilla

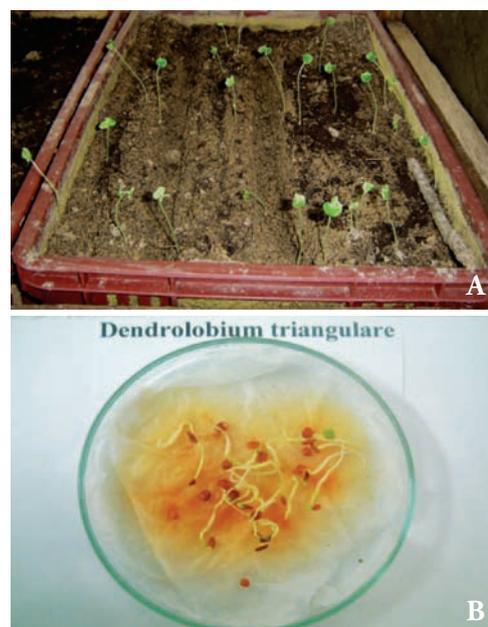
Para que las semillas de leguminosas tengan una buena germinación y para garantizar que las cantidades a sembrar sean las adecuadas, antes de almacenarlas, es importante primero conocer la calidad de la semilla (procedencia, condiciones sanitarias y de pureza), y en segundo lugar, hacer pruebas rápidas de germinación para asegurarse que la semilla empleada cumpla con los estándares suministrados por el distribuidor. Para mejorar la germinación y la emergencia de las nuevas plántulas, es necesario tener en cuenta algunas labores:

- **Almacenamiento:** las semillas pueden estar a temperatura ambiente en empaques o recipientes a prueba de humedad y daños ocasionados por algunas plagas. Sin embargo, se recomienda que una vez se adquieran las semillas, se deben dejar en su empaque original (bolsas de papel o plástico o en sacos de polietileno). Si van a ser almacenadas por un tiempo considerable (más de un año) es conveniente tratarlas con insecticidas o fungicidas para evitar el ataque de hongos, gorgojos y otros insectos de granos almacenados.

Según Roberts (1981), cuando las semillas son almacenadas en ambientes de alta humedad y/o temperatura, se aceleran los procesos de envejecimiento seminal. Por esta razón, es recomendable que las semillas se almacenen en sitios ventilados, idealmente en lugares con temperaturas y hume-

dad controlada para garantizar su viabilidad por un periodo más largo.

- **Selección por flotación:** se utiliza para hacer más efectiva la selección de semillas viables, ya que se basa en el principio de que la semilla de una determinada especie tiene una densidad específica, tanto si es semilla llena como vacía. Consiste en colocar la semilla de las coberturas leguminosas en un balde con agua, transcurrido un tiempo algunas de ellas flotarán, debido a que están vacías (vanas) y/o dañadas y las otras se hundirán (semillas llenas); estas últimas deben secarse antes de pasarlas para realizar pruebas de germinación y viabilidad.
- **Germinación:** una vez adquirida la semilla de leguminosa es importante conocer su porcentaje de germinación, considerando que las tasas de germinación bajas (<60 %), implican un sobrecosto de establecimiento. Para determinar la germinación de las semillas se emplean varias técnicas, tales como germinadores de arena o tierra para semillas grandes, cajas de plástico o cajas petri cubiertas para semillas pequeñas, las cuales se colocan sobre papel absorbente o algodón (Figura 2.4).



**Figura 2.4.** Pruebas de germinación en leguminosas: A) Germinadores de arena. B) Germinación en cajas petri.

Los recipientes para semilla pequeña deben estar bien cerrados y en condiciones adecuadas de temperatura, luz y humedad para evitar el desarrollo de microorganismos. La humedad en el germinador debe ser alrededor del 90 % para favorecer la imbibición, pero sin generar excesos de agua. Este tipo de germinación puede durar unos pocos días, al cabo de los cuales debe hacerse el conteo de las semillas germinadas. Para la determinación del porcentaje de germinación se utiliza la siguiente ecuación:

$$\% G = \frac{Sg}{St} * 100$$

Donde:

% G: porcentaje de germinación de las semillas

Sg: número de semillas germinadas

St: número de semillas utilizadas en la prueba

- **Viabilidad:** es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar (Posada, J. 2005). Es un periodo variable y depende del tipo de la semilla y de las condiciones de almacenamiento. Una técnica para hacer esta estimación consiste en utilizar tetrazolio, reactivo que hace visible los tejidos de la semilla con potencial para germinar (Lakon, 1942; AOSA, 1983; Moore 1973; y França Neto *et al.*, 1985). El procedimiento básico de esta técnica en semillas de leguminosas tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Las semillas deben ablandarse en agua, colocándolas sobre toallas húmedas de papel durante 12 o 16 horas o introduciéndolas en un *beaker* con agua durante 3 a 6 horas a 41 °C (Costa *et al.*, 1998). Para evitar la pérdida de humedad, los embalajes deben permanecer en cámaras húmedas, o en bolsas plásticas, en germinador o en desecador, con agua en lugar de sílica gel.
2. La solución del tetrazolio se prepara al 1 % p/v, disolviendo 5 g de sal en 500 ml de agua destilada, con un pH entre 6 y 8 para lograr una

tinción óptima. Si el pH final de la solución es 4 o menos, debe agregarse a la solución 1.816 g de  $KH_2PO_4$  y 3.563 g de  $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ .

3. Después de imbibir la semilla, debe hacerse un corte longitudinal por la mitad dejando el embrión desnudo, evitando que se seque y se endurezca.
4. Se distribuye una muestra de 100 semillas en dos vasos de precipitado o cajas de petri, conformando dos submuestras de 50 semillas cada una. Se aplica la solución de tetrazolio y se tapan las cajas con papel *kraft* o se trasladan a un cuarto oscuro a temperatura favorable (35-40 °C) por aproximadamente 150 a 180 minutos, esto debido a que la solución de tetrazolio es sensible a la luz (Lakon, 1949) (Figura 2.5).



**Figura 2.5.** A) Semillas con corte vertical y cubiertas con cloruro de tetrazolium, B) Tinción de semillas.

5. Una vez se alcanza la coloración ideal, las semillas deben ser lavadas con agua común, deben ser mantenidas sumergidas en agua hasta el momento de la evaluación, donde se determina el porcentaje de semillas viables mediante la siguiente ecuación:

$$\% V = \frac{SV}{ST}$$

Donde:

% V: porcentaje de viabilidad de la semilla

SV: número de semillas viables por la prueba de tinción con tetrazolio

ST: número de semillas utilizadas en la prueba

## Práctica 2.2. Conozcamos la viabilidad y tasa de germinación de semillas de coberturas leguminosas

### Objetivo

Realizar en laboratorio pruebas de germinación y viabilidad por el método de tetrazolio de las semillas para tres especies de coberturas leguminosas.

### Orientaciones para el facilitador

Para el desarrollo de la presente práctica se sugiere al facilitador tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
- Coordinar la conformación de grupos de trabajo de tres personas preferiblemente, con un participante que actúe como líder de grupo en la socialización de los resultados.
- Entregar a cada líder de grupo el procedimiento de la práctica y dar las instrucciones correspondientes, aclarando las dudas que tengan los participantes.
- Suministrar 40 semillas de una especie leguminosa (*Mucuna Bracteata*, *Centrosema molle* y *Mucuna pruriens*) por cada grupo, humedecidas con antelación a la práctica, según la metodología descrita previamente.
- Suministrar 2 cajas petri por grupo y la cantidad suficiente de tetrazolio al 0,1 %, agua destilada y papel *kraft*.
- Entregar los formatos de registro y cálculo del porcentaje de germinación y viabilidad de las semillas.
- Entregar a cada grupo material contrastante, es decir, semillas de leguminosas con una viabilidad entre 60 y 90 % y otras con una viabilidad baja entre el 20 y 40 %.
- Teniendo en cuenta que para realizar las lecturas de viabilidad de semillas, debe esperarse aproximadamente dos horas, debe llevar muestras de las mismas semillas, previamente tratadas con tetrazo-

lio para que cada grupo realice las lecturas correspondientes.

- Consolidar los resultados obtenidos en los diferentes grupos y discutirlos con los participantes.

### Recursos necesarios

- Semillas (20 de cada especie) por grupo de trabajo.
- 3 cajas petri, papel *kraft*, un cuchillo o bisturí para partir las semillas, tetrazolio y agua destilada por grupo de trabajo.
- Dos formatos de evaluación y lapiceros.
- Tiempo: 20 minutos para desarrollar la práctica y 20 minutos para explicar los resultados y dar la información de retorno.

### Instrucciones para los participantes

Las funciones de los participantes en la práctica son:

- Conformar grupos de trabajo, preferiblemente de tres participantes, acatando las indicaciones dadas por el facilitador.
- Seguir el procedimiento suministrado por el facilitador de manera activa durante el desarrollo de la práctica.
- Manipular cuidadosamente las semillas y los materiales suministrados.
- Al finalizar la práctica, el líder de cada grupo expondrá los resultados en una plenaria participativa.

### Información de retorno de la práctica 2.2

Con los resultados finales de la práctica, el facilitador abrirá un panel de discusión con los participantes mediante el cual se busca afianzar los conocimientos adquiridos. Para ello, se recomienda realizar una serie de preguntas orientadoras, tales como las sugeridas a continuación:

- ¿Cómo les pareció la práctica?
- ¿Qué dificultades encontraron en la práctica?
- ¿Qué aspectos tendría en cuenta usted para mejorarla?

- ¿Considera importante la realización de las pruebas de germinación y viabilidad de coberturas leguminosas en palma de aceite?, ¿Por qué?
- ¿Cómo pueden afectar los resultados de las pruebas de germinación y viabilidad los costos de establecimiento de las coberturas leguminosas?

