

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL



Usos Potenciales del Género *Eucalyptus*, su Distribución  
y Factores que Limitan su Desarrollo

Por:

**MARIEL RAMÍREZ JIMÉNEZ**

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL

Usos Potenciales del Género *Eucalyptus*, su Distribución  
y Factores que Limitan su Desarrollo

Por:

**MARIEL RAMÍREZ JIMÉNEZ**

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Ing. Sergio Braham Sabag  
Asesor Principal



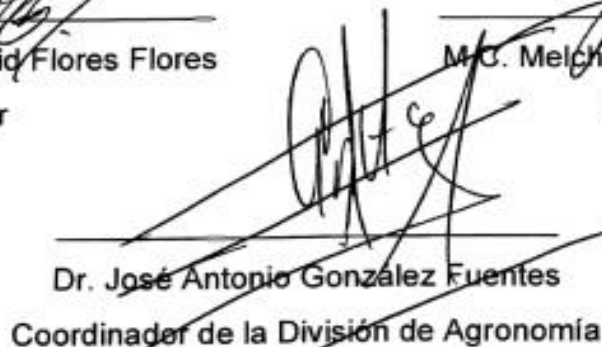
M.C. Jorge David Flores Flores

Coasesor



M.C. Melchor García Valdez

Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes  
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2020

## AGRADECIMIENTO

A **mis padres** por su gran esfuerzo que hicieron durante todos estos años, para que yo me supere y sea mejor, pero siempre con humildad.

A mi **hermano Erick** por enseñarme a luchar por mis sueños, empezando desde abajo y guiarme como hermano mayor. Ya comprobé que:

***“Yo formo mi Destino y Escribo mi propia Historia”***

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por prepararme profesionalmente en el ámbito forestal y los gratos momentos que pase durante mi estadía por mi Alma Terra Mater.

A los maestros que me ayudaron en mi formación. A mis asesores **Ing. Sergio Braham Sabag, M.C. David Flores Flores, M.C Melchor García Valdez**, a quienes les agradezco su valiosa asesoría y apoyo para el desarrollo del mismo.

A mis amigos Marcela Flores Gamboa, Hilda Lenny Hernández Acosta, Jilary Juárez Juárez, Virginia Castañeda Hernández, Héctor Jesús Reyes Cardiel, Alejandro Churape Melena, Héctor Alejandro García Ordoñez, José Jonathan Flores Flores, Carlos Enrique Gutiérrez Ávila, por los buenos momentos y las experiencias que compartimos durante la carrera.

A Itzel Medina Diaz, María Juvencia Morales Contreras, Sergio Octavio González Aguilar por haber coincidido con ustedes y forjar una bonita amistad.

A Leonel Montesinos Adán, Bianey Yaricela Rodas de León, Guadalupe Estefanía Rivas del Bosque, Israel Márquez Estrada, por su apoyo incondicional durante momentos difíciles y por divertirnos y hacer locuras en lugar de los trabajos.

A mi mejor amiga Judith Tatiana Frutis, por haber coincidido contigo en esta vida y tener algo que nos une, ser Forestales.

## DEDICATORIA

A **Dios** por permitirme lograr culminar una etapa importante en mi vida, por la fortaleza que me ha dado al no quebrantarme durante estos años fuera de mi casa y lejos de mi familia.

A mis padres **J. Santos Ramírez Reyes y Agustina Jiménez Soto** por haber forjado a la mujer que soy actualmente. Me educaron estrictamente a superarme para tener una vida mejor, sin importar los obstáculos que se me presentaran en el camino. Lo que me ha llevado a formarme en una vida profesional, gracias a ellos, e culminado mi carrera y con orgullos puedo regresar a mi casa.

Ahora me toca a mí apoyarlos como ustedes lo hicieron conmigo

A mis hermanos **Erick Ramírez Jiménez, Erika Ramírez Jiménez, José Alberto Ramírez Jiménez** y **Héctor Ramírez Jiménez** por el apoyo emocional que me brindaron durante mi estadía en mi Alma Terra Mater.

# INDICE GENERAL

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....  | <b>1</b> |
| 1.1. Importancia del <i>Eucalyptus</i> .....                          | 1        |
| 1.2. Planteamiento del Problema .....                                 | 2        |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....   | <b>3</b> |
| 2.1 Objetivo General .....  | 3        |
| 2.2 Objetivos Específicos.....  | 3        |
| <b>3 METODOLOGÍA</b> .....  | <b>4</b> |
| <b>4 REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....                                 | <b>5</b> |
| 4.1 Origen del <i>Eucalyptus</i> .....                                | 5        |
| 4.1 Distribución mundial.....   | 7        |
| 4.2 Fecha de Introducción a México .....                              | 16       |
| 4.3 Clasificación taxonómica .....                                    | 22       |
| 4.4 Descripción de las diferentes especies de <i>Eucalyptus</i> ..... | 23       |
| 4.5 Descripción morfológica.....                                      | 36       |
| Copa .....  | 36       |
| Corteza .....   | 36       |
| Frutos.....   | 39       |
| Hoja .....  | 40       |
| Inflorescencia.....   | 43       |
| Fuste.....  | 44       |
| Semilla .....   | 45       |
| Raíz .....  | 45       |
| Propagación.....  | 46       |
| 4.6 Requerimientos ambientales .....                                  | 47       |
| 4.6.1 Clima .....   | 47       |
| 4.6.2 Suelo .....   | 48       |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.6.3    | Necesidades de Agua.....                                   | 48        |
| 4.6.4    | Adaptación.....  | 50        |
| 4.7      | Reproducción del <i>Eucalyptus</i> .....                   | 51        |
| 4.7.1    | Duración del Desarrollo vegetativo .....                   | 51        |
| 4.7.2    | Regeneración natural .....                                 | 53        |
| 4.7.3    | Reproducción en vivero .....                               | 55        |
| 4.7.4    | Mejoramiento Genético.....                                 | 56        |
| 4.8      | Problemas de Salud que tiene el <i>Eucalyptus</i> .....    | 58        |
| 4.8.1    | Daños climáticos.....                                      | 58        |
| 4.8.2    | Enfermedades patogénicas .....                             | 60        |
| 4.8.3    | Plagas.....  | 68        |
| 4.8.4    | Malezas .....  | 80        |
| 4.8.5    | Problemas de nutrición .....                               | 82        |
| 4.9      | Características de la madera .....                         | 83        |
| 4.9.1    | Propiedades físicas .....                                  | 83        |
| 4.9.2    | Propiedades mecánicas .....                                | 84        |
| 4.9.3    | Propiedades Organolépticas .....                           | 86        |
| 4.9.4    | Propiedades de Trabajo .....                               | 86        |
| 4.9.5    | Propiedades Químicas .....                                 | 88        |
| <b>5</b> | <b>PRINCIPALES USOS DEL GÉNERO <i>Eucalyptus</i> .....</b> | <b>90</b> |
|          | Agroforestería .....                                       | 90        |
|          | Artesanías.....  | 91        |
|          | Dasonomía Urbana.....                                      | 92        |
|          | Biodiversidad de Flora y Fauna .....                       | 92        |
|          | Propiedades como Insecticida .....                         | 95        |
|          | Propiedades para la Industria Celulósica.....              | 97        |
|          | Uso en la Industria Forestal .....                         | 98        |
|          | Aprovechamiento Forestal.....                              | 98        |
|          | Uso en la Construcción .....                               | 99        |

|   |            |
|---|------------|
| Calidad de la Madera .....                                  | 100        |
| Uso Medicinal .....   | 102        |
| Medicina Alternativa .....                                  | 102        |
| Productos de Patente producidos del <i>Eucalyptus</i> ..... | 104        |
| Plantaciones .....  | 106        |
| Protección de Suelos .....                                  | 111        |
| Otros Usos .....  | 113        |
| <b>6 CONCLUSIONES .....</b>                                 | <b>117</b> |
| <b>7 LITERATURA CITADA.....</b>                             | <b>118</b> |

## INDICE DE CUADROS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Cuadro 1.</b> Proyectos aprobados por PRODEPLAN 1997.....   | 21  |
| <b>Cuadro 2.</b> Taxonomía del eucalipto.....  | 23  |
| <b>Tabla 3.</b> Estadios Fenológicos.....  | 53  |
| <b>Cuadro 4.</b> Patógenos asociados al eucalipto .....  | 61  |
| <b>Cuadro 5.</b> Insectos asociados al eucalipto .....   | 69  |
| <b>Cuadro 6.</b> Insectos importantes que causan daños a las plantaciones de eucalipto en Queensland, Australia..... | 70  |
| <b>Cuadro 7.</b> Insectos importantes que causan daños a las plantaciones de eucaliptos .....                        | 72  |
| <b>Cuadro 8.</b> Principales herbicidas utilizados en eucaliptos.....  | 81  |
| <b>Cuadro 9.</b> Propiedades físicas del <i>E. globulus</i> .....  | 84  |
| <b>Cuadro 10.</b> Propiedades físicas del <i>E. saligna</i> .....  | 84  |
| <b>Cuadro 11.</b> Propiedades mecánicas para una tabla estándar de 2 pulgadas. ....                                  | 85  |
| <b>Cuadro 12.</b> Propiedades mecánicas del <i>E. globulus</i> .....   | 85  |
| <b>Cuadro 13.</b> Propiedades mecánicas del <i>E. saligna</i> .....  | 85  |
| <b>Cuadro 14.</b> Propiedades Organolépticas del <i>Eucalyptus</i> .....   | 86  |
| <b>Cuadro 15.</b> Reemplazo de frondosas por <i>Eucalyptus</i> .....   | 102 |
| <b>Cuadro 16.</b> Productos a obtener y especies usualmente utilizadas en clima cálido–húmedo .....                  | 107 |
| <b>Cuadro 17.</b> Productos a obtener y especies usualmente utilizadas en clima templado–frío .....                  | 108 |
| <b>Cuadro 18.</b> Superficie con los principales géneros y especies maderables .....                                 | 109 |



## INDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 1.</b> Distribución natural del género <i>Eucalyptus</i> .....  | 5   |
| <b>Figura 2.</b> Especies de latifoliadas que se plantan en México .....  | 22  |
| <b>Figura 3.</b> <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , flores, árbol, fuste.....  | 25  |
| <b>Figura 4.</b> <i>Eucalyptus globulus</i> : árbol, flores y frutos. ....  | 28  |
| <b>Figura 5.</b> <i>Eucalyptus grandis</i> : flores, frutos inmaduros y frutos maduros. ....  | 30  |
| <b>Figura 6.</b> Morfología de <i>Eucalyptus viminalis</i> . A, botones florales. B, flores. C, frutos. D, hojas juveniles. E, hojas adultas.....   | 34  |
| <b>Figura 7.</b> 1. Corteza tipo ironbark, 2. Corteza tipo box, 3. Corteza tipo stringybark, 4. Corteza tipo bloodwood, 5. Corteza tipo teselado .....  | 38  |
| <b>Figura 8.</b> Sistema radicular al descubierto de una plantación de <i>E. grandis</i> .....  | 46  |
| <b>Figura 9.</b> Manchas foliares bacterianas asociadas a <i>X. axonopodis</i> . A) Manchas de forma irregular. B) En el envés de la hoja se observa manchas de aspecto acuoso. C) Manchas concentradas en la nervadura principal. D) Manchas en el peciolo y tallos jóvenes. ....  | 63  |
| <b>Figura 10.</b> Tizón apical bacteriano en <i>Eucalyptus dunnii</i> asociado a <i>Erwinia psidii</i> en Uruguay. A) Tizón apical en brote lateral con anchuras en las hojas localizadas sobre la nervadura principal. B) Muerte descendente desde el ápice hacia el tallo. C) Ampollas en tallo suculento conteniendo Zooglea bacteriana. D) Cancro producido por tizón en tallo. E) Árbol con múltiples ápices afectados luego de un ataque severo de tizón..... | 65  |
| <b>Figura 11.</b> Distribución del cancro por <i>Botryosphaeria</i> .....   | 65  |
| <b>Figura 12.</b> Afectaciones del cancro en los eucaliptos.....  | 66  |
| <b>Figura 13.</b> Hoja de <i>Eucalyptus globulus</i> masivamente atacada por <i>Ophelimus eucalypti</i> , en la que también se aprecian agallas (con flechas). ....   | 76  |
| <b>Figura 14.</b> Daño del psilido en el eucalipto.....   | 78  |
| <b>Figura 15.</b> Proyecciones de <i>Eucalyptus</i> bajo los escenarios 1 y 2.....  | 109 |

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Importancia del *Eucalyptus*

Los eucaliptos crecen en un amplio rango de condiciones ambientales desde las regiones costera hasta las zonas altas (0 a 2300 msnm) y se encuentran en casi todos los tipos de suelos, desde ácidos a alcalinos. En la actualidad, se encuentran distribuidos en gran parte del mundo debido a la diversidad de los usos que tiene esta especie (Gúzman, 2012).

Son árboles con gran capacidad de adaptación a condiciones desfavorables, tales como suelos anegados, suelos con pocos nutrientes y lugares contaminados, por lo que ha sido utilizado en suelos con condiciones poco favorables para otras especies.

La importancia de introducir al *Eucalyptus* va aumentando debido a los beneficios y usos que se les dan a sus diferentes especies, uno de ellos es que protege a los suelos contra procesos erosivos aumentando la tasa de infiltración de las aguas pluviales, sobre las propiedades del suelo como la estructura, la capacidad de almacenamiento de agua el drenaje y la aireación (Lerayer, 2018).

Debido a esto, se está implementando la especie en repoblaciones dado su crecimiento relativamente rápido y el auge de las plantaciones van incrementando rápidamente ya que estas están enfocadas a obtener rendimientos muy altos y así poder satisfacer la demanda de productos forestales ya que tiene una gran adaptabilidad a diferentes tipos de suelo, disminuir la presión sobre masas naturales y la recuperación sobre masas naturales (Delgado, 2011).

La gran ventaja de considerar la posibilidad de incluir especies provenientes de otras regiones, es poder ampliar la base de una buena selección de especies que se adapten a las condiciones actuales de los sitios a plantar y cumplan con los objetivos de producción, económicos y financieros que se planteen, para así poder tener plantaciones exitosas (Ruiz & Rivero, 2006).

## 1.2. Planteamiento del Problema

El problema de plagas más común de los eucaliptos exóticos son los escarabajos que se alimentan de las hojas, los psilidos que se alimentan de la savia y cerambicidos que se alimentan de la madera, sin embargo, los escarabajos y termitas son los que han ocasionado daños más graves en las plantaciones provocando la mortalidad de plantones (Nair, 2007).