## Hoja de trabajo

Formato de registro de pruebas de viabilidad en semillas

Especie	ST	SV	%V	Observaciones
Especie	ST	Sg	%V	Observaciones

## Escarificación de semillas leguminosas

El periodo de latencia es un fenómeno que tiene como propósito asegurar la supervivencia de las especies bajo condiciones desfavorables para el desarrollo de las plantas (Sabiiti, 1983; Serrato-Valenti *et al.*, 1993; Amodu *et al.*, 2000; Sarmento y Schifino-Wittmann, 2000).

La escarificación consiste en someter a las semillas a un tratamiento físico o químico, cuyo fin es romper o debilitar la película protectora (tegumento) que tienen en la superficie, favoreciendo el intercambio gaseoso y de humedad con el ambiente, facilitando la imbibición, e induciendo a una germinación rápida y uniforme de la semilla.

La escarificación puede hacerse usando diferentes técnicas, ya sean de tipo mecánico o químico. Dentro de los métodos químicos, el más común es el uso del ácido sulfúrico. Entre los métodos mecánicos se encuentran el método de agua caliente y el uso de materiales abrasivos. A continuación se hace una breve descripción de algunos de estos métodos:

- **Método 1. Escarificación con agua caliente:** consiste en calentar agua a una temperatura de 75 °C. Para ello, se deben mezclar dos volúmenes de agua hirviendo y un volumen de agua fría. Luego, se procede a agregar el agua al recipiente en donde se encuentra la semilla que se desee escarificar y se revuelve constantemente. Se deja enfriar el agua por dos horas y seguidamente, se extrae el agua para dejar secar las semillas (Renault, 1970).

Otra forma de utilizar este método es calentar el agua en un recipiente grande, hasta alcanzar 70 °C. Manteniendo esta temperatura se introduce la semilla en una bolsa de tul y se sumerge en el agua durante 4 minutos, las especies como *Pueraria phaseoloides* (Kudzú) a 70 °C y *Desmodium ovalifolium* se pueden escarificar con este método aproximadamente a 80 °C. Debe tenerse el control adecuado tanto de la temperatura como del tiempo de inmersión y evitarse el contacto de las semillas con las paredes del recipiente caliente ya que puede afectar su germinación.

Cuando se requiere preparar grandes cantidades de semilla, una alternativa de escarificación es utilizar varios recipientes con agua de 40 a 50 °C, se introduce la semilla y se deja allí por seis horas, tiempo en el cual se extrae y se deja secar a la sombra (Figura 2.6).



**Figura 2.6.** Escarificación de semilla con agua caliente.

- **Método 2. Ácido sulfúrico:** consiste en el uso de ácido sulfúrico concentrado a razón de un volumen por cada 25 volúmenes de semilla. La semilla debe colocarse en un recipiente de vidrio, se remoja y agita constantemente con el ácido de 15 a 30 minutos y luego se lava con un flujo continuo de agua hasta retirar la totalidad del ácido. Para la utilización de este método se requiere de mucha precaución por el peligro que implica la exposición del personal al ácido (Figura 2.7) (Hartley, 1983).



**Figura 2.7.** Escarificación con ácido sulfúrico.

- **Método 3. Escarificación mecánica:** este método puede utilizarse en pequeña o gran escala y consiste en la abrasión o golpeado de las semillas, utilizando

una caja con el fondo recubierto de papel lija. Otra forma de usar esta técnica es colocando la semilla sobre una parte abrasiva y frotándola con una lámina de goma. Debe tenerse la precaución de no frotar la semilla con demasiada fuerza para evitar daños.

En plantaciones de los Llanos Orientales han tenido éxito en la escarificación de semillas de *Mucuna bracteata* con cuchillo o con cortaúñas, la cual consiste en realizar un pequeño corte a la semilla, teniendo precaución de no cortar el embrión.

### Inoculación de semillas leguminosas

Una de las características relevantes de las leguminosas es su capacidad para utilizar el nitrógeno de la atmósfera por medio de la relación simbiótica de sus raíces con bacterias, generalmente del género *Rhizobium*. Estos organismos se encuentran en casi todos los suelos y están asociados con la fijación biológica de este nutriente, el cual se libera en el suelo por medio de la descomposición de las leguminosas, quedando disponible para otros cultivos.

Aunque es posible que las leguminosas no inoculadas formen nódulos con una o más cepas de *Rhizobium* nativas del suelo, es recomendable realizar la inoculación de las semillas con cepas específicas de rizobios para la leguminosa que se desea cultivar (CIAT, 1988), por cuanto las poblaciones de estas bacterias nativas varían en cantidad, especificidad y efectividad.

Para las especies que requieren ser inoculadas con cepas específicas, existen en el mercado varias opciones de inoculantes disponibles. Su aplicación puede realizarse por métodos directos e indirectos. Con el método directo, el inóculo se mezcla con la semilla antes de la siembra; mientras que con el indirecto, las semillas se siembran sin inocularlas y el inóculo se aplica después al suelo (Roughley, R. J., 1981).

Actualmente, la aplicación a la semilla es la más utilizada, por su facilidad, economía y eficiencia. Algunos métodos para inoculación de semillas leguminosas son:

- **Inoculación en seco:** consiste en la aplicación pulverizada del inóculo a la semilla, aunque es inefi-

ciente por su baja adherencia. Puede ser útil para inocular grandes cantidades de semilla y en áreas donde no es necesario un alto número de rizobios por semilla.

- **Inoculación en suspensión:** es el método más utilizado y recomendado para áreas pequeñas. Consiste en la preparación del inoculante en una suspensión de sacarosa o goma arábica (solución al 10 %) o metil celulosa al 1 %, para permitir la adhesión del inóculo a la semilla. Después de mezclar el inoculante preparado con la semilla se deja secar a la sombra y luego se siembra.
- **Peletización de la semilla:** en este método se utilizan como adhesivos para el inoculante, soluciones de goma arábica (40 % peso/volumen) o metil celulosa (1,5 % peso/volumen). Después de la inoculación, las semillas se impregnan con una pequeña cantidad de carbonato de calcio o roca fosfórica. La peletización se recomienda cuando la siembra de semillas se va a realizar en suelos con pH entre 5,5 a 6,0 o cuando la semilla es sembrada en contacto con fertilizantes ácidos.

Por otra parte, la aplicación del *Rhizobium* al suelo en forma separada de la semilla, es útil cuando esta ha sido tratada con pesticidas dañinos a la bacteria o cuando las semillas tienen una testa tóxica, o bien, en siembras a gran escala en donde el tamaño y la gran cantidad de semilla hacen inapropiado el uso de otro método. Para estos casos se ha trabajado la inoculación líquida y la sólida.

También se puede inocular material vegetativo, como en el caso de los estolones de *Arachis pintoii*, para el que se recomienda preparar una mezcla de 2 kg de inoculante, 1.200 ml de melaza y 40 litros de agua (no tratada), realizar la mezcla y asperjarla sobre el material vegetativo poco antes de ser sembrado (ASD, 1996).

- **Procedimiento para la inoculación de semilla de leguminosas de cobertura en palma de aceite:** a continuación se describen los pasos para la preparación de 10 kilogramos de semilla con *Rhizobium* (Franco, 2002):

1. Escarificar la semilla por medios mecánicos o químicos.
2. Preparar la solución adherente realizando la mezcla de agua con goma arábica o con azúcar. Si se utiliza goma arábica, se pueden mezclar 200 g de goma por litro de agua o preparar la solución al 40 % de goma arábica, agregando 40 partes de goma por 100 de agua limpia y dejando disolver la mezcla durante 12 horas, de acuerdo a las recomendaciones del CIAT. En lugar de utilizar goma arábica se puede realizar la mezcla de agua con azúcar, en la cual se adicionan de 6 a 7 cucharadas soperas de azúcar por un litro de agua (aproximadamente 250 g de azúcar por litro de agua). Sin embargo, la mezcla con goma arábica es la más recomendable.
3. Colocar en un recipiente el inoculante según la cantidad de semilla a tratar (500 g de inoculante para 10 kg de semilla); mezclar uniformemente el inoculante con un litro de solución adherente.
4. Agregar la solución inoculante a 10 kg de semilla, mezclar uniformemente hasta que empiece a separarse las semillas unas de otras, luego se procede a peletizar la semilla (Figura 2.8).



**Figura 2.8.** Inoculación de la semilla de leguminosa: A) Preparación de solución adherente. B) Mezcla del inoculante con la solución adherente y C) Aplicación del inoculante a la semilla.

5. La peletización de la semilla se puede realizar adhiriendo carbonato de calcio, roca fosfórica o carbón vegetal molido, aproximadamente 200 g por 1 kg de semilla inoculada, se mezclan con la mano hasta cubrir las de manera homogénea.
6. Por último, se deben extender las semillas a la sombra hasta secarlas por unos 20 minutos y luego se procede a realizar la siembra inmediatamente (Figura 2.9).



**Figura 2.9.** A) Peletización de la semilla. B) Secado de la semilla después de peletizada.

Las semillas tratadas no se deben guardar durante mucho tiempo antes de la siembra porque el *Rhizobium* puede perder su efectividad por la acción de toxinas que produce la misma semilla.

- **Dosis del inoculante:** el inoculante que se va a utilizar debe contener por lo menos  $10^8$  células de *Rhizobium* por gramo, y al agregarlo se debe usar en can-

tidad suficiente para proporcionar un mínimo de 5.000 células por semilla. La cantidad agregada por gramo se puede calcular de acuerdo con el tamaño de las semillas, ya que las pequeñas que tienen 700 semillas/g como el *Desmodium ovalifolium* necesitan mucho más inoculante que las semillas grandes como *Centrosema* sp. que tiene 20 a 30 semillas/g (CIAT, 1982).

Es posible usar una cantidad de inoculante mayor que la recomendada, pero no tanto como para que cubra totalmente la semilla, porque se afectaría la adhesión de la roca fosfórica en la peletización. En la Tabla 2.2, se muestran algunas cantidades de inoculante calculadas para tres categorías de tamaño de semillas leguminosas forrajeras, usando inoculante con  $10^8$  células de *Rhizobium* por gramo.

**Tabla 2.2.** Cantidades de inoculante calculadas para tres categorías de tamaño de semillas de leguminosas (CIAT, 1982).

Tamaño de la semilla	Dosis de inoculante (g/kg semilla)	Ejemplos		
		Leguminosa	Semillas/gramo	<i>Rhizobium</i> <sup>1</sup> /semilla
Grande	5	<i>Leucaena leucocephala</i>	20	25.000
		<i>Centrosema pubescens</i>	30	16.667
		<i>Pueraria phaseoloides</i>	80	16.300
Mediana	25	<i>Codariocalyx gyroides</i>	200	12.500
		<i>Desmodium canum</i>	200	12.500
		<i>Stylosanthes capitata</i>	500	5.000
Pequeña	50	<i>Desmodium ovalifolium</i>	700	7.142
		<i>Zornia latifolia</i>	1.000	5.000

<sup>1</sup> Cantidad calculada de células de *Rhizobium*.

- **Recomendaciones de uso del inoculante:** según CIAT (1982), antes de llevar a cabo la inoculación, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
  1. Si la semilla viene tratada con fungicidas, se deben lavar y secar antes de la inoculación, ya

que hay varias casas comerciales que envían las semillas después de tratarlas con fungicidas que pueden ser tóxicos para el *Rhizobium*.

2. El inoculante se debe almacenar en cuarto frío o nevera, aproximadamente a 4 °C, ya que es

un producto perecedero. En estas condiciones, el inoculante se puede mantener por un periodo máximo de seis meses.

3. El inoculante está empacado en un plástico muy delgado para facilitar la respiración de la bacteria. Para evitar la ruptura de los empaques, es recomendable envolverlos en papel o tela no plástica para no inhibir la respiración de los rizobios.
4. Es necesario inocular el mismo día en que se va a sembrar; se permite hasta 24 horas desde la inoculación a la siembra. Si no es posible hacer la siembra y han transcurrido más de 24 horas de haber inoculado las semillas, estas se deben lavar e inocular nuevamente.
5. El inoculante debe permanecer en nevera a 4 °C antes de utilizarlo. No emplear el inoculante después de la fecha de vencimiento que indique la etiqueta.
6. No debe exponerse el inoculante ni las semillas inoculadas al sol.

### Práctica 2.3. Acondicionamiento de las semillas de leguminosas de cobertura antes de la siembra

#### Objetivo

Al finalizar esta práctica los participantes estarán en capacidad de preparar las semillas de tres especies de leguminosas.

#### Orientaciones para el facilitador

Para asegurar un buen desarrollo de la práctica se sugiere al facilitador considerar lo siguiente:

- Compartir con los participantes el objetivo de la práctica y solicitarles que tengan en cuenta los procedimientos entregados para realizar la escarificación e inoculación de semillas.
- Solicitar que conformen tres grupos de trabajo y que seleccionen un representante para exponer sus resultados en la plenaria.
- Entregar a cada grupo el procedimiento de la práctica, leer las instrucciones de los participantes, cerciorándose de que hayan comprendido en su totalidad.
- En el salón, entregar a cada grupo los materiales necesarios y las dosis correspondientes, tanto de las semillas como de los insumos, para preparar el inoculante.
- Teniendo en cuenta que después de realizar la escarificación de las semillas, se deben secar antes de ser inoculadas, debe escarificar la misma cantidad de semilla el día anterior a la práctica, con el fin de tener la semilla lista para continuar con el procedimiento de inoculación.
- Ordenar iniciar la práctica e informarles que tienen dos horas para su ejecución.

#### Recursos necesarios

- Azúcar (aproximadamente una libra por cada grupo de trabajo)
- Goma arábica (50 gramos por grupo de trabajo)
- Disponibilidad agua corriente
- 3 baldes de 3 litros para cada grupo
- Semilla de leguminosa (100 g por cada especie)
- 15 gramos de *Rhizobium*
- Roca fosfórica (20 gramos)
- Báscula
- Formatos de cálculo de dosis del inoculante y evaluación de calidad del proceso
- 45 minutos para desarrollar la práctica y 20 minutos para explicar los resultados y dar la información de retorno

#### Instrucciones para los participantes

- Cada grupo debe identificar los materiales de trabajo y su adecuado uso en el proceso.
- Seguir el procedimiento suministrado por el facilitador de manera activa durante el desarrollo de la práctica.

- Antes de iniciar con la práctica cada grupo debe determinar la dosis adecuada de *Rhizobium* que se utilizará en la inoculación (Tabla 2.3). Para ello, deben realizar el siguiente procedimiento teniendo en cuenta lo visto en el componente teórico.

**Tabla 2.3.** Formato de registro de dosis de inoculante requerido

Especie leguminosa	Tamaño de la semilla	NºSemilla/gramo	Cantidad de semilla	Inoculante g/kg semilla	Dosis del inoculante requerida (g)

$$DIR = \text{Inoculante (g / kg)} \times \text{Cantidad semilla}$$

Donde:

DIR: Dosis del inoculante requerida en la práctica, en gramos

Inoculante (g/kg): es la dosis del inoculante que debe utilizarse según el tamaño y número de semillas por gramo.

Cantidad de semilla: es la cantidad total que se utiliza en la práctica.

- Manipular cuidadosamente las semillas y los materiales suministrados.
- Dispondrán de una hora para realizar la práctica y 30 minutos para discutir en la plenaria los resultados.

cree usted pueden verse afectados los costos de establecimiento de las coberturas leguminosas?

## Información de retorno de la práctica

### 2.3

Con los resultados finales de la práctica, el facilitador abrirá un panel de discusión con los participantes, mediante el cual se busca afianzar los conocimientos adquiridos. Para ello, se recomienda realizar una serie de preguntas orientadoras, tales como las sugeridas a continuación:

- ¿Cómo les pareció la práctica?
- ¿Qué dificultades encontraron en la práctica?
- ¿Considera importante realizar la escarificación e inoculación de las semillas antes de sembrarlas?, ¿Por qué?
- Si no se realiza un adecuado acondicionamiento de las semillas antes de sembrarlas en campo ¿Cómo

## Siembra de coberturas leguminosas en cultivos comerciales de palma de aceite

Posterior a la preparación del suelo y las semillas, el siguiente paso corresponde a la siembra en el campo. En este tema es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

### Cantidades de semilla por unidad de área

El requerimiento de semilla por unidad de área está condicionado por varios factores, dentro de los que se incluyen la pureza y porcentaje de germinación, así como la presencia de malezas y su agresividad (Peters, M. *et al.*, 2003). Dependiendo de lo anterior, es factible el uso de mayores o menores cantidades de semilla para conseguir una población adecuada de plantas que proporcionen un rápido establecimiento y buena cobertura del suelo (Arias, N. *et al.*, 2009).

En la Tabla 2.4 se muestra un listado de las cantidades de semilla recomendadas de algunas especies de leguminosas:

**Tabla 2.4.** Cantidades de semilla recomendadas por especie (Arias *et al.*, 2009)

Especie	Dosis recomendada (kg/ha <sup>-1</sup> )	Número de semillas por kilogramo
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Kudzú)	3 - 4	16.000
<i>Desmodium ovalifolium</i>	2 - 3	600.000
<i>Desmodium heterocarpon subsp. ovalifolium</i> cv Maquenque	1 - 2	600.000
<i>Mucuna bracteata</i>	0,75	3.846
<i>Flemingia macrophylla</i>	2 - 3	550.000
<i>Centrosema molle</i> y <i>macrocarpon</i>	3 - 4	<i>Macrocarpon</i> (22.000), <i>molle</i> (32.000)
<i>Desmodium ovalifolium</i> + <i>Pueraria phaseoloides</i>	2 : 1	----

## Época de siembra

Está relacionada con la distribución de la lluvia durante el año. Para la siembra de coberturas leguminosas se recomienda hacerla al comienzo de la época de lluvias ya que estas no son muy frecuentes e intensas y pueden favorecer la germinación y la emergencia rápida de las plántulas.

## Sistemas de siembra

Este punto se refiere a la distribución de las semillas de leguminosas sobre el suelo o el área de siembra y se puede hacer de manera manual o mecánica. A continuación se describe cada uno de ellos:

- **Al voleo:** este tipo de la siembra permite una distribución al azar de la semilla. Puede realizarse de forma manual, con sembradora de mano o con voleadora acoplada a un tractor.

En el voleo manual con esparcidora o voleadora, la semilla se deposita en una “voleadora”, que consta de una tolva con capacidad de 5 a 10 kilos, un dispositivo de paso, que gradúa la cantidad de semilla a salir y un plato, que gira al accionarse manualmente y permite el voleo de la semilla (Figura 2.10). Para el caso de semillas pequeñas, se recomienda la

mezcla de la semilla con arena o un producto de peso similar para aumentar el volumen a sembrar y garantizar la siembra de la cantidad de semilla recomendada por unidad de área.



**Figura 2.10.** Siembra de leguminosas al voleo con sembradora de mano.

Para todos los métodos de voleo manual de la semilla, una vez depositada en el suelo, es conveniente taparla para garantizar su germinación. El tapado se puede realizar con rastra o usando sacos, ramas de arbustos o rodillos a una profundidad no mayor a 2 cm, dependiendo del tamaño de la semilla. Las semillas pequeñas es recomendable sembrarlas entre 1 y 1,5 cm de profundidad y las semillas grandes entre 1,5 y 2 cm.