El establecimiento de plantaciones con especies exóticas como el eucalipto han sido poco aceptadas ecológica, social y políticamente, especialmente con respecto al impacto ambiental que estas causan y en cuanto a la conservación de la biodiversidad. Por estas razones surge la preocupación de estabilidad ecológica de las plantaciones (BIOFOR, 2002).

En la mayoría de las ocasiones las plantaciones están enfocadas a obtener rendimientos muy altos y no madera maciza de calidad, las podas y las densidades de plantación no han sido las óptimas.

Otra objeción a la plantación de eucaliptos es que consumen demasiada agua, por lo que hacen bajar el nivel freático y reducen las disponibilidades de agua en zonas de necesidad crítica. Pero los eucaliptos producen más madera que la mayoría de las demás especies, con relación a la cantidad de agua que consumen y por ende utilizan el agua con mayor eficacia, aunque el rápido crecimiento implica un consumo de agua considerable (Attiwill, 1972), pero no parece haber pruebas concretas.

Conviene tener presente que, en el ambiente natural de Australia, la mayor parte de las hoya hidrográficas están cubiertas de bosques de eucalipto, y la calidad del agua de uso doméstico no es inferior a la de otras partes dentro y fuera de Australia (Ashton & Willis, 1982).

Dada la información tan dispersa y poco disponible acerca del *Eucalyptus*, se hace esta recopilación de literatura en espera que sea de utilizad como un documento consultor.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Recopilar información bibliográfica para poder describir los principales usos del género *Eucalyptus* que se llevan a cabo en diferentes países.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un documento que sirva como consulta técnica para aquellos interesados en el aprovechamiento de los eucaliptos, para diversificar el uso del eucalipto.
- Dar a conocer los usos que se le dan al *Eucalyptus* y señalar por qué este género no perjudica la tierra, como se cree.
- Dar a conocer la distribución mundial de los eucaliptos.

### **3 METODOLOGÍA**

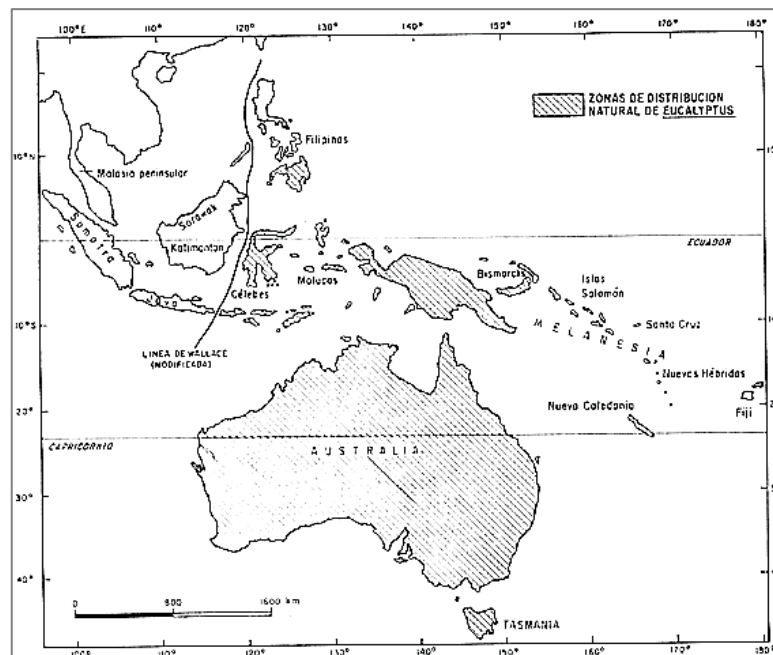
El presente trabajo es un estudio de investigación bibliográfica, recopilación de datos y búsqueda de información referente al género *Eucalyptus*. Para ello fue necesario consultar, leer y analizar artículos, revistas, sitios webs, libros de información técnica y científica y revisar minuciosamente la literatura existente en la biblioteca central de la universidad.

Para poder lograr una buena sistematización en cuanto a la literatura consultada se estableció inicialmente un guion tentativo el cual facilito la búsqueda de información generando así cuatro capítulos los cuales son: introducción, objetivos, metodología, revisión de literatura, conclusiones y literatura citada.

## 4 REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Origen del *Eucalyptus*

El *Eucalyptus* es un género de árboles plantado en los trópicos, llegándose a registrar más de 600 especies endémicas de Australia, donde ocupa varios nichos ecológicos desde el nivel del mar hasta las zonas alpinas y de áreas húmedas a secas (Nair, 2007). Los eucaliptos son arboles esencialmente austro-malayos, donde las especies más ampliamente plantadas se hallan al sur del Trópico de Capricornio y para países de baja altitud de utilizan procedencias del norte del Trópico de Capricornio como se puede apreciar en la Figura 1 (FAO, El Eucalipto en la Repoblacion Forestal, 1981).



**Figura 1.** Distribución natural del género *Eucalyptus*

De acuerdo a las más de 600 especies de eucalipto que se tienen registradas, las especies de *E. deglupta*, *E. urophylla* y *E. pellita* no son endémicas de Australia, *E. deglupta* es nativa de Nueva Guinea, el este de Indonesia y Filipinas; *E. urophylla* es nativa de Timor y las islas adyacentes y *E. pellita* es nativa de Indonesia, Papua, Nueva Guinea y Australia (Nair, 2007).

Los primeros ejemplares de eucaliptos que se coleccionaron fueron por Banks y Solander, pero es el botánico francés L'Heritier de Bmtelle quien en 1778 describe el género y la primera especie: *Eucalyptus obliqua*, con ejemplares coleccionados por Tobías Furneaux, en Bruny Island, al sur de Tasmania en 1773 (Fierros, 2015).

Una leyenda nativa de Australia dice que en los comienzos de los tiempos un grupo de aborígenes australianos estaba buscando leña para hacer fuego. Juntaron varios tipos de maderas y mientras estaban preparándose para hacer el fuego, oyeron un sonido muy particular. Con miedo interrumpieron lo que estaban haciendo porque pensaron que eran los sonidos de espíritus malignos. Pero como el sonido era agradable, se dieron cuenta que era el espíritu del viento que soplaba a través de un tronco de eucalipto ahuecado por las termitas. Esto es lo que dio orígenes al didgeridoo, un instrumento que se usa en los ritos aborígenes para conectarse con los espíritus de los antepasados (Maderero, 2015).

Los eucaliptos se han distribuido por el mundo a lo largo del tiempo debido a características que hacen única su adaptación (FAO, 2002):

- Son fáciles de cultivar.
- No son apetecibles para los animales que pastan y por ende son fáciles de proteger.
- Toleran sitios con un bajo estado de nutrientes interno (y por consiguiente requieren pocos fertilizantes).
- Son resistentes a la sequía.
- Rebrotan con rapidez.
- Producen fibra corta de calidad superior para la fabricación de papel.
- Producen un excelente carbón vegetal.
- Son apropiados para el establecimiento de cortavientos, el control de la erosión, la recuperación de tierras y el drenaje.
- Producen valiosos productos no forestales como miel y esencias, y por esta razón en muchos países se consideran ideales tanto para los bosques rurales como para las plantaciones de mayores dimensiones.

## 4.1 Distribución mundial

El eucalipto tiene importancia a nivel internacional, porque numerosas especies plantadas como exóticas producen mucha madera en poco tiempo. En el ámbito mundial, esta propiedad reviste un gran valor allí donde la escasez de madera se agudiza cada vez más mientras se acelera el crecimiento de la población. Ha sido relativamente inesperado comprobar que hay un número bastante grande de especies endémicas cuya área de distribución geográfica es muy reducida. Algunas tienen buen crecimiento y otras características silvícolas interesantes, y parece tratarse de especies superélites (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

De acuerdo a (FAO, 1981) las especies del género *Eucalyptus* se encuentran distribuidas en los siguientes países:

**Alto Volta** los primeros eucaliptos fueron introducidos en 1935.

**Angola** fueron introducidos los eucaliptos por primera vez a fines del siglo pasado usando las especies de *Eucalyptus grandis/saligna*, *E. camaldulensis*, *E. alba*, *E. globulus*, *E. tereticornis*, *E. botryoides*, *E. citriodora*, *E. maculata*, *E. maidenii*, *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. punctata*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. smithii* y *E. largiflorens*.

**Argelia** los eucaliptos fueron introducidos entre 1854 y 1860 y varias especies han dado excelentes resultados en las partes subhúmedas y semiáridas del país.

**Bolivia** los eucaliptos fueron inicialmente introducidos en 1900 (semilla de *E. globulus* procedente de Argentina). *E. globulus* es todavía la especie principalmente plantada y otras prometedoras son *E. cinerea*, *E. gunnii* y *E. viminalis*.

**Brasil** es el país plantador más notable del eucalipto, habiéndose estimado en 1973 una superficie plantada de 1 052 000 ha. Los eucaliptos más antiguos conocidos en el Brasil son ejemplares de *E. robusta* y *E. tereticornis* en el Jardín Botánico de Río de Janeiro. Las correspondientes placas indican que fueron plantados en 1825 por el Emperador Pedro I del Brasil.



**Brunéi** es un país de Asia en el que se ha plantado una serie de 27 especies y procedencias de eucaliptos entre 1967 y 1970 sobre una variedad de sitios, para determinar si las especies eran aptas para plantaciones cultivadas localmente o, por lo menos, para producir postes largos.

**Burundi** es un país africano, en donde las plantaciones comenzaron en 1931 con semilla obtenida en Tanganyika, Zimbabwe y Sudáfrica. Las especies principales introducidas fueron *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. rudis* y *E. citriodora*. Introducciones posteriores incluyeron, entre otras, *E. saligna*, *E. maidenii*, *E. botryoides*, *E. robusta* y *E. resinifera*.

**Colombia** situada en el extremo noroeste de América del Sur, renombrados investigadores y botánicos como Guhl y Pérez Arbeláez señalan que el globulus se trajo hacia 1864, siendo presidente Manuel Murillo Toro.

**Costa de Marfil** las plantaciones experimentales totales hechas hasta 1973 ascendieron a 150 ha. Las especies ensayadas fueron *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* en las zonas más secas y *E. deglupta* en la región húmeda.

**Costa Rica** se importó por primera vez semilla de *E. deglupta* en 1965 desde Garoka, Papua Nueva Guinea, junto con *E. grandis*, *E. saligna* y *E. alba*. Los ensayos comenzaron en 1968, cerca de Turrialba, sobre suelos franco arcillosos profundos de origen volcánico.

**Cuba** se registraron 36 000 ha ya establecidas en 1973 y más de 90 especies de eucaliptos se han ensayado a partir de 1972. Las especies principalmente usadas en plantaciones de cierta consistencia son *E. saligna*, *E. alba* (híbrido de *E. urophylla*), *E. citriodora*, *E. tereticornis*, *E. maculata*, *E. grandis* y *E. deglupta*.

**Chad** situado en el África con un área plantada en 1973 de 223 ha.

**Chile** el área total de plantaciones de eucaliptos en 1966 se dice que es de 31 052 ha, la principal especie de producción ha sido *E. globulus*.

**China** en un viaje de estudio de la FAO en 1977 sobre la ayuda de la forestería a la agricultura, se observaron plantaciones forestales en diversas provincias de China.

**Chipre** las principales especies de eucaliptos empleadas son *E. camaldulensis* y *E. gomphocephala*, esta última en 1973, la superficie total plantada era de 2 000 ha. de *E. gomphocephala*.

**Ecuador** la principal especie de eucalipto plantada, *E. globulus*, fue inicialmente introducida en 1865.

**Egipto** las principales especies cultivadas son *E. camaldulensis* y *E. microtheca*.

**El Salvador** el eucalipto fue inicialmente introducido en 1953 y se plantaron varias especies. Las especies principalmente plantadas son *E. deglupta*, *E. alba*, *E. citriodora* y *E. longifolia*.

**España** hacia fines de 1973, habían sido plantadas con este género alrededor de 390 277 ha, sin contar las plantaciones en hilera.

**Estados Unidos** las plantaciones iniciales se hicieron en California y en las islas de Hawái en 1853 utilizando la especie de *E. globulus*.

**Etiopía** la superficie total plantada hasta fines de 1973 era de 42 300 ha.

**Fiji** no se han hecho plantaciones importantes de eucaliptos en Fiji, se está llevando a cabo pruebas de *E. deglupta* es una de las especies favorecidas para reemplazar la caoba (*Swietenia macrophylla*) en las plantaciones del servicio forestal.

**Filipinas** en 1975 había una superficie de 7 070 ha de plantaciones de eucaliptos, principalmente *E. deglupta*.

**Francia** a principios del siglo XIX, dos botánicos franceses, De Candolle, padre e hijo, estudiaron activamente los hábitos de crecimiento del género e hicieron la denominación de ciertas especies.

**Ghana** se registró en 1973, una superficie total plantada de 900 ha.

**Grecia** las principales especies que han dado buenos resultados son *E. camaldulensis*, *E. dalrympleana*, *E. viminalis* y *E. gunnii*.

**Guyana** las especies ensayadas son *E. saligna*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. citriodora* y *E. deglupta*. En 1973, la plantación total alcanzaba solamente 2 ha.

**Honduras** entre 1964 y 1972, se establecieron alrededor de 300 ha de plantaciones de eucaliptos.

**Hong Kong** se han realizado pruebas con los eucaliptos, esencialmente para fines ambientales, utilizando las especies de *E. pilularis*, *E. grandis*, *E. tereticornis* y *E. robusta*.

**India** la primera introducción de eucaliptos se hizo en 1790, cuando una cantidad de especies se plantaron en el jardín del palacio de Nandi Hills, cerca de Mysore.

**Indonesia** entre 1937 y 1940, se hicieron ensayos con 48 especies de eucaliptos. De éstas y de otras pruebas, *E. alba*, *E. paniculata*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. citriodora* y *E. tereticornis*.

**Irán** algunas especies que demuestran dar buenos resultados incluyen *E. microtheca*, *E. sideroxylon*, *E. intertexta*, *E. rudis*, *E. striatocalyx*, *E. lesoueffii*, *E. occidentalis*.

**Irak** se estima que la superficie plantada con diversas especies de *Eucalyptus* en 1973 llegó a de 3 000 ha.

**Irlanda** los eucaliptos se introdujeron en Irlanda en 1908. Posteriormente, se han ensayado más de 40 especies y muchas variedades e híbridos.

**Islas Comoras** en 1973, había una superficie total de 638 ha de plantaciones de eucaliptos, esencialmente *E. robusta*, *E. citriodora* y *E. camaldulensis*.

**Islas Salomón Británicas** la introducción inicial de *E. deglupta* vino de Karavat, en Nueva Bretaña.

**Israel** los eucaliptos se introdujeron por primera vez a fines del siglo XIX, principalmente para el drenaje de pantanos infestados de malaria a lo largo de los llanos de la costa.

**Italia** cuenta con muchos buenos ejemplares de eucaliptos en diferentes partes del país y ha desempeñado un papel importante en el conocimiento del género.

**Japón** se hicieron importantes pruebas con eucaliptos en la década sucesiva a la segunda guerra mundial.

**Jordania** en 1973, el Departamento Forestal tenía dos plantaciones en el valle del Jordán cuya superficie no superaba las 10 ha.

**Kenia** las primeras plantaciones se hicieron para proveer leña a la línea ferroviaria de Nairobi a Uganda. Entre 1903 y 1906, se ensayaron unas 19 especies y fueron seleccionadas *E. saligna* y *E. globulus* como las mejores especies productivas

**Kuwait** ha llevado a cabo ensayos bajo riego, *E. microtheca* y *E. camaldulensis* demostraron dar los mejores resultados.

**Lesotho** durante más de 50 años, plantaciones de eucaliptos sin coordinación como rompevientos y como árbol ornamental para las ciudades.

**Líbano** las especies que han dado buen resultado figuran *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. sideroxylon*, *E. botryoides*, *E. globulus*, *E. gomphocephala*, *E. leucoxylon*, *E. occidentalis* y *E. astringens*.

**Libia** la superficie con plantaciones de eucaliptos en 1965 era de 26 000 ha, de un total de plantaciones de 56 000 ha.

**Madagascar** las plantaciones fueron iniciadas a fines del siglo pasado por parte de misioneros, colonos y la administración forestal.

**Malasia** las primeras plantaciones de *E. robusta* se establecieron con plántulas a partir de semilla de Queensland en 1883.

**Malawi** no se tienen detalles sobre plantaciones privadas, pero la cifra es del orden de las 6 000 ha, de las cuales casi la totalidad (más del 95%) es *E. grandis*.

**Malí** se han hecho ensayos con *E. camaldulensis*, *E. gomphocephala* y *E. microtheca*.

**Malta** los eucaliptos se plantan como árboles para las calles y en los valles y lugares pantanosos para mejorar el drenaje.

**Marruecos** los eucaliptos fueron inicialmente introducidos en Marruecos a principios del siglo XX: *E. camaldulensis* en 1918 y *E. gomphocephala* en 1920.

**Mauricio** los eucaliptos pasaron desde Mauricio a Sudáfrica a principios del siglo XIX. La superficie plantada con eucaliptos en Mauricio en 1970 se estimó ser alrededor de 3 000 ha.

**México** los eucaliptos fueron introducidos a principios del siglo, pero los ensayos controlados empezaron solamente en el arboreto de Chapingo en 1948. Las plantaciones de eucalipto, especialmente de *E. camaldulensis*, comenzaron en 1956 en El Rancho Casas Blancas, y en 1967 cubrían 2 000 ha.

**Mozambique** las principales especies plantadas son: *E. saligna*, *E. paniculata*, *E. maculata*, *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. botryoides*, *E. rudis* y *E. robusta*.

**Nepal** los eucaliptos fueron inicialmente introducidos en Nepal a fines del siglo XIX como planta ornamental y muchos buenos ejemplares de árboles se encuentran en la ciudad de Katmandú.

**Níger** se han hecho muchos ensayos, incluyendo la prueba de 29 procedencias de *E. camaldulensis*; hacia fines de 1973.

**Nigeria** la superficie de las plantaciones de eucaliptos llegaron a 4 000 ha a fines de 1973, y existía un programa de ampliarlas a razón de 800 ha/año.

**Nueva Zelanda** en 1973 tenía una superficie de alrededor de 12 659 ha de plantaciones de eucaliptos, principalmente *E. regnans*, *E. delegatensis*, *E. nitens* y *E. fastigata*.

**Pakistán** los eucaliptos son especies que se introdujeron al país en 1867, donde se ha plantado una cantidad de especies.

**Panamá** hay un programa experimental de plantaciones con *Eucalyptus* que suman solamente una superficie de 5 ha, sobre todo para fines ornamentales.

**Papua Nueva Guinea** las primeras plantaciones de eucaliptos se hicieron en 1948 con *E. deglupta*, a partir de semilla recogida en Keravat (Nueva Bretaña).

**Paraguay** se estimaba que, en 1972, había 2 900 ha plantadas con eucaliptos.

**Perú** en 1975, la superficie total plantada era de 92 882 ha. La principal especie plantada en el altiplano es *E. globulus*, especie que fue introducida en 1860.

**Portugal** se piensa que los primeros eucaliptos plantados en 1829, pero no hay referencias disponibles antes de 1852. Grandes rodales fueron por primera vez plantados en 1875.

**Puerto Rico** las primeras introducciones de eucaliptos se remontan al año 1929 con la especie de *E. robusta*.

**Reino Unido** tiene espléndidos ejemplares de *E. gunnii*, *E. urnigera*, *E. cinerea* y *E. perriniana*.

**República Dominicana** hay muchos ejemplares de *E. globulus* y *E. robusta* y se están realizando otras pruebas.

**Rwanda** el país tiene una considerable superficie con plantaciones de eucaliptos que ascienden en total a unas 23 000 ha hasta 1970.

**Samoa Occidental** ha ensayado diversos eucaliptos como, *E. grandis*, *E. deglupta*, *E. robusta*, *E. torelliana*, *E. urophylla*, *E. tereticornis* y *E. deglupta*.

**Senegal** cuenta con algunas procedencias de *E. camaldulensis* y *E. microtheca* que se introdujeron en 1965 con de 50 ha.

**Sierra Leona** las especies que se están estudiando son: *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. saligna*, *E. grandis*, *E. micrôcorys*, *E. paniculata*, *E. maculata*, *E. citriodora* y *E. alba*.

**Sri Lanka** los eucaliptos han sido plantados desde hace casi un siglo.

**Sudáfrica** los eucaliptos fueron inicialmente introducidos en 1807 desde Mauricio, en envases.

**Sudán** hasta 1969, había una superficie total de 7 560 ha de eucaliptos de *E. camaldulensis* y *E. microtheca*.

**Swazilandia** hacia 1973, tenía establecida una superficie de 2 943 ha de plantaciones de eucaliptos, principalmente *E. grandis* y *E. saligna*.

**Tanzania** había establecido hacia fines de 1973 una superficie total de 2 744 ha de plantaciones de eucaliptos, de *E. saligna*, *E. maidenii*, *E. grandis*, *E. robusta*, *E. tereticornis*.

**Trinidad y Tobago** se ha hecho un cierto número de ensayos de eucaliptos, incluyendo *E. camaldulensis*, *E. deglupta*, *E. marginata* y *E. robusta*.

**Túnez** hasta fines de 1974, se habían plantado aproximadamente, 42 000 ha de eucaliptos.

**Turquía** en 1885 se introdujo en Turquía *E. camaldulensis*, *E. saligna*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. botryoides*, *E. bicostata*, *E. globulus*, *E. viminalis*, *E. gomphocephala*, *E. maculata* y *E. blakelyi*.

**Uganda** en 1975, había 11 528 ha de eucaliptos plantadas, sin incluir pequeños bosquetes y árboles ornamentales y de sombra a lo largo de los caminos.

**Rusia** ha llevado a cabo experimentos de introducción de eucaliptos durante más de 150 años.

**Uruguay** el principal eucalipto plantado en el país es *E. globulus*, seguido por *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*, todos fueron plantados hace más de 100 años, con semilla de origen desconocido.

**Venezuela** se han llevado a cabo durante la última década ensayos con un gran número de especies de eucaliptos

**Yemen** en 1965 se introdujeron procedentes de Australia 27 especies de eucaliptos por intermedio del Centro de Investigaciones Agrícolas de El-Kod.

**Zaire** el área de plantaciones de eucaliptos registradas en 1965 ascendía a más de 5 000 ha.

**Zambia** en 1973 tenía una superficie total de 7 556 ha plantadas con eucaliptos.

**Zimbabwe** la introducción de *Eucalyptus spp.* se remonta a principios del decenio de 1890–99.

En el Congo un país ecuatorial, entre 1991 y 2001, Shell Renewables –una división de Shell Oil International- estableció en el país una plantación de eucaliptos clonados de rápido crecimiento, con el objetivo de crear una fuente de biomasa de alta productividad para futura generación de energía (Movement, 2007).

Las principales especies de eucalipto cultivadas en Argentina fueron introducidas por Sarmiento al importar semillas de Australia en la segunda mitad del



siglo XIX, de las 27 especies que se introdujeron las más importantes son: *E. grandis* Hill. Ex Maiden, *E. saligna* Smith, *E. viminalis* Labill, *E. tereticornis* Smith, *E. camaldulensis* Dehnh, *E. dunnii* Maiden, *E. globulus* Labill (Villegas & Rivera, 2002).

El eucalipto llegó a Europa tras el viaje que el capitán Cook, explorador británico, realizó a Australia en 1774 y posteriormente el padre Rosendo Salvado en 1846, mediante el envío de semillas a su familia en Tuy (Galicia). Actualmente hay en España unas 550.000 hectáreas de *Eucalyptus*. Las principales especies presentes en España son *Eucalyptus globulus* (con unas 325.000 hectáreas) y *Eucalyptus camaldulensis* (con unas 175.000 hectáreas); otras especies también frecuentes, aunque con una representación superficial muy inferior, son *E. caldocalix*, *E. dalrympleana*, *E. gigantea*, *E. gomphocephala*, *E. grandis*, *E. maidenii*, *E. saligna* y *E. viminalis*, así como diversas especies menos comunes en distintos arboretos (Pujade-Villar & Riba-Flinch, 2004).

En general, la distribución del género *Eucalyptus* sigue en aumento, dado que en algunos países todavía se tiene una imagen negativa de los beneficios que puede traer consigo la introducción del eucalipto a ciertas regiones del mundo.

#### **4.2 Fecha de Introducción a México**

La introducción del eucalipto a México sigue siendo discutida por diversos autores, llegando todos a la conclusión que fue a mediados del siglo XIX, cuando por diversos intereses que es su momento hacían que el eucalipto fuera considerado como una especie exótica capaz de poder solucionar diversos problemas que se presentaban en aquel entonces en el país. En este apartado se mencionan las principales causas que generaron que diversas especies del género *Eucalyptus* fueran introducidas a México y con qué fin estas especies eran introducidas al país.

En cuanto a la presencia del eucalipto en los periódicos de la Ciudad de México, podemos decir que transcurrió en dos fases en el siglo XIX: la primera comprende de 1869 a 1880, referida a la descripción del proceso de aclimatación y la segunda abarca de 1880 a 1900, momento en el cual se discutió su aprovechamiento como parte de la flora mexicanizada. Por lo que es pertinente señalar que la introducción del eucalipto

en México ocurrió a inicios del porfiriato. Esto se realizó de acuerdo con las investigaciones y aplicaciones sanitarias que se le adjudicaban en otras partes del mundo (Vega & Ortega, 2014).

En 1894 durante el Congreso médico mexicano, realizado en San Luis Potosí, se creó la comisión de higiene para unificar las leyes sanitarias en toda la república. De ésta emanó la iniciativa de introducir el eucalipto en México, como remedio a las epidemias de fiebre amarilla y paludismo, que azotaban las regiones de clima tropical, como las costas del golfo, y el tifo que atacaba con fuerza en el valle de México, ahí se impulsó la plantación masiva de eucaliptos con el fin de sanear la ciudad y reducir los casos de enfermedades (Carrillo, 2002).

En su estudio sobre los bosques, (Frey, 1908) menciona que la conservación de superficies forestales y la creación de plantaciones pueden traer beneficios. Hace referencia a algunas investigaciones realizadas en Argelia y Australia, que después influirían en las decisiones políticas nacionales y estatales: La plantación extensiva a gran escala de eucaliptus, en muchas comunidades esencialmente pantanosas de esos países hicieron desaparecer por completo las fiebres palúdicas que asolaban esas regiones.

Fue mediante médicos que impulsaron la aclimatación del eucalipto en el Valle de México con el fin de sanear la ciudad y reducir los casos de Malaria, una vez que ya se sabía que el eucalipto se adaptó fácilmente a tierras mexicanas. El Doctor De Bellina planteaba en su escrito que fue acreedor del reconocimiento de la Academia Nacional de Medicina, que para combatir diversas enfermedades a parte de la malaria era necesario desecar las zonas pantanosas y plantar numerosas hileras de árboles, en donde hace recomendaciones de la especie de *Eucalyptus globulus* y *E. gunnii* que ya se habían empleado anteriormente en lugares como Argelia, Barcelona Cádiz y varias ciudades de Italia y Corcega (Hinke, 2000).

Las plantaciones forestales comerciales es una actividad que empezó en México la última década del siglo XX, más de 40 años después de algunas naciones que habían adoptado por esta iniciativa silvícola para resolver sus necesidades de

materias primas industriales. El antecedente del establecimiento más antiguo de plantaciones de diferentes especies de eucalipto para abastecer a los ferrocarriles, que durante el Porfiriato se encontraban concesionados a empresas extranjeras y que hicieron plantaciones en áreas aledañas a las estaciones del tren, debido a la Revolución Mexicana y posteriormente a la nacionalización de los ferrocarriles, muchas de estas plantaciones se abandonaron, debido a que los durmientes de eucalipto se sustituyeron por otras especies (Briseño, 2002).

En Veracruz, la empresa Plantaciones Forestales del Sureste, estableció en los años de 1989 y 1990, dos módulos demostrativos con diversas especies de eucalipto como parte de un proyecto para la producción y exportación de astilla de madera para la producción de celulosa (Fortes, 1994).