En el voleo realizado manualmente, el personal carga un balde o un costal lleno de la semilla, va cami-

nando por las calles y arroja los granos de la manera más uniforme posible en toda el área. Aunque es un método poco preciso al ser dependiente totalmente de la habilidad del operario es muy utilizado por su bajo costo (Figura 2.11).



Figura 2.11. Siembra manual al voleo

- **Al chuzo (espeque):** consiste en realizar agujeros distanciados entre 30 y 40 cm o 60 y 80 cm dependiendo del porcentaje de germinación de la semilla. Se hace de forma triangular, en zigzag o franjas por la calle de siembra y en ellos se deposita la semilla de la leguminosa seleccionada. Existen varios tipos de sembradoras, tal es el caso del observado en la Figura 2.12, el cual proporciona 8 semillas por descarga. Si se siembra cada 30 o 40 cm en forma triangular y a una profundidad entre 1 y 2 cm con este dispositivo, se pueden aplicar entre 3 y 4 kg/ha<sup>-1</sup> de semilla. El rendimiento del operario con este equipo es de 2,5 a 3 hectáreas por día.



Figura 2.12. Dispositivo para la siembra a chuzo

- **Siembra con material vegetativo:** el establecimiento de coberturas leguminosas con material vegetativo (cepas, tallos o estolones) es recomendable cuando la tasa de germinación de las semillas es bajo, hay escasa disponibilidad de semilla y/o tiene un alto precio comercial. Es conveniente establecerlas en los meses de mayor precipitación, con el fin de asegurar un buen desarrollo de las plantas, ya que el éxito de la propagación depende en gran parte de la humedad constante del suelo durante las semanas siguientes a la siembra (CIAT, 1991).

Los tallos o estolones de las especies se cortan a ras del suelo y se distribuye uniformemente en el lote de forma manual abriendo hoyos continuos sobre surcos, colocando la planta dentro de ellos y, finalmente, tapando parcialmente con pala o azadón o de forma mecánica utilizando sembradora. Otra manera de hacerlo es distribuir manualmente el material o desde un remolque, garantizando un esparcimiento uniforme e inmediatamente después se realiza uno o dos pases de rastrillo.

Se debe sembrar el mismo día del corte o máximo dos o tres días después, en cuyo caso se debe almacenar a la sombra esparcido sobre el piso y en una capa delgada para evitar que se caliente internamente, y mojarlo diariamente con un poco de agua.

Es importante que el material provenga de plantas sanas y vigorosas con puntos de crecimiento viables y que no estén deshidratados. Dentro de las especies de coberturas leguminosas más utilizadas en palma de aceite y que pueden establecerse mediante este sistema de siembra está el *Desmodium heterocarpon subsp ovalifolium*, *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna bracteata* y *Arachis pintoi* (Peters et al., 2003).

- **Siembra con plántulas de vivero:** algunas especies leguminosas, por su baja tasa de germinación, alto costo y dificultad para establecerse por estolones, requieren inicialmente de viveros y trasplantarse después al campo cuando las plántulas alcanzan alrededor de 15 cm de altura (Figura 2.13).



**Figura 2.13.** Vivero para la producción de plántulas de *Mucuna bracteata*

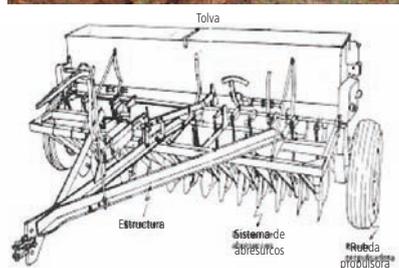
- **Siembra mecánica:** método recomendado cuando se requiere sembrar grandes áreas y el terreno es relativamente plano y libre de obstáculos. Según Rankine y Fairhurst (1998), el procedimiento adecuado de siembra de leguminosas con sembradoras es el siguiente:

1. Se debe calibrar la sembradora para que entregue la cantidad requerida de semillas y fertilizante.
2. Llenar las cajas de la sembradora (tolvas) con la semilla y fertilizante (opcional). En ocasiones se recomienda añadir aserrín o arena a la semilla para obtener la dosis de siembra requerida y para la distribución uniforme de semillas en las cajas de la sembradora.
3. Realizar la siembra en la misma dirección de las hileras marcadas del cultivo de palma.
4. El tractor debe mantener una distancia de por lo menos 1 m de las hileras de palma y si no se

han sembrado aún, debe guiarse con el estaqui-llado que señala la ubicación de las palmas.

Algunas alternativas para la siembra mecanizada de especies leguminosas son:

- **Siembra con encladora:** la semilla se mezcla con arena, cal o roca fosfórica para aumentar el volumen y garantizar la densidad de siembra deseada. Se recomienda amarrar a la encladora un palo o una cadena pesada para realizar el tapado de la semilla.
- **Sembradora de semillas:** existen varios prototipos de sembradoras, las cuales están conformadas por un conjunto de piezas que incluyen un disco trozador, un disco abresurcos, un cobertor y una rueda de apisonamiento (Figura 2.14)



**Figura 2.14.** Implementos para la siembra mecanizada de leguminosas. Fotos: CIAT.

- **Voleadora acoplada a un tractor:** es importante determinar el ancho de cubrimiento de la semilla voleada para depositar la cantidad de semilla deseada por unidad de área y evitar que queden áreas sin sembrar. En la parte trasera de la voleadora se debe acoplar un sistema que permita tapar la semilla sembrada: ramas, palos o cadenas (Figura 2.15).



**Figura 2.15.** Siembra y tapado de la semilla utilizando voleadora mecánica.

A continuación se brindará información sobre el tipo de siembra que se puede utilizar para algunas especies de leguminosas (Tabla 2.5):

**Tabla 2.5.** Especificaciones de siembra de algunas especies de coberturas leguminosas

Especie	Método y material de siembra	Densidad (Kg/ha)	Consideraciones
<i>Desmodium ovalifolium</i> (Pérez, R. <i>et al.</i> , 2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al voleo</li> <li>• Por chuzo</li> <li>• Vegetativo</li> </ul>	1 – 2	La profundidad de siembra no debe exceder 1 cm
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Kudzú)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al voleo</li> </ul>	4-5	Si el área tiene muchas malezas se limpian caminos de 1 m de ancho y se siembra o se hacen plateos en las interlíneas donde se siembra y de allí se difunde al resto del área
<i>Mucuna bracteata</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por chuzo</li> <li>• Vegetativo</li> </ul>	380 – 420 plantas por hectárea	La tasa de germinación en campo es baja, por eso se recomienda hacer viveros
<i>Centrosema molle</i> (Schultze R. <i>et al.</i> , 1997)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al voleo</li> <li>• Por chuzo</li> </ul>	3,3 – 4,4	Se puede tapar hasta una profundidad de 5 cm
<i>Canavalia brasiliensis</i> (Franco. L.H. <i>et al.</i> , 2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al voleo</li> <li>• Por chuzo</li> </ul>	25-30	La profundidad de siembra puede ser de 1 a 3 cm
<i>Cratylia argentea</i> (Lascano, C. <i>et al.</i> , 2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por chuzo</li> <li>• Vegetativo</li> </ul>	4	Se recomienda sembrar en los bordes de los canales Si se realiza el establecimiento por trasplante, se debe sembrar en bolsas y mantener el vivero de las plantas dos meses antes del inicio del periodo de lluvias
Mezcla <i>Desmodium ovalifolium</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al voleo</li> <li>• Por chuzo</li> </ul>	<i>Desmodium:</i> 1 <i>Kudzú:</i> 2	

## Ejercicio 2.1. Identifiquemos los sistemas de siembra de coberturas leguminosas

### Objetivo

Al finalizar este ejercicio los participantes estarán en capacidad de identificar el momento adecuado y los diferentes métodos de siembra, según la especie de cobertura leguminosa que se desee establecer.

### Orientaciones para el facilitador

Para asegurar el éxito del desarrollo del ejercicio se sugiere al facilitador tener en cuenta las siguientes apreciaciones:

- Compartir con los participantes el objetivo del ejercicio.
- Entregar a cada participante el cuestionario de respuesta múltiple y brindar una explicación de él, cerciorándose de que lo hayan entendido.
- Informarles que disponen de 30 minutos para responder el cuestionario.
- Coordinar la evaluación final de la actividad con los participantes.

### Recursos necesarios

- Lápiz, tajalápiz y borrador
- Cuestionario de selección múltiple con única respuesta

### Instrucción para los participantes

El participante deberá estar atento a las indicaciones del facilitador y al finalizar el cuestionario deberá socializar sus inquietudes con el grupo sobre el tema tratado. Para esto se dispondrá de 20 minutos.

Cuestionario de selección múltiple y única respuesta.