Lo que hoy en día conocemos como los Viveros de Coyoacán, fue un proyecto del Ingeniero Miguel Ángel de Quevedo, quien buscó el apoyo del gobierno de Porfirio Díaz para expandir y conservar este gran jardín; en el lugar donde nacieron muchísimos de los árboles que hoy pueblan calles, parques y jardines mexicanos. La diversidad de especies que se criaron ahí (varios tipos de eucaliptos, acacias, álamos blancos de Canadá, sauces, sicomoros y pinos, por nombrar sólo algunas de las cerca de 400 especies que crecían en el vivero) poblaron jardines públicos y privados en todo el país y, en la mayoría de las ocasiones, eran donados sin ningún costo. Durante el sexenio de Lázaro Cárdenas, en 1938, los Viveros de Coyoacán abrieron sus puertas al público oficialmente y fueron declarados por el presidente Parque Nacional (Errejon, 2017).

Durante la misma época de acuerdo a (FAO, 1981), los eucaliptos que fueron introducidos en México a principios del siglo XX, donde se realizaron los primeros ensayos controlados en 1948 en los arboretos de Chapingo. En el año 1967 se obtuvo semilla de varias procedencias de *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. tereticornis*, *E. botryoides*, *E. saligna*, *E. grandes* y *E. deanei*, al igual que otras 17 especies, provenientes de Queensland Septentrional y Australia Occidental. De estas procedencias las especies *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* son las más

prometedoras por su rápido crecimiento y *E. citriodora* y *E. botryoides* son al igual de prometedoras para usos especiales. Donde se establecieron ensayos controlados de procedencia en Chapingo, El Rancho Casas Blancas y en El Tormento al sur de México.

En los años 1953 a 1969, la empresa Fibracel S.A. establecida en Ciudad Valles en San Luis Potosí, realizó plantaciones en 5,500 hectáreas en el Rancho Casas Blancas en el municipio de Tamuin, S.L.P., con 16 especies de eucalipto entre ellas *Eucalyptus camaldulensis* (FAO, El Eucalipto en la Repoblacion Forestal, 1981), paraíso (*Melina azederach*), cedro rojo (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*). Pero esta plantación fue removida en el año de 1978 debido a problemas la tenencia de la tierra e invasiones. Mientras esto sucedía en el norte del país, al sur pasaba otra situación diferente ya que Fabricas de Papel Tuxtepec, se dedicaba a abastecer la planta de celulosa ubicada en Tuxtepec, Oaxaca, durante los años de 1974 a 1978, al establecer 8,800 hectáreas de plantaciones en los terrenos de San Juan Cotzocon, Distrito Mixe, de esa misma entidad federativa, sin embargo fue suspendida y abandonada para posteriormente ser aprovechada y replantada por las comunidades indígenas de la región y en el año 2000, quedaban únicamente 6,000 hectáreas de plantaciones (Briseño, 2002).

La empresa Ponderosa Industrial, realiza plantaciones de eucalipto, a fin de probar el comportamiento de diversas especies para la producción de celulosa. Estas plantaciones se iniciaron en el estado de Sinaloa; para el año de 1992 alcanzaron una superficie de 500 hectáreas. En ese mismo año, la empresa Plantaciones Industriales Mexicanas, estableció la plantación de 10 500 hectáreas de eucalipto en Ojinaga, Chihuahua, con la finalidad de producir celulosa para la fabricación de papel (Fortes, 1994).

En 1994, la Subsecretaria Forestal tenía identificados seis proyectos de plantaciones de eucalipto en los estados de Baja California, Durango, Chihuahua, Guerrero, Sinaloa y Tamaulipas; con una superficie programada de 68 500 ha. En el estado de Tabasco, se tenían seis proyectos con empresas privadas como grupo

Interfin, ICA, Louisiana Pacific, y Guinness y asociados, de Inglaterra, con una superficie de 52 500 hectáreas. Otro proyecto reciente lo constituye la empresa Pulsar con plantaciones de eucalipto en el municipio de Emiliano Zapata en Tabasco con 300 000 hectáreas (Musalem, 2006).

En 1996, el gobierno de México creó un programa de incentivos para estimular la industria forestal a través de plantaciones en gran escala con el objetivo de fomentar la industria papelera nacional. Estos programas incorporaron especies de eucalipto, que son las más recomendadas para el desarrollo de las plantaciones debido a su rápido crecimiento, alta adaptabilidad y a la calidad de fibras de celulosa, cualidades que las convierten en la materia prima por excelencia de la actividad forestal en áreas tropicales. La incorporación de estas especies forestales ha motivado una gran polémica, por ser considerados por los ecólogos en las últimas décadas los mayores causantes de impactos ambientales negativos (Gonzalez & Hanan, 2011).

En 1997 a través de la ley forestal, el Programa para el Desarrollo Forestal (PRODEFOR) y el Programa para el Desarrollo de Plantaciones (PRODEPLAN), el gobierno mexicano pretendió subsidiar la producción de bosques naturales y las plantaciones comerciales de rápido crecimiento, orientado principalmente a garantizar el suministro de materias primas industriales Cuadro 1.

Algunas de las empresas que han recibido apoyos e incentivos fiscales a través de este programa son: Smurit Carton y Papel, subsidiaria de una papelera irlandesa gigante llamada Jefferso Smurfit y Kimberly Clark de México, que apenas empieza con plantaciones experimentales de eucaliptos a pequeña escala en el sureste (Guerrero, Reed, & Vegter, 1999).

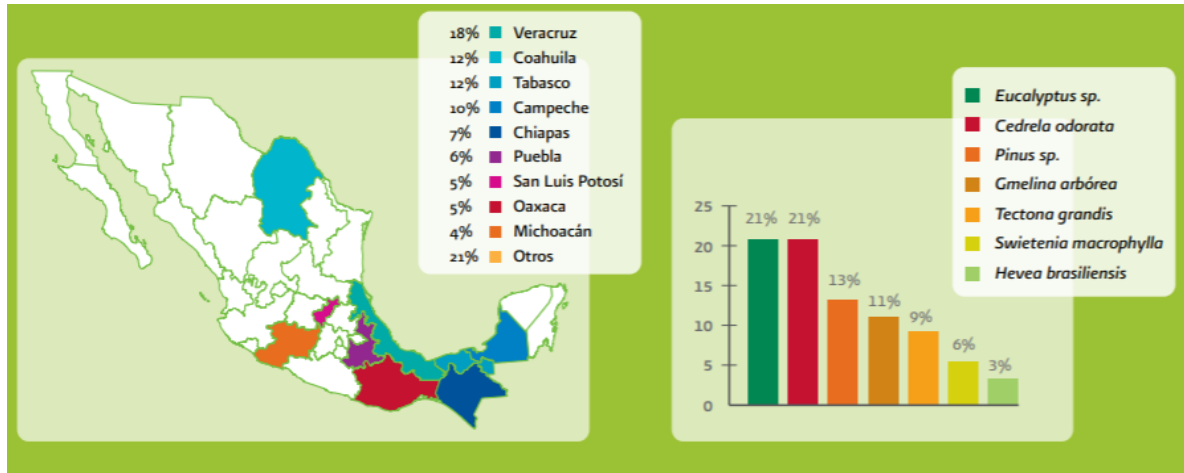
**Cuadro 1.** Proyectos aprobados por PRODEPLAN 1997

| Tipo de Madera            | Menos de 100 Hectáreas | De 100 a 1,000 Hectáreas | Mayor de 1, 000 Hectáreas | Número total de proyectos | Superficie Total |
|---------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| Pino/Árbol navideño       | 8                      | 9                        | 1                         | 18                        | 9,155            |
| Eucaliptos                | 0                      | 1                        | 3                         | 4                         | 11,609           |
| Cedro, caoba y tropicales | 10                     | 6                        | 2                         | 18                        | 7,101            |
| <b>TOTAL</b>              | <b>18</b>              | <b>16</b>                | <b>6</b>                  | <b>40</b>                 | <b>27,865</b>    |

En la actualidad existen en México 34,934 hectáreas de plantaciones forestales comerciales, de este total 17, 097 hectáreas (casi 50%) corresponden a especies introducidas y 17,837 hectáreas a especies nativas. De las especies más utilizadas destacan varias del género *Pinus* (como *Pinus caribaea* y pinos tropicales), varias del género *Eucalyptus* como *Eucalyptus urophylla*, *E. grandis*, *E. globulus*, maderas tropicales preciosas como el cedro rojo (*Cedrela odorata*), la caoba (*Swietenia macrophylla*), la teca (*Tectona grandis*), el árbol del caucho (*Hevea brasiliensis*) y la primavera (*Tabebuia donnel-smithii*). Se estima que el programa de plantaciones forestales comerciales puede inducir la producción de 18 millones de m<sup>3</sup> de madera por año, siendo tres veces mayor a la producción total nacional actual (INECC, 2007).

Actualmente las especies de eucalipto que se manejan para plantaciones son: *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus macarthurii*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus torelliana*, que se han establecido desde 1997 en los estados de Huimanguillo (Tabasco); Las Choapas, Juan Rodríguez Clara y Playa Vicente (Veracruz); Santiago Yaveo (Oaxaca); Hidalgo, Irimbo, Maravatio, Tuxpan, Zitácuaro, Ocampo, Aporo y Contepec (Michoacán); Tejupilco, Tlatlaya y Amatepec (Estado de México). La especie más plantada es *Eucalyptus urophylla* (90%) seguida de *E. grandis*, *E. globulus*, *E. nitens* y *E. camaldulensis*, que se plantan en los estados de Michoacán y el Estado de México, el resto de las especies son experimentales (Fierros, 2015).

En la Figura 2 se aprecian las diferentes especies de latifoliadas que se plantan en México, siendo *Eucalyptus sp.* y *Cedrela odorata* las más plantadas.



**Figura 2.** Especies de latifoliadas que se plantan en México

#### 4.3 Clasificación taxonómica

Este género comprende especies que van desde arbustos enanos hasta grandes árboles, que habitan un vasto rango de hábitats (Villegas & Rivera, 2002). Los eucaliptos o “*Gum trees*” como se les denomina en su país de origen, constituyen los principales árboles forestales (bosques), no solo por ser árboles nativos de esa región, sino también por sus características peculiares como lo son su tamaño, longevidad, grandeza de forma, dureza y cualidades de su madera que representan un gran valor económico para su exportación (Ruiz & Rivero, 2006).

El género *Eucalyptus* es extraordinariamente abundante como vegetación leñosa de Australia y se ha vuelto un símbolo de la biota de Australia. El género incluye más de 600 especies. Los Eucaliptos pertenecen a la familia Myrtaceae y su clasificación se puede revisar en el Cuadro 2 (Roychoudhury, 2013). La posición de opérculo (solo o doble) cubriendo los brotes florales, y la falta de pétalos distingue a los eucaliptos dentro de la familia Myrtaceae (Hill, 1994).

**Cuadro 2.** Taxonomía del eucalipto

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| <b>Reino</b>      | Plantae       |
| <b>Subreino</b>   | Tracheobionta |
| <b>División</b>   | Magnoliophyta |
| <b>Clase</b>      | Magnoliopsida |
| <b>Subclase</b>   | Rosidae       |
| <b>Orden</b>      | Myrtales      |
| <b>Familia</b>    | Myrtaceae     |
| <b>Subfamilia</b> | Myrtoideae    |
| <b>Tribu</b>      | Eucalypteae   |
| <b>Género</b>     | Eucalyptus    |

La clasificación divide el género *Eucalyptus* de L'Héritier en siete subgéneros. Los subgéneros están divididos en secciones, series, subseries, superespecies, especies y subespecies. A los diferentes taxones identificados en la clasificación se les da un código, que consiste hasta en seis letras mayúsculas (Briones & Ineson, 1996).

Cada eucalipto se distingue por las características generales y dimensiones de su corteza en el estado adulto, hojas en plántulas juveniles y adultas y a veces, hojas de transición entre estas dos últimas fases, conocidas como hojas intermedias, ramas jóvenes, inflorescencias, forma de las yemas, estambres, frutos y semillas (Chen, Horng, & Chang, 1996).

#### **4.4 Descripción de las diferentes especies de *Eucalyptus***

##### ***Eucalyptus camaldulensis***



## Nombre común

Gomero rojo, Eucalipto rojo, Eucalipto colorado

## Descripción

Árboles perennifolios, puede alcanzar de 50 a 60 m de altura. Es la especie de eucalipto dominante en la zona del mediterráneo, debido especialmente a la capacidad de prosperar y producir cosechas aceptables en suelos relativamente pobres, con una estación seca prolongada. Presenta tolerancia a las heladas ocasionales y a las inundaciones periódicas (FAO, 1988).

## Hojas

Las hojas son dimorfas; las juveniles pecioladas, opuestas, pronto alternas, anchamente lanceoladas de 11 cm x 3 cm, verde grisáceas (en árboles maduros aparecen con frecuencia como reacción a heridas); en las ramas adultas, hojas alternas, pecioladas, de 10-20 cm x 1-2 cm; color verde pálido, colgantes, gruesas, rígidas, con una vena central pronunciada (Gut, 2017).

## Flores

En inflorescencias de 7 flores (5-10); pedúnculo de 2 cm, cubiertas por un opérculo hemisférico o cónico, formado por los segmentos soldados del perianto, que se desprende cuando la flor se abre, florece de abril-julio. Brotes florales pedicelados, hemisféricos, opérculo rostrado (FAO, 1988).

## Fruto

Es una cápsula hemisférica pequeña, de 8 mm con 4 valvas conteniendo muchas semillas diminutas café amarillas.

## Fuste

Presenta troncos bifurcados, aunque también se pueden encontrar ejemplares con un tronco recto.

## Corteza

Corteza blanca grisácea, lisa, amarilla, gris-pálida que se desprende en placas irregulares, como se puede observar en la Figura 3.

## Sistema radicular

Presenta raíces profundas y un sistema radicular muy extendido, lo que indica que es árbol poco recomendable para utilizarlo como especie de ornato.

## Copa

La copa es globosa, extendida con ramas péndulas y follaje permanente.

## Resistencia

Es una especie que llega a tolerar temperaturas de  $-8^{\circ}\text{C}$ .

Estado de conservación: Casi Amenazado (NT): según UICN (API) (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).



**Figura 3.** *Eucalyptus camaldulensis*, flores, árbol, fuste

## ***Eucalyptus globulus* Labill**

### Nombre común

Eucalipto blanco, Eucalipto azul, Eucalipto macho, Calitro

## Descripción

La palabra proviene de (*globulus*: redondeado, refiriéndose a la flor o al fruto (= *E. gigantea*): es un árbol de follaje persistente, de gran porte, de 30 a 55 metros de altura, aunque en su hábitat original puede alcanzar los 90 metros (Chudnoff, 1984).

## Hojas

Las hojas son enteras, perennes y coriáceas, las juveniles son opuestas, sésiles, de base cordada, de color gris-azulado, de 8-15 cm de longitud y 4-8 cm de ancho, mientras que las adultas son alternas, pecioladas, con la base cuneada, linear-lanceoladas, de 15-25 cm de longitud, con el ápice acuminado, de color verde oscuro, con la nerviación marcada (Chudnoff, 1984).

## Flores

Las flores son axilares, solitarias o en grupos de 2 a 3, de hasta 3 cm de diámetro, con numerosos estambres de color blanco. La floración es en septiembre-octubre. La multiplicación es por semillas (Cozzo, 1976).

## Fruto

El fruto es una cápsula campaniforme de color glauco y cubierta de un polvo blanquecino, de 1.4-2.4 cm de diámetro como se puede apreciar en la Figura 4.

## Fuste

Se caracteriza por el tronco color ceniciento, presenta un duramen amarillo pálido, albura blanca grisáceo. Grano generalmente entrelazado; textura moderadamente gruesa; brillante bastante bajo; sin olor o sabor distintivo; con frecuencia contiene venas de las encinas que pueden restar valor a la apariencia (Chudnoff, 1984).

## Corteza

La corteza del tronco adulto es un elemento importante para identificar a la especie, ya que esta puede ser persistente o caduca, lisa que se desprende fácilmente en láminas en los ejemplares adultos (Majada & Lopez, 2012).

### Copa

La copa es piramidal, alta, los tallos jóvenes son tetragonos, blanquecinos pubescentes (Chudnoff, 1984).

### Resistencia

Es algo sensible a las sequías prolongadas. Prefiere suelos ligeramente ácidos y frescos. No resiste el frío intenso (Russo, 2013).

### Sistema radicular

Su sistema radicular es muy fuerte y muy penetrante con raíces secundarias someras, presentan una cepa carbonatada engrosada, formando un tubérculo leñoso de gran importancia en la regeneración y como reserva de nutrientes.

### Estado de conservación:

Preocupación Menor (LC) según UICN (API) (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).



**Figura 4. *Eucalyptus globulus*: árbol, flores y frutos.**

### ***Eucalyptus grandis***

Nombre común

Eucalipto, eucalipto rosado

Descripción (Hernandez R. & et. al., 2006)

Es un árbol que alcanza hasta 60 m de altura y en su hábitat natural llegan a alcanzar alturas de 90 m. El árbol, produce un número indefinido de brotes y yemas desnudas Figura 5.

Hojas

Son alternas y horizontales o colgantes. En estado juvenil son opuestas por algunos pares, luego alternas, ovadas, de hasta 16 cm de largo y 8,5 cm de ancho, verdes a verdes oscuras. Las hojas adultas son alternas, lanceoladas a ampliamente lanceoladas, de hasta 15 cm de largo y 3 cm de ancho, verdes por la haz y verdes pálidas por el envés, penninervadas, densamente reticuladas.

Flores

Son blancas y crecen en umbelas. Estas inflorescencias son axilares y simples, con siete flores; pedúnculos aplanados, de hasta 2,0 cm de longitud, yemas sésiles o cortamente pediceladas; las flores tienen cinco estambres flexados irregularmente, y fértiles; anteras versátiles, oblongas, que se abren por ranuras longitudinales.

Fruto

Es una cápsula leñosa, cerrada, de forma cónica a ligeramente piriforme, con gran cantidad de semillas muy pequeñas, pedicelos cortos, en ocasiones sésiles, frecuentemente glaucos, de hasta 0,8 cm de largo por 0,6 cm de ancho, con frecuencia

contraídos hacia el ápice, reborde delgado, disco no visible, dehiscente, con 4 a 5 valvas, anchas y curvadas hacia adentro. Semillas: fértiles son de un tamaño minúsculo, de tan sólo 1 mm de diámetro.

#### Fuste

Fuste recto, de hasta 150(-200) cm de diámetro, de forma excepcional y limpio de ramas a gran altura.

#### Corteza

La corteza es áspera y persistente desde la base hasta uno o dos metros de altura; es delgada, fibrosa o escamosa, tiene una tonalidad gris clara a marrón y se puede desprender en bandas alargadas. Inicialmente la corteza interna posee una tonalidad rosácea brillante y después es blanca o grisácea - blanquecina.

#### Copa

Los árboles son de copa poco densa y amplia, y tienen porte columnar en plantaciones densas.

#### Madera

Tiene una madera de color rosada a pardo rojizo clara.

#### Resistencia

La especie llega a tolerar temperaturas altas de 29-32°C a mínimas de 5-6°C, aunque tolera heladas poco frecuentes.

#### Sistema radicular

No presenta engrosamientos (lignotubérculos) debajo de la superficie del suelo.

#### Estado de conservación:

Casi Amenazado (NT) según UICN (API) (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).



**Figura 5.** *Eucalyptus grandis*: flores, frutos inmaduros y frutos maduros.

### ***Eucalyptus urophylla***

Nombre común

Goma blanca de Timor, Goma de montaña

Descripción (CIFOR, 2011)

El árbol puede alcanzar alturas de 45 a 55 m y es de hoja perenne. En entornos desfavorables crece como un arbusto nudoso, aunque su tronco suele ser derecho.

Hojas

Las juveniles son subopuestas, mientras que los tallos son ampliamente lanceolados y decolorados, y miden 10-15 cm × 5-8 cm. Las hojas adultas son

filodinosas, subopuestas a alternar, de pedúnculo largo (12-30 mm), de ancho lanceolada y abruptamente estrechada en una punta corta o lanceolado.

### Inflorescencia

Es un umbeliforme simple axilar; un dicasio condensado y reducido, llamado conflorescencia. Los umbrales son solitarios y poseen 5-8 flores. El pedúnculo parece algo aplanado. y es generalmente de 8 a 22 mm de largo, mientras que el pedicelo es anguloso y de 4 a 10 mm de largo.

### Flores

Son regulares y bisexual. Los botones florales son elipsoides u obvios, puntiagudos a redondeados, y miden 10-14 mm x 6-10 mm. Se pueden dividir en un tubo cáliz o bipantio (parte inferior) y un opérculo (parte superior) que se desprende en anthesis. La flor tiene numerosos estambres.

### Fruto

Es seco de paredes delgadas, cápsula encerrada en un hypanthium leñoso, con 3-5 incluido a válvulas parcialmente extraídas.

### Semilla

Es pequeña aproximadamente semicircular y negra. Germinación es epigeal y los cotiledones suelen ser bilobulados cerca del centro. Los primeros 5-7 pares de hojas son opuesto, aunque los pares subsiguientes son subopuestos.

### Fuste

El tronco es recto, libre de ramas hasta 30 metros y tiene hasta 200 cm de diámetro.

### Corteza



La corteza varía según la disponibilidad. humedad y altitud, pero suele ser persistente, liso y subfibroso, marrón rojizo a marrón de color, con fisuras longitudinales poco profundas y estrechas. A veces, sin embargo, puede parecer áspero, especialmente en la base del tronco.

#### Copa

Copa poco densa y amplia cuando el árbol crece en sitios abiertos, más estrecha en plantaciones densas.

### ***Eucalyptus viminalis* Labill**

#### Nombre común

Eucalipto blanco, Manna gum, White ribbon gum

#### Descripción

Árbol de gran porte, tiene hojas perennes, cuenta con altura de hasta de 50 m y se han encontrado ejemplares de 90 m.

#### Hojas

Hojas juveniles levemente discoloras, opuestas, sésiles, generalmente amplexicaules, elípticas, lanceoladas o aovadas, de 4-10 × 1,5-3 cm. Hojas adultas concoloras, alternas, con pecíolo de 1-2 cm, acuminadas, angostamente lanceoladas hasta falcadas, de 8-20 × 0,8-2 cm como se observa en la Figura 6 (Mangieri & Dimitri, 1961).

#### Flores

Flores dispuestas en inflorescencias simples, umbeliformes, axilares, generalmente trifloras (7 flores en subsp. *cygnetensis* Boomsma), con pedúnculo cilíndrico o aplanado, de 0,5 a 1 cm y pedicelos de 0,2 a 0,4 cm. Flores con hipanto hemiesférico o campanulado, cáliz y corola soldados en el opérculo, caedizo en anthesis. Opérculo hemiesférico o cónico, ligeramente apiculado, 0,3-0,4 × 0,3-0,5 cm. Estambres numerosos, pluriseriados, largamente exsertos, blanquecinos. Filamentos filiformes, libres. Anteras ovoides, bitecas con las tecas paralelas. Ovario ínfero con los lóculos pluriovulados, placentación axilar; estilo filiforme notable (Labillardiere, 1806).

#### Fruto

Fruto cápsula (diplotegia), hemiesférico o subgloboso, de 0,5-0,8 × 0,5-0,9 cm, dehiscente por 3-4 valvas apicales, generalmente exsertas, disco ancho, exserto.

#### Semilla

Semillas numerosas, negras, pequeñas, comprimidas, abortando muchas de ellas (las estériles son de color castaño y brillantes) (Mangieri & Dimitri, 1961).

#### Corteza

Tiene la corteza lisa, caediza en largas fajas, dejando descubierto el tronco recto, blanquecino; en ejemplares poco desarrollados la corteza es rugosa y oscura. Ramas péndulas (Labillardiere, 1806).

#### Estado de conservación

Preocupación Menor (LC): según UICN (API) (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).



**Figura 6.** Morfología de *Eucalyptus viminalis*. A, botones florales. B, flores. C, frutos. D, hojas juveniles. E, hojas adultas.

### ***Eucalyptus tereticornis***

Nombre común

Eucalipto rojo

Descripción (SINAVIMO, 2000)

Es un árbol de mediano a gran porte, de aspecto piramidal, llega a alcanzar alturas de 50 m y tiene una copa bastante densa.

Hojas

Las hojas juveniles primero son opuestas, para hacerse finalmente alternas; pecioladas, anchamente aovadas, de bordes enteros y glabras. Las hojas adultas son lanceoladas y estrechas, a menudo falcadas, coriáceas, acuminadas y péndulas, midiendo de 7 a 20 cm de largo. La nervadura media es muy marcada, de color amarillento o rojizo, llevando insertadas las venas secundarias en un ángulo de 45°.

Flores

Son blancas, pediceladas, de tamaño mediano. Se hallan dispuestas en umbelas axilares con 4 o más flores cada una. Pedicelos y pedúnculos cilíndricos. El opérculo es cónico o ligeramente rostrado, recto o con una ligera curva. Su tamaño supera en dos o tres veces al tubo del cáliz.

#### Frutos

Son hemisférico, de 6 – 10 mm de diámetro, por 6 – 10 mm de largo. Reborde notablemente convexo. Posee de tres a cinco valvas bien exsertas, de forma triangular o semilanceoladas.

#### Semillas

Son pequeñas, menores a 1 mm de largo, de color negro, angulosas, rugosas y desprovistas de apéndices. Parálisis de color castaño, muy angostas, notablemente más largas que la semilla fértil.

#### Corteza

Su corteza es lisa, de color blanquecina o grisáceo, del tipo red gum. Se desprende en forma de tiras o flecos, pudiendo persistir en la base del tronco.

#### Fuste

El tronco es recto, por lo general despejado en más de la mitad de la altura total y con las principales ramas muy inclinadas

#### Madera

Es de color rojo con albura amarillenta. Es pesada y dura. Difícil de aserrar y cortar en estado seco. Posee textura uniforme y fibra entrecruzada.

## 4.5 Descripción morfológica

### Copa

Las copas de los árboles muy grandes de eucalipto están divididas en un cierto número de unidades de copa que dan a los árboles su aspecto característico. Cada unidad de copa es comparable a la corona de árboles de una plantación de tamaño de latizal (postes largos) de unos 12–15 cm de diámetro a la altura del pecho. Al analizar tales unidades de copa, se observa que consisten en un tallo principal y cuatro o cinco órdenes de ramas, raramente más (FAO, 1981).

La estructura de las unidades de copa tiene un mecanismo de control muy estricto. Debido a la capacidad de las yemas desnudas de producir nuevos brotes, apenas los pares de hojas se abren sobre la extremidad en crecimiento, podría pensarse que se desarrollarían docenas de órdenes de ramas, lo que no ocurre. Los brotes excesivos se suprimen y caen, y la unidad de copa conserva una estructura bastante abierta con cuatro o cinco órdenes de ramas, aparte del tallo principal de la unidad misma (FAO, 1981).

### Corteza

La corteza que cubre al tronco es lisa y se desprende en el otoño, dejando al descubierto el tronco blanquecino. Específicamente, la corteza sobre las ramas jóvenes de un árbol maduro es lisa, mientras que, en la parte inferior del tronco, hasta unos pocos metros del suelo, el ritidoma se vuelve más o menos persistente y profundamente surcado (Jacobs M. , 1981).

A continuación, se enumeran los tipos de corteza más claramente diferenciados con los nombres que se les asigna en Australia (FAO, 1981):

#### Corteza caduca

La corteza se desprende, cuando cada capa se renueva, en largas tiras, como en *E. globulus*. El descortezado en láminas bastante anchas, como en *E.*

*camaldulensis* y *E. saligna*. Descortezado en planchuelas muy pequeñas o escamas, como en *E. citriodora* o *E. astringens*.

Por lo general, es difícil definir el color y la textura superficial de estas cortezas, puesto que, a menudo, se caracterizan por placas yuxtapuestas de diferentes edades. Mientras que las placas más nuevas son por lo general brillantes y de grano fino, con colores relativamente vivos y variados, las placas viejas, listas para caer, son relativamente de un gris opaco y menos lisas.

### Corteza persistente

Si la capa súbero-felodérmica no se renueva en profundidad, o si, por cualquier otra razón, las partes externas del ritidoma no se desprenden periódicamente del árbol, la corteza se denomina «persistente».

Al envejecer la corteza, su superficie se oxida, se oscurece, se vuelve más o menos pulverulenta, y pierde sus caracteres específicos. Estas características pueden determinarse solamente examinando la corteza madura, no a la base del tronco, sino a un tercio de la altura del árbol.

Agrupando algunas de las categorías ahora reconocidas por los botánicos y forestales, lo más sencillo es distinguir las cortezas persistentes en cuatro categorías:

#### Tipo «Ironbark»

Esta corteza es dura, con fibras sumamente cortas, o sin ellas, y se desprende en poliedros muy pequeños de textura dura suberosa cuando se desmenuza, con surcos profundos longitudinales. Por lo común, tiene color oscuro, conteniendo a veces inclusiones de pequeñas masas gomosas quinto, ricas en taninons Figura 7.