1. ¿Cuál es el método de siembra manual, que permite distribuir la semilla en campo de forma triangular, en *zigzag* o franjas?
  - a. Al voleo
  - b. Sembradora manual
  - c. Al chuzo (espeque)
  - d. Sembradora mecánica
2. Las siguientes son características de una sembradora manual de semillas:
  - a. Consiste de una caja liviana y una rueda. La tolva tiene una capacidad de 5 kg o más y es activada manualmente por un mano giratorio que acciona un plato para arrojar las semillas.
  - b. Es un equipo conformado por un palín que está unido a un tubo de PVC en donde se coloca la semilla. Puede ser utilizado por un operario.
  - c. Consiste en cortar a ras del suelo los tallos o estolones de las leguminosas para sembrarlas después manualmente en campo.
  - d. Un operario carga un balde o costal con la semilla, la cual arroja aleatoriamente sobre las calles preparadas para la siembra.
3. Se recomienda hacer la siembra de semillas de leguminosas cuando comienza la época de lluvia. ¿Por qué?
  - a. Permite realizar eficientemente las labores de siembra
  - b. Mantiene la viabilidad de las semillas
  - c. Permite la adecuada germinación de las semillas
  - d. Impide el crecimiento de malezas que compitan con las coberturas leguminosas
4. ¿Cuáles son las condiciones que deben tenerse en cuenta para determinar la cantidad de semillas a sembrar?
  - a. Aspectos económicos
  - b. El hábito de crecimiento de las coberturas leguminosas
  - c. Condiciones de la época de siembra
  - d. Calidad, porcentaje de germinación, agresividad de las malezas y extensión del área a sembrar

5. Las especies de leguminosas como el *Desmodium ovalifolium* se puede establecer en campo utilizando los siguientes métodos:
- Al voleo
  - Por chuzo
  - Vegetativamente
  - Todas las anteriores

### Información de retorno del ejercicio 2.1.

La información de retorno permite al facilitador revisar el aprendizaje de los conocimientos en la capacitación, de forma tal que se puedan identificar los aspectos relevantes sobre el tema, se manifiesten las inquietudes y se afiancen los conocimientos adquiridos. Para ello,

después de evaluar el cuestionario se recomienda realizar una serie de preguntas orientadoras, tales como las que se sugieren a continuación:

- ¿Qué aspectos adicionales a los observados son importantes para tener en cuenta al realizar el establecimiento en campo de una cobertura leguminosa?
- ¿Conocen otros métodos de siembra de coberturas leguminosas?, ¿Cuáles son?
- ¿Cómo realiza la siembra de coberturas leguminosas en su plantación?
- ¿Considera que el ejercicio le aporta a un mejor conocimiento sobre la siembra de leguminosas en campo?

### Bibliografía

- Acosta, A. E.; Pardo, B. O.; Durán, C. C. V.; Gualdrón, A. R. y Soto, G. G. 1995. Fascículo 3 Establecimiento de pasturas en suelos ácidos de Colombia. En: Zapata V. y Durán C. V. (eds). Capacitación en tecnologías de producción de pastos. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia. 165 p.
- Amodu, J.T. *et al.*, 2000. Effect of hot water and acid treatment on establishment of *Leucaena leucocephala*. *Seed Research*. 28:226.
- Arias, N.; Obando, O.; Motta, D.; Mosquera, M.; Gómez, L.; Franco, P.; Álvarez, M.; Betancourt, F.; Díaz, D.; Bernal, P. 2008. Principios agronómicos para el establecimiento de una plantación de palma de aceite. Cenipalma. Bogotá. P86-91.
- Association of Official Seed Analysts. Seed Vigor Test Committee. Seed vigor testing handbook. [S.l.], 1983. 88p. Handbook on Seed Testing, Contribution, 32.
- ASD, 1996. Coberturas vegetales en palma aceitera. En: Curso Internacional de Palma Aceitera (XXV. Febrero, 1996: San José, Costa Rica). Artículo 14, p 16.
- ASD, 1996. Inoculación y peletización de semilla de leguminosas. En: Curso Internacional de Palma Aceitera (XXV. Febrero, 1996: San José, Costa Rica). Artículo 15, p 2.
- Bevan, J. W. L. and Gray, B.S. 1969. *The Organization and control of field practices for large scale Oil Palm Plantings in Malaysia. The Incorporated Society of Planters*. P.O. Box 262. Kuala Lumpur. Malaysia. 171 p.
- CIAT, 1982. Manual para la evaluación agronómica, Red internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Editor Técnico: José M. Toledo. Cali, Colombia. P 83-89.
- CIAT, 1988. Legume – Rhizobium Symbiosis: Evaluation, Selection and Agronomic Management. Study guide. Cali, Colombia. 77 p.
- CIAT, 1991. Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de investigación. Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Cali, Colombia. P 189-208.

- Costa, N.P.; Franca Neto, J.B.; Krzyzanowski, F.C.; Henning, A.A.; Oliveira, M.C.N. 1998. *Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de soja*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília (en prensa).
- FAO. 1992. Manual de labranza para América Latina. Boletín de suelos de la FAO 66. FAO. Roma.
- Franca Neto, J.B.; Pereira, L.A.G.; Costa, N.P. 1985. *Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja*. In: Franca Neto, J.B.; Henning, A.A. 1985. Diagnóstico completo da qualidade da semente de soja - Versão Preliminar. Londrina: Embrapa-CNPSO. 9-43 p.
- Franco P. 2002. Características generales de las coberturas leguminosas en cultivos perennes (información no publicada). Cenipalma, Santafé de Bogotá. 22 p.
- Franco, L.; Calero, D.; Durán, C. 2007. Manual de establecimiento de pasturas. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Cali, Colombia. 27 p.
- Garzón, E. 2011. Taller de manejo integrado de suelos en la Zona Norte. Documento de trabajo. Convenio de Cenipalma-SENA-SAC.
- Hartley, L., W., S. 1983. La palma de Aceite. Compañía Editorial Continental S.A. México. 958 p.
- Lakon, G. The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seeds. Plant Physiology, Bethesda, v.24, p.389-394, 1949.
- Lascano, C.; Rincón, A.; Plazas, C.; Avila, P.; Bueno, G.; Argel, P. 2002. Veranera (*Cratylia argentea*) Kuntze: Leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con periodos prolongados de sequía en Colombia. Villavicencio, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 28 p.
- McRae, S. 1988. Practical Pedology, studying Soil in the Field. John Wiley & Sons, Toronto, Canada.
- Moore, R. Tetrazolium staining for assessing seed quality. In: Seed ecology. Heydecker, W. ed. London: Butterworth, 1973. P.347-366.
- Munévar, F. 1998. Problems of soils planted with oil palm in Colombia. En: Revista Palmas, 19, 218-228 p.
- Owen, B. (1992) Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) nutrition in Colombia. Palmas, 13 No. 2, 39-62 p.
- Owen, B. (1995) State of the main physical-chemical characteristics of the soils cultivated in oil palm in the Colombian Orinoco region. Palmas, 16 No 1, 31-39 p.
- Pérez, R.; Cipagauta, M.; Schmidt, A.; y Lascano, C. 2002. Cultivar Maquenque – *Desmodium heterocarpon* (L.) DC. Subsp. *Ovalifolium* (Prain.) Ohashi (Accesión CIAT 13651): Leguminosa para usos múltiples en sistemas agropecuarios en Colombia. Villavicencio, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 31 p.
- Peters, M.; Franco, L.; Schmidt, A.; Hincapié, B. 2003. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centroamérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Cali, Colombia. P 31 -72.
- Rankine, I. R., and Fairhurst, T. (1998). *Field Handbook—Oil palm. Mature*. Vol. 3, Potash and Phosphate Institute, Singapore.
- Renault, P. 1970. Le traitement des graines de légumineuses de couverture. Conseils de l'IRHO No. 94. Oleagineux. V.25 No. 4. p. 205-206.
- Roughley, R. J. 1981. *The Storage, Quality Control, and use of legume seed inoculants*. In: Biological Nitrogen. p. 115-126.
- Schultze R.; Clements R.; Keller-Grein. 1997. Centrosema: Biología, agronomía y utilización. Centro de investigación de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia. 765 p.

- Sabiiti, E. 1983. Ecological studies on *Macroptilium atropurpureum* Urb. I Effects of pre-treating seeds with concentrated sulphuric acid, scarification, boiling and burning on germination. *Afr. J. Ecol.* 21:285.
- Sarmiento, M.; Schifino-Wittmann, M. 2000. Different treatments and their effects on germination of *Leucaena* seeds. *Revista Científica Rural.* 5:89.
- Serrato-Valenti, G, Cornara, L., Ferrando, M., and Modenesi, P. 1993. *Structural and histochemical features of Stylosanthes scabra* (Leguminosae; Papilionoideae) seed coat as related to water entry. *Can. J. Bot.* 71 p.



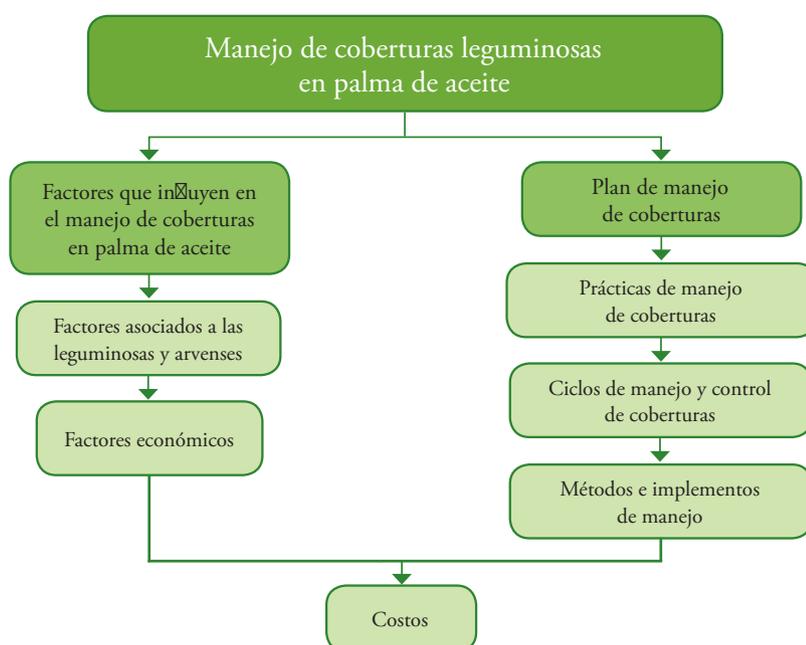
## Unidad Temática 3. Manejo de las coberturas leguminosas en cultivos de palma de aceite

Estructura de la unidad .....	83
Explicación de la estructura .....	83
Preguntas orientadoras .....	83
Objetivos .....	84
Introducción .....	84
Factores que influyen en el manejo de las coberturas.....	84
Prácticas de manejo de malezas y coberturas .....	85
Frecuencia del manejo de coberturas y malezas .....	86
Métodos de manejo y control de malezas y coberturas .....	86
Rendimiento de las labores .....	87
Ejercicio 3.1. Planificación de prácticas de manejo de las coberturas en el cultivo de la palma de aceite.....	88
Información de retorno del ejercicio 3.1 .....	89
Bibliografía.....	91



**Figura 3.** Implemento utilizado en el manejo de las coberturas en calles de cultivo.

## Estructura de la unidad



### Explicación de la estructura

En esta unidad de aprendizaje se abordará el conocimiento sobre el manejo adecuado de las coberturas leguminosas, partiendo de la definición de los factores que lo condicionan, referentes a los estados fenológicos de las leguminosas así como de las plantas acompañantes dentro del agrosistema de la palma de aceite. Teniendo en cuenta lo anterior, se discutirá la elaboración de un plan de manejo, considerando los ciclos y prácticas culturales exitosas desarrolladas en las plantaciones, así como su estructura de costos, punto de vital importancia en la sostenibilidad y competitividad del cultivo.

### Preguntas orientadoras

Por medio de una serie de preguntas, el facilitador discutirá con los participantes sobre su conocimiento en el manejo de coberturas leguminosas y arvenses en palma de aceite y dirigirá la socialización de sus experiencias en condiciones de plantación. Para esto, se sugiere realizar preguntas como:

- ¿Por qué es importante realizar un manejo adecuado de las coberturas leguminosas en palma de aceite?
- De acuerdo con su experiencia en plantación ¿Qué prácticas culturales y agronómicas se deben incluir en el manejo de coberturas leguminosas?

- ¿Cómo cree que influye el tipo de malezas en los ciclos y prácticas de manejo de coberturas?
- ¿Cuáles métodos de manejo de arvenses y coberturas conoce?, ¿Cuáles son los más aplicados?
- ¿Qué tipos de implementos son los más adecuados en el manejo de coberturas leguminosas?

## Objetivos

Al terminar el contenido de la presente unidad, el facilitador estará en capacidad de:

- Identificar los factores asociados a la toma de decisiones de manejo de coberturas en palma de aceite.
- Identificar el momento oportuno de manejo y control de coberturas en lotes, considerando la leguminosa establecida y el tipo de malezas presentes en el cultivo.
- Elaborar un plan de manejo de tres coberturas leguminosas, según sus características y los requerimientos del cultivo de palma de aceite.
- Determinar el costo de mantenimiento de una especie de leguminosa, con base en los criterios económicos y la información de referencia de dos plantaciones comerciales de palma de aceite.

## Introducción

Realizar un buen manejo de las coberturas en un cultivo de la palma de aceite es una actividad importante, tanto para el aprovechamiento de estas especies como para la logística de la plantación. El uso de implementos y técnicas adecuadas de manejo favorece la conservación de estas especies en el campo, maximizando sus beneficios para el cultivo, al tiempo que contribuye en el mejoramiento de la eficiencia de labores como la fertilización y los censos sanitarios. Adicionalmente, esta labor puede ser relevante en las actividades de polinización y cosecha, facilitando la identificación de inflorescencias en antesis y la recolección de fruto suelto con un mínimo de impurezas en los platos.

En esta unidad de aprendizaje se profundizará en los temas relacionados con los métodos de manejo de las coberturas en el cultivo de la palma de aceite y la

identificación de los diferentes factores que influyen en el éxito de estas labores. El desarrollo de esta unidad comienza con los referentes teóricos antes mencionados, los cuales se complementan al final con un ejercicio para afianzar el conocimiento de los participantes sobre el tema.

## Factores que influyen en el manejo de las coberturas

Las labores de manejo y control tanto de las coberturas como de las malezas, pueden presentar algunas variaciones dependiendo de diferentes factores. Estos pueden ser:

1. **Factores asociados a las plantas:** las labores de manejo y control tanto de las coberturas como de las malezas, pueden presentar algunas variaciones dependiendo de diferentes factores. Estos pueden ser:

En el caso de leguminosas como *Mucuna bracteata* y *Pueraria phaseoloides*, por ejemplo, son especies de hábito trepador que, una vez establecidas, compiten más fácil y rápidamente con las malezas que otras especies arbustivas o de crecimiento erecto cuyo crecimiento es más lento (*Desmodium heterocarpon*). Esto representa una ventaja debido a que las especies volubles pueden generar una cobertura completa del suelo en menor tiempo, pero implica también labores de manejo más rigurosas para evitar la invasión de las palmas jóvenes.

En el caso de las especies de leguminosas de lento crecimiento, las labores de manejo van dirigidas inicialmente a regular el desarrollo de las malezas para que la leguminosa logre establecerse completamente. En este sentido, las labores están encaminadas principalmente a reducir la altura y cobertura de la especie problema e interrumpir el ciclo reproductivo de las malezas, a fin de evitar la producción de semilla que a la larga terminaría en la proliferación de las plantas en el cultivo. Una vez establecidas, las coberturas no trepadoras pueden tener ventajas sobre las volubles ya que no son agresivas con el cultivo de palma, pueden generar buena cobertura y son más fáciles de manejar.

2. **Factores técnicos y económicos:** dentro de estos factores, cabe resaltar principalmente que el control de malezas y coberturas en el cultivo se realiza atendiendo algunas necesidades adicionales tales como la facilidad de movilización del personal y los implementos en labores de cosecha, polinización, manejo sanitario y fertilización, entre otros. En este sentido, el manejo y control de las coberturas obedece también a un requerimiento logístico del cultivo y debe considerar la frecuencia de estas labores. Adicionalmente, la disponibilidad de personal, implementos y recursos económicos juegan un papel fundamental en la regulación de los ciclos de manejo y control de las coberturas durante el año.

### Prácticas de manejo de malezas y coberturas

Dada la importancia de las coberturas en el cultivo de la palma de aceite, existen diferentes prácticas encaminadas a conservarlas, aprovechar sus beneficios y contrarrestar los posibles efectos negativos que puedan acarrear por su uso en la actividad económica principal. Estas actividades van de la mano con el control de malezas que compiten con el cultivo por agua y nutrimentos. Tales labores son:

- **Plateo:** corresponde al control de crecimiento de las malezas y las coberturas leguminosas, realizado con el fin mantener el área circundante de la palma completamente limpia para favorecer las labores agronómicas y evitar que la cobertura se trepe en las palmas afectando su desarrollo (Figura 3.1).
- **Desbejuado:** esta labor consiste en eliminar las plantas trepadoras que alcanzan a invadir las palmas jóvenes. Se realiza cuando los ciclos de control de malezas y coberturas en platos y calles de cultivo no se realizan oportunamente, situación que favorece el crecimiento excesivo de las plantas con efectos adversos para la palma (Figura 3.2).
- **Control de coberturas y malezas en calles (guachapeo):** si bien la cobertura leguminosa puede estar en buenas condiciones, frecuentemente alcanza alturas que limitan las labores agronómicas, principalmente

al reducir la movilidad del personal que las ejecuta. Esto es particularmente importante en las calles de tráfico del cultivo, en donde se hace necesario mantener la cobertura a baja altura (Figura 3.3).



Figura 3.1. Plateo en palma joven.



Figura 3.2. Palmas que requieren desbejuado.



**Figura 3.3.** Manejo de coberturas leguminosas en calles de cultivo

- **Poda:** en el caso de las leguminosas arbustivas establecidas junto a los canales de drenaje para la protección de sus taludes, se recomienda hacer podas para evitar su crecimiento excesivo, las limitaciones por sombrero y el taponamiento de los mismos por la caída de las ramas grandes. La frecuencia de la poda dependerá de la velocidad de crecimiento de la especie y se recomienda realizarla a 1 o 1,5 m de la superficie del suelo.
- **Control de arvenses y leguminosas en canales de drenaje:** el crecimiento de coberturas y arvenses puede taponar los canales de riego y drenaje, disminuyendo su eficiencia. Por tal razón, el control de estas especies en los canales es fundamental para mantener su adecuado funcionamiento. Esta labor se realiza cada dos o tres meses, dependiendo del tipo de especie a controlar, las dimensiones de los canales y su función, ya sea como colectores o canales principales. La limpieza de los canales debe realizarse iniciando desde la salida del canal principal y avanzando hacia el interior de los lotes por los canales secundarios y terciarios, con el fin de ir facilitando el movimiento del agua.

### Frecuencia del manejo de coberturas y malezas

Las prácticas de manejo y control de malezas y coberturas, de acuerdo con los parámetros anteriormente

mencionados, deben realizarse de manera periódica. En el caso de palmas jóvenes, se aconseja realizar el plateo hasta nueve veces por año; sin embargo, el conocimiento de la especie de leguminosa establecida, así como de las condiciones climáticas de la zona, permiten realizar los ajustes necesarios de los ciclos de manejo. Debido a que las malezas y leguminosas se reducen por efecto del sombrero en palmas adultas, el efecto del plateo es más duradero y solo es necesario hacerlo dos o tres veces por año.

Igualmente, el control de malezas y coberturas en las calles de cultivo también presenta una mayor frecuencia en palmas jóvenes que en las adultas, siendo necesario realizarlas cada mes y medio a tres meses en palmas jóvenes y dos veces por año en palmas adultas. La Tabla 3.1 contiene información adicional sobre las frecuencias de manejo de coberturas en palma de aceite.

### Métodos de manejo y control de malezas y coberturas

El manejo y control de las especies acompañantes del cultivo de la palma de aceite puede ser mecánico o químico. Las prácticas de manejo mecánico incluyen el corte de dichas plantas con machete o guadaña a ras de suelo, en el caso del plateo (Figura 3.4).



**Figura 3.4.** Plateo mecánico con guadaña

Para el caso de las calles de cultivo, el manejo puede hacerse por apisonamiento con el uso de rolos acopla-

dos a un tractor o a un sistema de tracción animal (Figura 3.5) o bien por corte a una determinada altura. El corte en las calles se realiza principalmente en las gramíneas y en menor medida en las leguminosas, con el fin de conservarlas y favorecer la rápida cobertura de las áreas problema. Para este último caso, el corte se hace dejando la cobertura a una altura entre los 30 y 50 cm, con el fin de favorecer el tránsito del personal y sus implementos, y para conservar la leguminosa.