#### Tipo «Box»

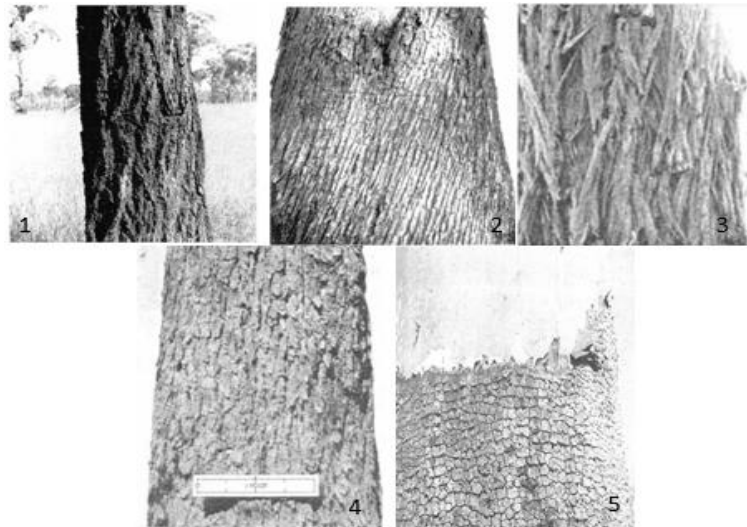
Esta corteza es gris-pálida, de fibra corta finamente agrietada o reticulada oblicuamente sobre la superficie Figura 7.

## Corteza parda de fibra larga

La corteza es gruesa y, por lo general, más o menos marrón oscuro, con fibras largas o muy largas, con profundos surcos longitudinales. Cuando se desprenden las capas externas, se pone en evidencia la textura fibrosa larga, a veces laminada. Esta categoría incluye especies como *E. robusta* y *E. botryoides* y «stringybarks», como *E. obliqua* y *E. globoidea* Figura 7.

## Tipos «Peppermint» y «Bloodwood»

Corteza de gris mate a negra, dura, con surcos irregulares superficiales principalmente en dos direcciones, creando un efecto de escamas con una forma más o menos oblonga. Ejemplos de estos tipos son *E. elata*, «peppermint» y *E. gummifera*, «bloodwood» Figura 7. Otra clase de corteza «bloodwood» es el tipo teselado hallado en varios «bloodwoods» tropicales.



**Figura 7.** 1. Corteza tipo ironbark, 2. Corteza tipo box, 3. Corteza tipo stringybark, 4. Corteza tipo bloodwood, 5. Corteza tipo teselado

## Frutos

Los frutos tienen forma de cápsula de unos 2,5 cm de longitud dividida en tres o cuatro sectores con un gran número de semillas negras de 1 o 2 mm (Velázquez-Martí & Gaibor-Chavez, 2019).

La identificación de los frutos de eucalipto de acuerdo a (FAO, 1981) ha dado origen a interminables comparaciones con objetos extraños, y es conveniente poner a esto un límite razonable. El fruto se forma con el desarrollo del hipantio y del ovario inferior adherido. La parte superior del fruto consiste en cuatro segmentos.

La descripción del fruto debe abarcar la forma del hipantio y del pedicelo del disco, así como la posición y la forma de las valvas.

Forma del hipantio propiamente dicho y de su pedicelo: La forma del hipantio está más o menos fundida con la de su pedicelo. Este último puede ser truncado o atenuado. El hipantio en sí puede comúnmente clasificarse como globular, ovoide, urceolado, campanulado, hemisférico, cilíndrico o cónico.

Un hipantio ovoide o globular, combinado con un pedicelo largo atenuado, produce un fruto piriforme; combinado con un pedicelo corto atenuado, un fruto en forma de peonza. Un hipantio cilíndrico o urceolado, combinado con un pedicelo atenuado, produce un fruto de forma aproximada a la de un mazo corto. Debe recordarse que el tamaño de los frutos puede variar considerablemente en función de si se desarrollan y maduran lentamente o, al contrario, maduran pronto (Figura IX).

Es también aconsejable tener cuidado con el uso del término «estriado», que debería emplearse sólo para indicar las estrías que aparecen cuando el tejido no escleroso se contrae.

Forma del disco: en las flores o en los frutos jóvenes frescos, el disco es virtualmente continuo con la parte superior del ovario. Cuando el fruto madura y se seca, la diferenciación entre las dos partes se nota cada vez más y no presenta dudas cuando las valvas se abren.



Según el ovario evolucione en una cápsula más o menos desarrollada que el hipantio, el disco puede ser protuberante, quedar achatado, y comúnmente delgado, o deprimirse. Si es protuberante, puede ser cóncavo, aplanado o convexo, en cuyo caso generalmente se le llama «cupulado».

Posición y forma de las valvas: las valvas pueden ser relativamente cortas y triangulares, como en *E. camaldulensis*. En este caso, representan simplemente la parte superior del ovario. Pueden tener puntas agudas formadas por la ruptura de la base persistente del estilo. Estas valvas puntiagudas pueden también ser continuas y unidas en un punto solo, debido a la persistencia de todo el estilo, como en el caso de *E. oleosa*. En ciertas especies, las valvas son frágiles y caen rápidamente cuando el fruto madura.

Valvas exertas. Se llaman «exertas» las valvas cuya base está situada visiblemente al nivel del anillo calicinal, o bien claramente por encima de él, y cuando sus puntas sobresalen netamente de todo el fruto, como en *E. camaldulensis*.

Valvas inclusas. Se llaman así las valvas que tienen su base muy por debajo del nivel del anillo calicinal, por encima del cual sus puntas pueden sobresalir ligeramente.

Valvas a nivel. Estas valvas son las que tienen su base al nivel o ligeramente por debajo del anillo calicinal, con sus puntas al nivel o ligeramente por encima del mismo.

## **Hoja**

Las hojas del eucalipto son grisáceas. La forma más común es alargadas y lanceoladas, aunque hay especies de hojas ovaladas. Comienzan siendo sésiles, es decir, están asidas al tallo sin peciolo. Posteriormente, el peciolo se alarga y adquieren un color verde azulado brillante con el nervio central muy marcado. Están dispuestas de forma alternada (Velázquez-Martí & Gaibor-Chavez, 2019).

Las hojas de la mayoría de las especies de eucalipto varían, a veces en forma notable, desde la plántula al árbol maduro. Las hojas son elementos importantes para la identificación. Aquí se ha seguido el sistema de clasificación de los diferentes tipos de hojas usado por S.T. Blake 1953 (FAO, 1981).

#### Hojas de plántulas

Se trata de las hojas tempranas formadas sobre plántulas durante su primer año. Se desarrollan pares de hojas sobre el brote en crecimiento, opuestas sobre el talluelo, y los pares sucesivos están distribuidos en ángulos rectos unos de otros, disposición denominada «decusado».

#### Hojas juveniles

Se trata de las hojas que se hallan en una plántula de vivero cuando se han formado de cuatro a seis pares de hojas sobre la joven extremidad en crecimiento. Son comunes también en el bosque cuando los brotes se forman del lignotubérculo, o de los «brotes de reversión» y que se forman sobre la mayoría de los troncos de eucaliptos a continuación de daños graves provocados por el fuego o por otras causas. Estas hojas son, a veces, espectacularmente diferentes de las hojas adultas, p.ej., *E. globulus*. Se cree generalmente que las hojas juveniles, como las que se forman sobre las plántulas o sobre los brotes de reversión, reproducen caracteres ancestrales desaparecidos de las especies

#### Hojas intermedias

Las hojas intermedias son generalmente más anchas que las juveniles o las adultas, y la punta en crecimiento puede producir muchos pares después de la fase juvenil y antes de que aparezcan las hojas adultas más o menos estables.

#### Hojas adultas

Se trata de las hojas normalmente producidas sobre las partes no dañadas de las copas de los eucaliptos maduros. Por lo general, son coriáceas, a menudo gruesas,

rígidas, fuertemente cutinizadas y ricas en esclerénquima. Normalmente, son alternas, sólo en muy pocas especies son opuestas o sub-opuestas. En la mayoría de las especies, debe considerarse su forma como lanceolada, variando, sin embargo, según las especies, desde casi linear, a lanceoladas estrechas, a lanceoladas anchas, elípticas, oblongas, o incluso ovals y orbiculares. Frecuentemente, son falciformes. Su tamaño varía mucho. En algunas especies, y a veces sobre el mismo árbol, hay una notable variación en la forma y en los tamaños de las hojas. Por lo tanto, cuando se indican el largo y el ancho de las hojas, con exclusión del pecíolo, deberán indicarse no solamente los promedios, sino también las dimensiones extremas.

#### Brotos de reversión (epicórmicos)

Cuando un eucalipto queda dañado por el fuego o por otras causas, se forman nuevos brotes a partir de las muchas yemas latentes epicórmicas que se hallan sobre el tronco y las ramas. Estos brotes llevan por lo común hojas intermedias o juveniles y se denominan «brotos de reversión». Si bien son más aparentes sobre árboles dañados, los brotes de reversión son importantes para permitir al árbol grande reconstituir su copa cuando las ramas llegan a ser muy largas y provocan una inestabilidad mecánica. Las extremidades de las ramas mueren, formándose brotes de reversión en lugares más bajos de la rama, protegidos contra la inestabilidad mecánica. Pronto salen hojas maduras. Pueden verse los brotes de reversión en lugares adecuados sobre la mayoría de las copas de los grandes eucaliptos.

#### Hojas opuestas y alternas

La gran mayoría de los brotes terminales de los eucaliptos crecen, a lo largo, entre nudos que forman pares de hojas opuestas o subopuestas, con distribución decusada. O sea, cada par sucesivo de hojas queda en ángulo recto con el par previo sobre el tallo. En algunas especies, la disposición foliar opuesta, decusada, se conserva más allá de la fase juvenil, cuando las hojas pueden ser cordiformes, amplexicaules o connatas. En la mayoría de las especies, las hojas intermedias y maduras se vuelven alternas. Se produce luego un alargamiento del brote entre las hojas de cada par formadas desde la punta terminal. El internodio entre las hojas de

cada par es más corto que el internodio entre los pares sucesivos de hojas. Es siempre posible identificar cada par de hojas.

### **Inflorescencia**

Las flores del eucalipto son muy llamativas. Tienen cuatro pétalos y muchos estambres blancos que se abren en círculo. Los frutos son como pequeñas campanitas verdes y grises, que cuando se secan adquieren un olor muy fuerte. La parte superior del fruto consiste en cuatro segmentos que, al madurar se parte y se separa en valvas (CONAFOR, 2013).

Se caracterizan por poseer numerosos estambres sin pétalos. Pueden estar agrupadas en umbelas, inflorescencias abiertas, racimosas en la que del pedúnculo se irradian los pedicelos florales, varillas de igual longitud (Velázquez-Martí & Gaibor-Chavez, 2019).

Sin embargo (FAO, 1981) describe la inflorescencia en la mayoría de las especies de *Eucalyptus* como una cima dicásial notablemente contraída, de modo que las brácteas que soportan las ramas sucesivas de la cima se reúnen en lo que parece ser un único verticilo en la punta del pedúnculo. Frecuentemente, algunas, o la mayoría, se fusionan. Estas brácteas fusionadas pueden aparecer en muchas especies como un simple par, y luego cubrir la inflorescencia joven apenas aparece y antes que las yemas lleguen a su desarrollo completo previo a la antesis.

La cantidad de yemas en los ramilletes florales se hace luego menos exacta; comienzan a variar en la misma especie, y aun dentro del mismo individuo, especialmente cuando el número excede de quince. En la llamada inflorescencia compuesta, cada racimo cimoso se comporta como una sola unidad, distribuida de acuerdo con el carácter decusado del brote foliar normal. La característica sobresaliente de cada flor de *Eucalyptus* es la presencia de un opérculo que se presenta con tres variaciones.

Es costumbre dar el nombre de «yema» a lo que es, en realidad, la flor del eucalipto hasta el momento de la abscisión del opérculo en la antesis. La «yema» comprende: el opérculo, el hipantio y el pedicelo.

Formas del opérculo: se verá en la práctica que, en la misma especie y a menudo sobre el mismo árbol, la forma del opérculo varía y puede sólo describirse con la ayuda por lo menos de dos o tres de las comparaciones precedentes.

Estambres: las clasificaciones para los eucaliptos fijadas hasta ahora por los botánicos se han basado en las características de los estambres. Es prácticamente imposible distinguir en el terreno muchas de estas subsecciones.

## **Fuste**

De acuerdo con (FAO, 1981), los troncos de los arboles son limpios, la mayoría rectos lo que ha llamado la atención de los madereros desde el principio de su familiarización con el género. Se esforzaron en usar los troncos para muchos fines, tanto dentro como fuera de Australia, donde los mecanismos de crecimiento, ya analizados en este capítulo, habían puesto en evidencia los sobresalientes ritmos de crecimiento de los que este género es capaz.

La madera de la parte periférica de un tronco de eucalipto verde se encuentra en un estado de tensión a lo largo de su eje longitudinal y la madera del interior en un estado de correspondiente compresión. La razón de este comportamiento parece deberse a que, a medida que crece el diámetro, los estratos externos se acortan ligeramente entre cualquiera de dos puntos del tronco, si se compara con los estratos internos. El acortamiento no es tanto en términos de largo, y disminuye por unidad de crecimiento diamétrico a medida que el árbol crece en diámetro, pero lleva a fuertes tensiones de compresión en el centro del tronco y a fuerzas de tensión en los estratos externos.

## **Semilla**

De acuerdo a (FAO, 1981) describe que la mayoría de las especies de este género tienen semillas muy pequeñas con poco material de reserva en cada una, pero producen semillas en grandes cantidades. Aun cuando caen sobre la tierra desnuda por el fuego, inundaciones o acción volcánica, una pequeña cantidad, a veces tan baja como una en un millón, logra sobrevivir bajo la protección de algún objeto que la cubra, lo que es suficiente para asegurar la supervivencia de la especie y de la tierra forestal.

Cada fruto de eucalipto contiene una cantidad de óvulos. Algunos, pero nunca todos ellos, son fertilizados durante la polinización. Los óvulos fertilizados se desarrollan unos seis meses, aproximadamente, o aún menos, a partir de su polinización, y la cápsula se hincha hasta el tamaño que es normal para la especie. La semilla es corrientemente viable cuando las cápsulas cambian de color verde a pardo.

Características de las semillas: las semillas de *Eucalyptus* varían mucho en tamaño, desde menos de 1 mm en *E. populnea* hasta más de 2 cm en *E. calophylla*; en el color, desde negras en *E. tereticornis* hasta amarillas en *E. camaldulensis*; en la forma, desde casi esféricas en *E. wandoo* a cuboides en *E. tetradonta* y subuladas en *E. curtisii*; y en su relieve, desde superficialmente reticuladas, como en *E. leucoxyton*, a profundamente alveoladas, como en *E. griffithsii*.

## **Raíz**

El eucalipto tiene crecimiento continuo, incluso en períodos secos o frescos; en su tronco no se definen anillos de crecimiento. El enraizamiento está muy desarrollado, ciertas especies tienen tan amplio su sistema radicular que acaparan el agua de los horizontes superiores, de tal suerte que las plantas del sotobosque no pueden desarrollarse (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

Debido al potente desarrollo del sistema radicular que precisa profundidad del suelo debido a que la compresión de sus raíces dificulta el crecimiento. La raíz es

pivotante estructurada en un eje vertical primario rodeado de raíces secundaria (Velázquez-Martí & Gaibor-Chavez, 2019).

La erosión puede ser un factor importante en el desarrollo radicular de los eucaliptos ya que se pueden observar como desarrollan raíces superficiales, las que en parte profundizan con ramificaciones hacia el interior de la tierra. Además, las raíces de árboles de la misma línea se tocan y llegan a fusionarse (esto puede afectar al usar herbicidas al querer matar tocones selectivamente), como así también se llegan a entrecruzar con la fila vecina (en este caso a 3 m de distancia) en plantaciones Figura 8 (INTA, 2004).



**Figura 8.** Sistema radicular al descubierto de una plantación de *E. grandis*

### **Propagación**

Las flores del eucalipto son polinizadas principalmente por insectos, en particular abejas, moscardas y hormigas, y raramente por el viento. El néctar viene secretado en la copa de la flor, el cual es muy apetecido por los insectos. Cuando los eucaliptos están en plena floración, en las plantaciones puede escucharse un verdadero zumbido de abejas (CONAFOR, 2013).

La pequeña semilla de los eucaliptos se ha convertido en parte de la dieta de hormigas y otros pequeños insectos (y algunos pájaros). La mayor parte de la semilla

que cae al suelo en Australia es recogida por los insectos. La mayoría de las pequeñas plántulas que logran emerger de las restantes semillas son destruidas por desecación o por las heladas; pero algunas sobreviven (FAO, 1981).

## **4.6 Requerimientos ambientales**

### **4.6.1 Clima**

Entre los factores climáticos que más influyen en el género *Eucalyptus*, se encuentran las heladas. La acción del frío tiene carácter restrictivo que se ha de tener en cuenta, a fin de conocer la resistencia a las temperaturas bajas. Cada especie tiene sus límites térmicos, los cuales pueden ser modificados por otros factores, tal es el caso de luz que incrementa la resistencia al frío (Jalota & Sangha, 2000).

El eucalipto crece adecuadamente en climas cálidos o tropicales. Requiere ambientes soleados. La temperatura óptima de desarrollo se sitúa entre 20°C y 30°C. Sin embargo, tiene una cierta resistencia al frío, La mayoría de especies pueden resistir temperaturas de hasta -12 °C, pudiendo desarrollarse a temperaturas de -5°C. Hay que señalar que la variedad de mayor resistencia es el eucalipto de nieve (*Eucalyptus pauciflora*) que puede resistir hasta -20°C. El eucalipto precisa de entre 6 y 8 horas a la luz solar directa. No son adecuado zonas umbrías (Velázquez-Martí & Gaibor-Chavez, 2019).

El eucalipto tiene un alto requerimiento de luz. Es sensible a las heladas, aunque ambas especies soportan heladas de baja intensidad. Necesita de 1000 a 1500 mm de agua al año (Gunn & McDonald, 1991). Aunque en poblaciones naturales ocupan un rango altitudinal desde el nivel del mar hasta 450 m de altitud, con unas precipitaciones medias anuales entre 500 y 1500 mm (Fernandez, Tapias, & Alesso, 2010).



#### **4.6.2 Suelo**

El eucalipto se puede cultivar en cualquier tipo de textura, tanto arcillosa, limosa como arenosa. El factor más importante para el adecuado desarrollo es el pH, debiendo estar comprendido entre 5,5 y 6,5 (Velázquez-Martí & Gaibor-Chavez, 2019).

Los suelos con mal drenaje o inundados no son aptos para la mayoría de los eucaliptos. Los suelos anegados deben ser drenados y los drenes se deben conservar en condiciones eficientes. Varios países plantadores lo realizan con cuidado, lo que permite una ampliación de la tierra disponible para plantaciones. Sin embargo, lluvias excepcionales inundan de tanto en tanto las tierras planas y es necesario conocer las especies que tolerarán las inundaciones periódicas (Hieber, 2000).

En condiciones áridas y semiáridas, donde la evapotranspiración supera en gran forma a la precipitación, y especialmente donde no hay drenaje externo, una limitación adicional al crecimiento de la planta puede ser la acumulación de sales en el suelo. Pocos eucaliptos toleran una elevada salinidad del suelo (FAO, 1981).

Los suelos derivados de calizas que tienen un elevado pH y una apreciable cantidad de calcio libre no son aptos para muchas especies de eucaliptos. El caso más notable de una especie plantada ampliamente, que tolera suelos calcáreos, es *E. gomphocephala*, la cual, en los países mediterráneos, especialmente en el norte de Africa, se mantiene en buena salud sobre suelos donde las razas locales de *E. camaldulensis* sufren mucho por la clorosis provocada por el calcio (Fernandez, Tapias, & Alesso, 2010).

#### **4.6.3 Necesidades de Agua**

La resistencia a la sequía que presenta el eucalipto no solo se debe a los factores de equilibrio hídrico, sino a otros factores que actúan sobre el crecimiento durante este periodo. El menor consumo de agua de la planta no significa que es más resistente a la sequía, sino a la capacidad para soportar el marchitamiento. Por ello es importante

mencionar que este género es poco exigente en materias nutritivas, ya que se adapta a los más diversos suelos arcillosos, limoso, aluviales, rocosos, etc., pudiendo algunos de ellos hasta tolerar la presencia de calcio, que en general resulta nocivo porque impide la absorción de otros elementos (Ruiz & Rivero, 2006).

El consumo de agua del eucalipto puede compararse al de otras especies forestales encontradas en bosques nativos, así como al de otros cultivos permanentes tal es el caso del café. Algunas especies consumen más agua, mientras que otras están adaptadas para la escasez de este recurso. Se ha investigado y determinado que el eucalipto tiene mecanismos de control de uso de agua eficientes sobre todo en períodos más críticos (Conselho de Informacoes sobre Biotecnologia, 2008).

En épocas de lluvias, el eucalipto absorbe más agua y, en verano, disminuye su tasa de transpiración. Se ha observado que la evapotranspiración es similar a la de bosques naturales, áreas de cafetales, zonas cañeras y cultivos cítricos. En áreas húmedas, el efecto del eucalipto en la disponibilidad del agua comparado con otras especies comúnmente utilizadas, no será muy diferente por lo que el consumo de agua no tendrá efectos importantes sobre el ambiente (Gúzman, 2012).

Gracias a la densidad de sus copas, los eucaliptos interceptan menos agua de lluvia que otras especies utilizadas comúnmente para plantaciones, así como otras especies nativas de hoja ancha. Por esa razón, se esperaría que mayor volumen pluviométrico ingresara directamente al suelo promoviendo así la infiltración del agua de lluvia y manteniendo también mayor humedad relativa en terrenos cubiertos que en terrenos descubiertos (Ruiz & Rivero, 2006).

Además, de llevarse a cabo prácticas silvícolas regulares que permitan mantener el dosel homogéneo abierto, se continuará promoviendo la infiltración del agua de lluvia. Los balances hídricos bajo plantaciones de eucalipto dependerán de varios factores, entre ellos el clima, las condiciones de la superficie del suelo, el estadio de crecimiento del árbol, la densidad de árboles, la humedad del suelo y la profundidad del sistema radicular (Munishi, 2007).

En un sitio en Brasil, el promedio de las raíces del eucalipto se encuentra a los 2.5 metros de profundidad, por lo que, si los mantos freáticos se mantienen a profundidades aproximadas de 15 m, los árboles no deberían afectar. Sin embargo, hasta la fecha, es prematuro concluir que las plantaciones de eucalipto tiendan a reducir la cantidad de agua en el suelo ya que se han observado resultados contradictorios en Brasil y África (Gúzman, 2012).

#### **4.6.4 Adaptación**

La plasticidad de los eucaliptos va unida a la existencia de ciertas protuberancias en las raíces, llamadas lignotubérculos. Unas protuberancias en forma de masas bulbosas, que se forman en el tallo a nivel del cuello o algo debajo de éste, en la primera fase del desarrollo de casi todas las especies de eucaliptos. Se inicia su aparición como dos protuberancias laterales opuestas en las axilas de los cotiledones, las cuales aumentan de tamaño hasta que se fusionan, formando una masa que rodea el tallo. Se pueden formar también en las axilas de los primeros pares de hojas, otros lignotubérculos que se desarrollan, igualmente, hasta fusionarse. Estas protuberancias van creciendo hasta que el tronco empieza a engrosarse con más rapidez que ellas y, por tanto, en apariencia van quedando hundidas en el tronco hasta desaparecer absorbidas por él (Ashton & Willis, 1982).

Casi todas las especies de eucaliptos tienen, en mayor o menor grado, gran capacidad de adaptación (plasticidad) a las diversas condiciones del suelo y del clima a medida que se suceden las generaciones, la adaptación de las especies de eucaliptos al nuevo medio va aumentando (Rokich & Bell, 1995).

Algunos estudios realizados demuestran que la adaptación de especies a ciertas áreas como se describen a continuación (FAO, 1981):

Para áreas frescas húmedas:

*E. botryoides*, *E. cladocalyx*, *E. diversicolor*, *E. maculata*, *E. siderophloia*.

Para elevadas alturas:

*E. cypellocarpa, E. melliodora, E. ovata, E. smithii, E. viminalis.*

Para suelos calcáreos:

*E. astringens, E. gomphocephala.*

Para la elección de una especie, el promedio de temperatura de los meses más calientes y más fríos deberán ser comparados entre el hábitat natural y el área de plantación; la variación de la temperatura diurna y la ocurrencia de heladas son también importantes. Por lo que (Evans , 1982) menciona como ejemplo de lo anterior que *Pinus patula* y *Eucalyptus grandis* se desarrollan mejor en el trópico fresco a diferencia de *Pinus caribaea* y *Eucalyptus deglupta*, que lo hacen mejor en áreas calientes.

## **4.7 Reproducción del *Eucalyptus***

### **4.7.1 Duración del Desarrollo vegetativo**

Con base a (Hernandez R. & et. al., 2006), el desarrollo vegetativo del eucalipto se pueden utilizar don métodos que se describen a continuación.

Propagación por semilla

Germinadores. Se recomienda hacer los germinadores elevados del suelo para evitar problemas de hongos y de humedad y colocarles una cubierta de plástico. Semillas extraídas antes de su almacenamiento.

Sustrato. Para garantizar un buen drenaje se recomienda emplear un sustrato compuesto por tres partes de arena y una de suelo, con material previamente cernido (sin fragmentos de roca), para que quede suelto y homogéneo.

La arena de mejor calidad para este fin es la arena fina para revoque. Con el fin de prevenir los problemas fitosanitarios es necesario desinfectar el sustrato con agua caliente (91°C aproximadamente), y un fungicida de amplio espectro como orthocide (Merthec 450 S.C.) a razón de 5 cc/litro/m<sup>2</sup> de germinador, dos días antes de la siembra de la semilla.

Otro método de desinfección igualmente confiable, es la aplicación de formol diluido al 2%. Cuando se utiliza este método, debe sembrarse la semilla ocho días después del tratamiento. Un tercer método consiste en emplear vapor, pero es aplicable en grandes viveros ya que requiere de la instalación de una caldera para suministrar el vapor. Para la siembra, primero debe ubicarse superficialmente la semilla en hileras. Luego con un cernidor o cedazo, se consigue cubrir el germinador con una capa fina de 0,5 cm del mismo sustrato empleado. Debe evitarse las piedras y terrones y protegerse el germinador de la acción directa del sol y de la lluvia.

#### Propagación vegetativa

Esta práctica es altamente promisorio por su potencial para aumentar el rendimiento y mejorar la calidad y uniformidad de la madera. Al comparar el material obtenido con clones las plantaciones establecidas con plántulas provenientes de semilla, puede obtenerse un volumen por hectárea mayor, entre un 25 y un 50% para el clon en relación a la semilla. Este aumento en productividad es el resultado de la mayor uniformidad en la plantación, debido a que las plantas producidas por este método provienen de árboles superiores en volumen y forma.

#### Obtención de pseudoestacas.

Todos los métodos de propagación vegetativa, incluido el de micropropagación, han sido probados en eucaliptos, pero el más difundido es el enraizamiento de estacas. La amplia preferencia manifestada a nivel mundial por este método obedece a varias razones, entre las que se cuentan la gran cantidad de descendientes que se puede obtener de un árbol individual, evitando los problemas de incompatibilidad de los

injertos, y los costos más bajos en comparación con otros **Tabla 3. Estadios Fenológicos**Tabla 3.

El primer paso es la selección del árbol plus, seleccionado por características que se deseen replicar (anteriormente mencionadas). Rebrotos producto de la poda, para la toma de estaquillas. Una vez seleccionado, se procede a cortarlo a una altura de 20 cm sobre el suelo, 65 días después del corte puede iniciarse la cosecha de rebrotos. Igualmente, las estacas pueden obtenerse de clones ya seleccionados y establecidos. El corte puede realizarse 1,5 años después del establecimiento del clon.

El número de rebrotos a dejar por árbol cortado es de entre 5 y 10. De cada rebrote se cortan 2 a 3 estacas de 12 cm., dejándoles un par de hojas que luego se cortan a la mitad para evitar que una vez en el módulo de enraizamiento generen acumulación de humedad por traslape de hojas. En la práctica no se han observado diferencias en el porcentaje de enraizamiento entre de las estacas obtenidas de la parte superior o apical de rebrote y de la parte basal.