El uso del rodillo es una alternativa muy buena para el manejo de las coberturas. Sin embargo, su implementación en campo debe realizarse atendiendo

algunos aspectos como la humedad del suelo y el tamaño de los tractores. En este método es conveniente utilizar los rodillos preferiblemente en condiciones de humedad del suelo cercanas a la capacidad de campo y no realizarlo bajo condiciones de suelos saturados o encharcados, ya que se puede incurrir en problemas como daño a la estructura del suelo, compactación y deterioro de la leguminosa. De igual manera, es de considerar el uso de tractores pequeños, fáciles de operar, ya que ejercen una menor presión sobre el suelo y la cobertura que los tractores grandes y más pesados (Figura 3.5).



**Figura 3.5.** Uso de rolos para el control de las coberturas en lotes de palma joven

Por otra parte, el método químico consiste en la aplicación de herbicidas de amplio espectro o específicos para el control de malezas de hoja ancha o angosta. El uso de este método es restringido en palmas menores a tres años, debido a que las hojas bajas están muy cerca del suelo y se pueden presentar quemazones y problemas de pudrición de ñechas. La fácil implementación, alta eficiencia y menor costo con respecto al control mecánico, hacen de este método una alternativa viable de manejo de malezas y coberturas en platos

de palma adulta, así como en los bordes y taludes de los canales de drenaje.

### Rendimiento de las labores

Los parámetros antes definidos permiten establecer los rendimientos de las labores y su influencia en los costos de producción. De manera general, en la Tabla 3.1 se documentan estos rendimientos, considerando algunas experiencias de manejo de coberturas en plantación:

**Tabla 3.1.** Rendimientos estimados de labores de manejo de coberturas en palma de aceite.

Labor	Método	Frecuencia		Rendimiento	Observaciones
		Palma joven	Palma adulta		
Plateo	Químico	45 a 60 días	4 a 6 meses	200 a 250 palmas/día	Con bomba de espalda
		45 a 60 días	4 a 6 meses	400 a 450 palmas/día	Con bomba motorizada. Puede aumentar el rendimiento hasta 600 palmas/día en palmas mayores de 3 años con poda de formación
	Mecánico con guadaña	45 a 60 días	4 a 6 meses	100-150 palmas/día	
	Manual	30 a 45 días	4 a 6 meses	80 a 100 palmas/día	
Limpieza de calles	Manual	60 a 90 días	120 a 180 días	0,6 a 0,7 ha/día	
	Mecánico con guadaña	60 a 90 días	120 a 180 días	1 a 1,5 ha/día	Muy útil en áreas con problemas de gramíneas
	Mecánico con rolo	60 a 90 días	120 a 180 días	5 a 6,5 ha/día	El rendimiento varía dependiendo de las condiciones de topografía y humedad del terreno
Control de malezas en canales	Químico	2 a 4 meses	2 a 4 meses		
	Mecánico con excavadora	1 vez al año	1 vez al año	400 m/día	

### Ejercicio 3.1. Planificación de prácticas de manejo de las coberturas en el cultivo de la palma de aceite

#### Objetivo

Al finalizar este ejercicio los participantes estarán en capacidad de elaborar un plan de manejo adecuado de las coberturas en palma de aceite acorde con el esquema general de labores de cultivo.

#### Orientaciones al facilitador

Se sugiere al facilitador tener en cuenta las siguientes consideraciones para el buen desarrollo del ejercicio:

- Socializar el objetivo del ejercicio, motivando a los asistentes a una participación activa.

- Realizar una breve introducción sobre la importancia agronómica y económica del manejo de coberturas y motivar a la participación de los asistentes mediante la socialización de sus experiencias. En este punto, se sugiere al facilitador realizar preguntas a los participantes que permitan establecer las condiciones en las que se desarrollará el ejercicio, tales como edades predominantes del cultivo, labores e implementos utilizados en la zona, costos de las labores, etc.
- Coordinar la formación de grupos de cuatro personas, teniendo en cuenta su dominio del tema. De esta manera, se buscará que los grupos queden conformados por personas con mayor experiencia en el manejo de coberturas con asistentes de menor conocimiento.

- Considerando la información obtenida anteriormente, el facilitador formulará dos escenarios de aplicación (palma joven y palma adulta) bajo las condiciones donde se desarrolle la capacitación. Para estos escenarios, el facilitador solicitará a los participantes la elaboración de un plan de manejo de coberturas acorde técnica y económicamente con los requerimientos del ejercicio.
- Distribuir entre los participantes los cronogramas a utilizar y los formatos respectivos para documentar las actividades y sus rendimientos.
- Facilitar la elección de un líder de grupo, quien será el encargado de socializar los resultados obtenidos del ejercicio.
- Dinamizar la discusión de los resultados.
- Participar activamente de las actividades propuestas.
- Contribuir a la conformación de los grupos de trabajo y seleccionar un líder que apoye la socialización de los resultados.
- Socializar los resultados y participar activamente en su discusión bajo la tutoría del facilitador.

### Información de retorno del ejercicio 3.1.

La información de retorno permite al facilitador verificar el aprendizaje en la capacitación, de forma tal que se puedan identificar los aspectos relevantes sobre el tema, se manifiesten las inquietudes y se afiancen los conocimientos adquiridos. Para ello, después de realizar las actividades propuestas, se recomienda al facilitador realizar una serie de preguntas orientadoras como las que se sugieren a continuación:

#### Recursos necesarios

- Tablero y marcadores
- Formato de elaboración del plan de manejo de coberturas con sus respectivos cronogramas
- Calculadora
- Lápices, borradores, tajalápiz

#### Instrucciones para los participantes

- Prestar atención a las indicaciones del facilitador.
- Aportar sus experiencias en el manejo de las malezas y coberturas, con el fin de enriquecer y dinamizar el ejercicio.
- ¿Qué aspectos adicionales consideraría en la elaboración de un plan de manejo de coberturas en la plantación?
- ¿Qué ventajas y limitaciones puede identificar en el desarrollo de otras labores del cultivo a partir del ejercicio realizado?
- ¿Qué factores están involucrados en la definición de costos de manejo de coberturas en su plantación?
- ¿Considera que el ejercicio contribuye al conocimiento de las actividades de manejo de coberturas en relación a la logística de producción del cultivo?

## Hojas de trabajo

### Cronograma de manejo de cultivo

Escenario: \_\_\_\_\_ Plantación: \_\_\_\_\_ Lote: \_\_\_\_\_ Material de siembra: \_\_\_\_\_

Edad de la palma: \_\_\_\_\_ Área considerada: \_\_\_\_\_ Densidad de siembra: \_\_\_\_\_

Actividad	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Censo y manejo de enfermedades													
Censo y manejo de plagas													
• Defoliadores													
• <i>Sagalassa valida</i>													
• <i>Strategus aloeus</i>													
Polinización													
Cosecha													
Fertilización													
Análisis foliares													
Manejo de coberturas y malezas													
Plateo													
Desbejuado													
Manejo de leguminosas en las calles													
Control de malezas en drenajes y canales de riego													

Presupuesto de actividades de manejo de coberturas

Actividad	Método de control	Rendimiento por jornal	Valor unitario (\$/palma)	Valor total (\$)
Plateo				
Guachapeo				
Desbejuado				
Control en canales				

## Bibliografía

- Arias, N.; Obando, O.; Motta, D.; Mosquera, M.; Gómez, L.; Franco, P.; Álvarez, M.; Betancourt, F.; Díaz, D.; Bernal, P. 2008. Principios agronómicos para el establecimiento de una plantación de palma de aceite. Cenipalma. Bogotá. 175 p.
- Fairhurst, T.; Hardter, R. 2012. Palma de aceite: manejo para rendimientos sostenibles. International Plant Nutritional Institute. 404 p.





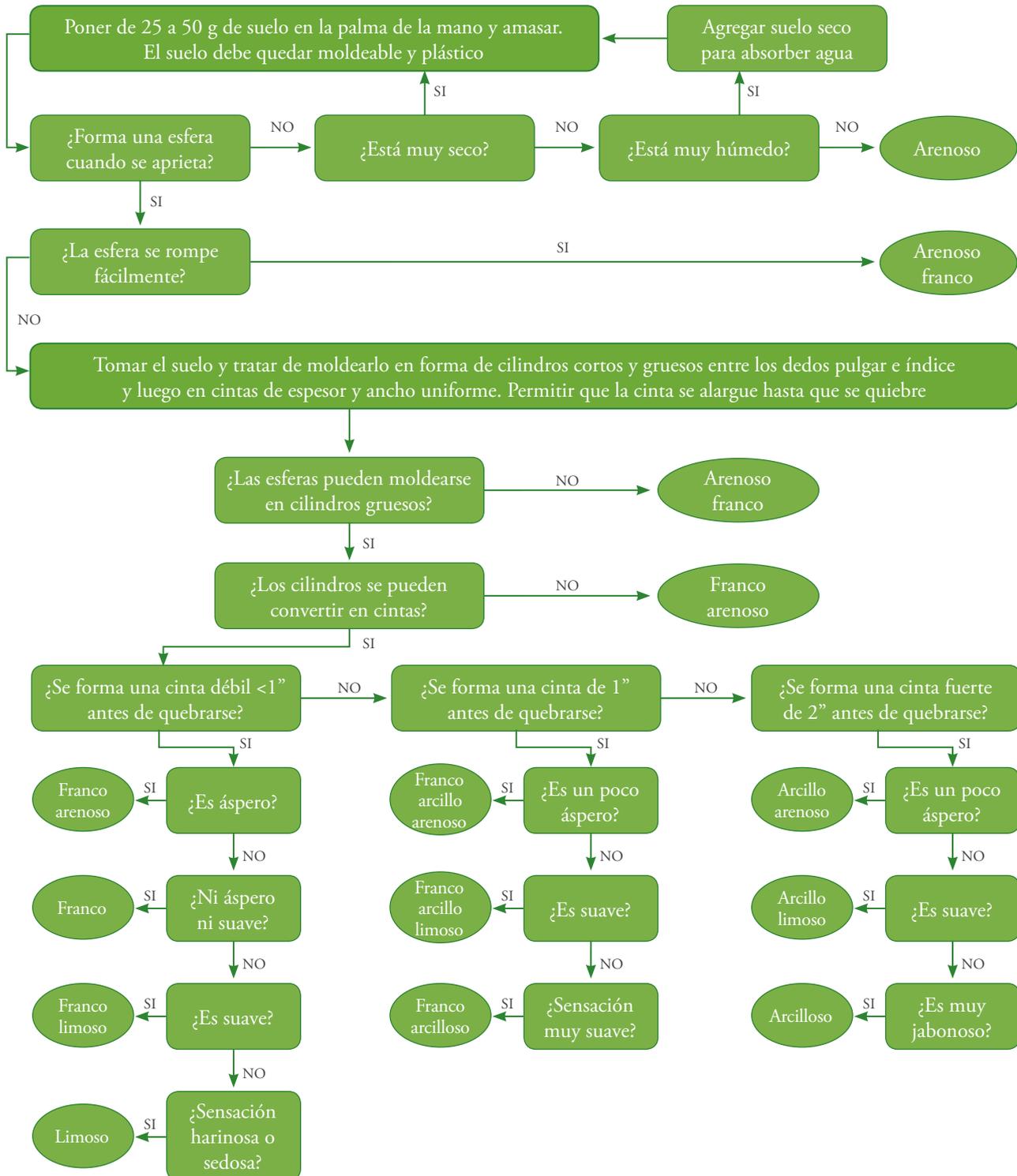
## Anexos

Anexo 1: Guía para la determinación de textura al tacto .....	95
Glosario .....	96



## Anexo 1

### Guía para la determinación de textura al tacto



## Glosario

**Actinomorfa o regular:** Flor que presenta tres o más planos de simetría, es decir, la forma de la flor se repite varias veces cuando esta es rotada sobre su eje al menos en tres ocasiones.

**Alelopatía:** fenómeno en el cual un organismo produce compuestos bioquímicos capaces de afectar el crecimiento, sobrevivencia o reproducción de otro organismo.

**Cepa:** es el conjunto de especies bacterianas que comparten al menos una característica.

**Dehiscencia:** apertura espontánea de una estructura vegetal, una vez llegada su madurez, para liberar su contenido.

**Densidad aparente:** relación entre el peso seco del suelo y su volumen, incluyendo su espacio poroso, es decir, manteniendo su conformación estructural original.

**Densidad de siembra:** cantidad proyectada de plantas a cultivar por unidad de área.

**Disposición alterna:** conformación en la cual se desarrolla una hoja u otra estructura de la planta por cada nudo del tallo.

**Disposición opuesta:** conformación en la cual se encuentran dos hojas u otras estructuras por cada nudo del tallo.

**Enmienda:** producto que se incorpora al suelo para modificar sus propiedades químicas.

**Entrenudo:** parte del tallo que se encuentra entre dos nudos.

**Erosión:** es la pérdida del suelo debida a la acción de agentes climáticos sobre la superficie, como la lluvia y el viento.

**Escardillo:** implemento agrícola que sirve para remover la tierra y arrancar malas hierbas de la misma.

**Escarificación:** es el proceso de romper o debilitar la cubierta de las semillas para favorecer su germinación.

**Escorrentía:** hace referencia al agua libre que circula sobre la superficie del suelo y se forma cuando la precipitación supera la capacidad de infiltración del suelo.

**Especificidad:** se refiere a que cada especie de leguminosa solo se relacionará con una determinada especie de *Rhizobium*.

**Estípulas:** apéndices foliáceos localizados en la base de las hojas que ayudan a proteger los primordios foliares en desarrollo.

**Estructura:** es el arreglo de las partículas del suelo para formar agregados.

**Fanerógamas:** grupo de plantas caracterizado por tener los órganos de reproducción visibles en forma de flor.

**Fijación biológica:** conversión de nitrógeno atmosférico ( $N_2$ ) en amoníaco ( $NH_4^+$ ), realizada por microorganismos libres (*Rhizobium*) o en asociación con plantas superiores (leguminosas).

**Foliolo:** cada una de las partes en las que se encuentra dividido el limbo de las hojas compuestas.

**Germinación:** es el proceso mediante el cual una semilla pasa de un estado de reposo o latencia a un estado de actividad para dar origen a una nueva planta.

**Glabro:** denominación dada a los organismos o partes de ellos carentes de pelo o tricomas.

- Hoja compuesta:** es cualquier tipo de hoja cuya lámina foliar está dividida en subláminas llamadas foliolos.
- Imbibición:** consiste en la absorción de agua por parte de la semilla ocasionando un hinchamiento de esta, aumentando su peso y su volumen, para dar paso a la germinación.
- Infiltración:** proceso de entrada del agua al suelo desde la superficie.
- Inflorescencia:** es una agrupación de flores en una planta.
- Inoculación:** proceso mediante el cual se agregan bacterias del género *Rhizobium* a las semillas de leguminosas.
- Labranza:** conjunto de operaciones que antecede la siembra y tiene por principal objetivo alterar algunas propiedades físicas del suelo, dejándolo en condiciones de recibir la semilla y favorecer el crecimiento inicial de la planta.
- Latencia:** condición de crecimiento suspendido en el cual las plantas, yemas o semillas no comienzan a crecer o desarrollarse hasta que se encuentran determinadas condiciones ambientales.
- Legumbre:** fruto, generalmente alargado, seco y dehiscente que se abre por la mitad a través de una fisura longitudinal para liberar las semillas. Es característico de las leguminosas.
- Línea fisural:** hendidura que se presenta en las semillas de las leguminosas, especialmente las mimosáceas.
- Lixiviación:** corresponde al desplazamiento de sustancias solubles debido al movimiento del agua en el suelo.
- Material vegetativo:** parte de una planta utilizada como material reproductivo.
- Nódulo:** agrupación de bacterias fijadoras de nitrógeno en las raíces de las leguminosas.
- Nudo:** zona del tallo de las que nacen las ramas.
- Palatabilidad:** cualidad de un alimento de ser agradable al paladar.
- Pinnada:** es la hoja compuesta en la cual los foliolos están dispuestos sobre un eje central llamado raquis. Puede ser paripinada si tiene un número par de foliolos o imparipinada si el número de foliolos es impar.
- Raíz pivotante:** sistema radical constituido por una raíz principal bien desarrollada, que crece verticalmente dentro del suelo, constituyendo el eje central del cual brotan las raíces secundarias.
- Regeneración:** es la capacidad biológica de un organismo vivo para reconstruir por sí mismo sus partes dañadas o perdidas.
- Rhizobium*:** género de bacterias fijadoras de nitrógeno que se denominan colectivamente rizobio. Viven en simbiosis con las leguminosas en nódulos formados en sus raíces.
- Simbiosis:** se define como la interacción o la relación cercana y persistente entre dos especies con beneficio mutuo. En el caso de las leguminosas, la planta suministra nutrientes y protección a los rizobios a cambio de nitrógeno atmosférico fijado por estas bacterias.
- Surcadora:** implemento agrícola utilizado para abrir surcos.
- Suspensión:** es una mezcla heterogénea formada por un sólido y un medio líquido.
- Tegumento:** capa que rodea a la semilla y la protege de agentes externos.
- Tetrazolio:** solución incolora de cloruro 2,3,5 trifeniltetrazolio usada como un indicador de varios procesos de reducción para diferenciar tejidos de semillas metabólicamente activas de aquellas inactivas.

**Textura:** proporciones de arena, limo y arcilla que se encuentran en una masa de suelo.

**Viabilidad:** es el periodo de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad de germinar.

**Yema:** brotes inmaduros encargados del crecimiento del tallo, hojas, ramas, flores o inflorescencias.

**Zarcillo:** es un órgano modificado que algunas plantas trepadoras utilizan para aferrarse de los objetos o de otras plantas cercanas.

**Zigomorfa o irregular:** es el tipo de flor que solo tiene un plano de simetría, es decir que solo se puede dividir una sola vez en dos partes iguales.



Esta publicación es propiedad del Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, por tanto, ninguna parte del material ni su contenido, ni ninguna copia del mismo puede ser alterada en forma alguna, transmitida, copiada o distribuida a terceros sin el consentimiento expreso de Cenipalma. Al realizar la presente publicación, Cenipalma ha confiado en la información proveniente de fuentes públicas o fuentes debidamente publicadas. Contiene recomendaciones o sugerencias que profesionalmente resultan adecuadas e idóneas con base en el estado actual de la técnica, los estudios científicos, así como las investigaciones propias adelantadas. A menos que esté expresamente indicado, no se ha utilizado en esta publicación información sujeta a confidencialidad ni información privilegiada o aquella que pueda significar incumplimiento a la legislación sobre derechos de autor. La información contenida en esta publicación es de carácter estrictamente referencial y así debe ser tomada y está ajustada a las normas nacionales de competencia, Código de Ética y Buen Gobierno de la Federación, respetando en todo momento la libre participación de las empresas en el mercado, el bienestar de los consumidores y la eficiencia económica.

**Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma**  
**Calle 98 # 70-91. Centro Empresarial Pontevedra, piso 14. Bogotá D.C.**  
**PBX: (57-1) 313 8600**  
**[www.cenipalma.org](http://www.cenipalma.org)**