**Tabla 3.** Estadios Fenológicos

|                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| Germinación              | Primavera                      |
| Floración                | Entre la primavera y el verano |
| Plantación               | Primavera                      |
| Fructificación y cuajado | Verano                         |
| Dehiscencia de frutos    | Otoño                          |

#### **4.7.2 Regeneración natural**

La planta requerida para la plantación es producida en vivero, con semilla importada de alta calidad, estacas o clones seleccionados de procedencias de eucalipto. La adquisición de la semilla para producir las plántulas se hace siguiendo las normas internacionales que marca la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) y los documentos de inspección y certificación sanitaria de importación de las autoridades sanitarias (CONAFOR, 2013).

La integración del eucalipto a México es tal que los encargados de los viveros prefieren sembrar eucaliptos antes que pinos, pues llegan a presentar sobrevivencias hasta del 100%, asegurando así los trabajos sexenales de los gobiernos (Jiménez, 1983).

Otro método de propagación de la planta del eucalipto es por medio del uso de estacas o clones seleccionados, producidos en el jardín clonal del vivero. En esta área se obtiene el material vegetal (brotes) para su multiplicación de manera masiva, a través del manejo de plantas madre. Se tiene que realizar el enraizamiento de estacas, el cual consiste en lograr que los brotes maduren fisiológicamente (valorado por su tamaño y flexibilidad), una vez alcanzada esta etapa son cosechados y cortados para obtener estacas entre 4 y 5 cm de altura y de grosor variable. Para el endurecimiento, las estacas son colocadas y expuestas al sol por un lapso de dos semanas, se busca dar la lignificación adecuada a la planta. El proceso dura de 8 a 9 semanas, para su posterior establecimiento en campo (CONAFOR, 2013).

La continuidad o la renovación del bosque artificial pueden lograrse por regeneración natural o artificial. La primera puede lograrse mediante semilla o bien aprovechando la capacidad de rebrote que tienen algunas especies forestales, un buen ejemplo de esto último lo son algunas especies de eucalipto, sauce y teca (Musalem, 2006).

Las especies antárticas más importantes de eucaliptos son *E. regnans* alcanza una altura de hasta 110 m, *E. gigantea* y *E. obliqua* casi llegan a esas alturas, al igual que *Nothofagus cunninghamii* y el helecho arborescente *Dicksonia antarctica*. La composición de estos bosques depende de la frecuencia de los incendios forestales. Entre las especies de eucalipto la longevidad de sus propágulos es larga y se ha observado que conservan las semillas en cápsulas cerradas sobre el árbol hasta que son desprendidos después de un incendio, sólo entonces liberan las semillas (condición serotina). Este fenómeno protege a las semillas contra los riesgos que acechan en el suelo, hasta que el fuego crea un medio ambiente propicio para su rápido establecimiento (Poore & Fries, 1986).

Cuando los incendios forestales se producen cada 10 o 20 años aparecen formaciones bajas puras de *Eucalyptus*. Cuando se produce un incendio forestal se destruye el estratoarbóreo formado por *Eucalyptus* y *Nothofagus*, pero los frutos de estos árboles se abren y las semillas intactas caen al suelo y germinan. *Eucalyptus* crece con mayor rapidez por lo que supera a *Nothofagus* y se forman dos estratos de árboles. La falta de luz no permite la regeneración de *Eucalyptus* debajo de *Nothofagus*; ésta sólo crece después de un nuevo incendio (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

#### **4.7.3 Reproducción en vivero**

La planta requerida para la plantación es producida en vivero, con semilla de alta calidad, estacas o clones seleccionados de procedencias de eucalipto. La adquisición de la semilla para producir las plántulas se hace siguiendo las normas internacionales que marca la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) y los documentos de inspección y certificación sanitaria de importación de las autoridades sanitarias (CONAFOR, 2013).

La integración del eucalipto a México es tal que los encargados de los viveros prefieren plantar eucaliptos antes que pinos, pues llegan a presentar sobrevivencias hasta del 100%, asegurando así los trabajos sexenales de los gobiernos (Jiménez, 1983).

Otro método de propagación de la planta del eucalipto es por medio del uso de estacas o clones seleccionados, producidos en el jardín clonal del vivero. En esta área se obtiene el material vegetal (brotes) para su multiplicación de manera masiva, a través del manejo de plantas madre. Se tiene que realizar el enraizamiento de estacas, el cual consiste en lograr que los brotes maduren fisiológicamente (valorado por su tamaño y flexibilidad), una vez alcanzada esta etapa son cosechados y cortados para obtener estacas entre 4 y 5 cm de altura y de grosor variable. Para el endurecimiento, las estacas son colocadas y expuestas al sol por un lapso de dos semanas, se busca



dar la lignificación adecuada a la planta. El proceso dura de 8 a 9 semanas, para su posterior establecimiento en campo (CONAFOR, 2013).

Para poder sacar la planta del vivero, su tamaño debe oscilar entre 15 a 20 cm de altura y en un periodo de producción de 3 a 5 meses dependiendo de la especie, no obstante, una planta puede ser apta si cumple con los requisitos mencionados a continuación (Hancock & Hokanson, 2001):

- Las raíces no deben presentar deformaciones ni enrollamientos en la base del cepellón. Su sistema radicular no debe ser denso, ni amarillento, esto indica tiempo de más en su contenedor.
- La disposición de las hojas en el tallo debe de ser de 2 cm como mínima. Debe de presentar una sola guía principal no muy tierna ya que sería más sensible a daños físicos (transporte y manipulación) y fitosanitarios
- El estado fitosanitario de la planta ha de ser controlado de forma rigurosa desechándose toda planta con daños en tallo, raíces o inserciones de las hojas al tallo, bien sea por hongos o cualquier otro tipo de agente patógeno. En cualquier caso, ha de salir del vivero revisada y tratada preventivamente.

#### **4.7.4 Mejoramiento Genético**

Las plantaciones de eucalipto se desarrollan a través de la selección y clonación de un número reducido de genotipos a partir de la variabilidad genética presente en poblaciones naturales. Los genotipos son seleccionados de acuerdo a algunas características deseables tales como su alto rendimiento (velocidad de crecimiento y talla del tronco), por su calidad de fibra y densidad de la madera en condiciones ambientales (de suelo y clima) específicas (Couto & Betters, 1995).

El germoplasma es definido como cualquier parte de la planta tales como semilla, yemas, ramas o raíces de un individuo que da origen un nuevo individuo. En la adquisición de germoplasma al inicio de un programa de plantaciones se debe considerar contar con semilla o partes vegetativas proveniente de al menos 50 árboles

dependiendo de la proyección del tamaño de la superficie en las que se establecerán las plantaciones. Compañías grandes debe iniciar con al menos 200 individuos selectos. Una de las ventajas de exigir germoplasma de varios clones o padres, es que la variación que haya entre estos genotipos puede ser la base para la selección de las fuentes de semilla u estacas para las futuras plantaciones en áreas locales, al desarrollar un programa de mejoramiento local. Esto es, entre más se tenga más oportunidad habrá de seleccionar árboles de mejor crecimiento y forma (CONAFOR, 2013).

En México, las investigaciones más recientes en mejoramiento genético están siendo dirigidas hacia especies forestales industriales como lo son: el pino, el cedro rojo, caoba, eucalipto, hule, neem, entre otras especies importantes. En éstas se han realizado diversos estudios relacionados para su mejor aprovechamiento (Ruiz & Rivero, 2006).

Si los factores ambientales son diferentes entre los lugares donde las plantaciones serán establecidas y el de la distribución natural de las especies, se tendrán problemas de adaptación, mortandad o simplemente crecimientos subóptimos, con las consecuentes pérdidas (CONACYT, 2014).

Para el establecimiento de plantaciones en el estado de Tabasco y Veracruz se adquirió semilla de clones seleccionados de *Eucalyptus urophylla* proveniente de Brasil, se debió de exigir que la semilla provenga de varios clones con el fin de garantizar variación genética que permita a los arboles crecer y sobrevivir a las posibles amenazas de agentes biológicos y condiciones físicas limitantes en el área de plantación en los estados de México (CONAFOR, 2013).

El éxito de las plantaciones establecidas de *Eucalyptus grandis* y *E. urophylla* en Brasil, Argentina y Uruguay se deben a que eligieron materiales procedentes de una latitud y condiciones ambientales similares entre las condiciones naturales y el lugar particular de plantación (INTA & SAGyP, 1995).

## **4.8 Problemas de Salud que tiene el *Eucalyptus***

### **4.8.1 Daños climáticos**

Los viveros y plantaciones son susceptibles de sufrir daños provocados por diversos agentes, ya sea climáticos o de otra índole, cuyos efectos tienen una incidencia económica acorde a la intensidad del daño. Entre estos agentes podemos mencionar (INTA & SAGyP, 1995):

#### Sequias

Se puede atenuar significativamente el efecto de las sequías preparando el suelo anticipadamente para acumular agua en el perfil y plantando temprano para llegar al verano con buen desarrollo. El control de las malezas evita la competencia y favorece el crecimiento de la planta de eucalipto.

En los períodos secos estivales se observa mortandad de plantines a campo por anillado a nivel del suelo. Frecuentemente, este fenómeno se presenta en aquellos casos en que la planta no alcanzó a desarrollar una copa que proteja su tallo y el suelo que lo rodea del exceso de insolación. En años excepcionales de sequía se ha observado que en suelos poco o muy profundos, sectores enteros de plantaciones comienzan a secarse. Este proceso se ve agravado frecuentemente por ataques del taladro (*Phoracantha semipunctata*) que aniquilan los árboles debilitados. En estos casos normalmente se pierden un porcentaje importante de cepas y es aconsejable evaluar la necesidad de replantar.

Los eucaliptos constituyen los árboles dominantes tanto en las regiones de veranos secos como en las zonas de veranos húmedos; la mayoría de las especies no soportan el frío y mueren si la temperatura es inferior a  $-70^{\circ}$ ; en contraste, *E. coccifera* tolera fríos de  $-13^{\circ}$ . Otras especies, en cambio, viven en la parte tropical de Australia. Los eucaliptos son especies perennes demandantes de luz por lo que requieren espacios abiertos para su desarrollo (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

## Heladas

En lugares bajos los efectos de las heladas son más perjudiciales debido a que se acumula el aire frío. En estos casos, es conveniente plantar o cortar temprano en primavera para que las plantas o los rebrotes alcancen un desarrollo adecuado para escapar al daño.

Las plantas fuertes toleran mejor las heladas. Plantas suculentas son más sensibles. Se ha demostrado que cuando el suelo está trabajado, libre de cobertura, la incidencia de las heladas sobre las plantas es menor.

Una vez que las plantas adquieren un fuste de 3 a 4 m de altura, en general, ya no sufren los efectos de las heladas. No obstante, se registran casos excepcionales en que hubo daños severos sobre plantas de esas alturas. Tanto en esta situación como cuando la planta es pequeña, si el daño afecta a más del 50% de la planta, conviene cortar a la planta a 5 cm del suelo (recepe), para que se forme un nuevo fuste recto, en cuyo caso se hace necesario realizar el raleo de selección de los brotes.

Los viveros, deben tener una protección adecuada para evitar los daños. Es suficiente una estructura que permita el tendido de mallas plásticas de media sombra durante la noche en los meses de mayores riesgos de heladas. Asimismo, se deben implementar cercos vivos para atemperar los vientos fríos del sector sur.

Los eucaliptos son muy sensibles a las diversas condiciones climáticas que se presentan (Ruiz & Rivero, 2006) como lo son:

### Eucaliptos no resistentes al frío

Estas especies de eucalipto se adaptan a regiones húmedas y cálidas o medianamente húmedas y son *E. citridora*, *E. calophylla*, *E. marginata*, *E. diversicolor*, *E. cornuta*, *E. gummifera*, *E. maculata*, *E. cladocalyx*, *E. propingua*, *E. corymbosa*, *E. capitella*, *E. planchoniana*, *E. exserta*, *E. eximiay* y *E. torquata*.

### Eucaliptos que soportan heladas de poca intensidad

Son especies de eucalipto que se encuentran en regiones cálidas o templadas son *E. globulus*, *E. resinifer*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. robusta*, *E. botryoides*, *E. urophylla*, *E. panuculata*, *E. crebra*, *E. siderophloia*, *E. gamphocephala*, *E. microcorrys*, *E. longifolia*, *E. astringens*, *E. bosistoana*, *E. grandis*, *E. occidentalis*, *E. salmanophloia*, *E. triantha*, *E. microtheca*, *E. hemiphloia*, *E. punctata*, *E. smithii*, *E. deanei*, *E. pilularis* y *E. alba*, a excepción del *E. globulus* que crece en zonas frías, pero se aclimata por la acción de los vientos marinos.

Eucaliptos que soportan heladas más o menos intensas

Las especies de eucalipto que se adaptan a montañas, zonas montañosas y valles húmedos son *E. camaldulensis*, *E. Rudis*, *E. elaeophora*, *E. sieberiana*, *E. algerensis*, *E. pellita* y *E. maidenii*.

Eucaliptos que soportan heladas intensas

Son las especies que se adaptan a montañas donde prevalecen temperatura 20° C bajo cero, heladas y nieve, *E. coccifera*, *E. urnigera*, *E. rubida*, *E. viminalis*, *E. bicostata* y *E. ovata*.

#### **4.8.2 Enfermedades patogénicas**

Las principales amenazas que puede tener los eucaliptos son los hongos, que causan enfermedades en el follaje de los árboles son diversos, y destacan por las distintas enfermedades que ocasionan; varios de ellos son parásitos primarios y otros son oportunistas o secundarios.

En plantaciones jóvenes de este género los patógenos foliares son la causa principal de la muerte de hojas, previo a la senescencia natural o a la intercepción de la luz. Provocan disminución de la capacidad fotosintética del árbol, de la que depende la síntesis de carbohidratos, y ocasionan disminución de crecimientos y por tanto producción leñosa. Una consecuencia grave de la pérdida precoz de las hojas es que ocasiona muerte prematura de la rama, impidiendo la generación del tejido que

posibilita su separación normal del tronco. En plantaciones adultas, cuando el crecimiento en diámetro incluyó a la rama muerta prematuramente dentro del fuste, provocan daños a la calidad de la madera (CONAFOR, 2013).

Las especies de eucalipto de rápido crecimiento *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. nitens* y *E. globulus* son las de mayor importancia económica, se han reconocido diversos organismos dañinos; donde destaca el gusano peludo *Sarsina violascens*, las termitas subterráneas *Coptotermes crassus* y las hormigas cortadoras del género *Atta* y las principales especies patógenas: *Botryosphaeria eucalyptorum*, *Neofusicoccum parvum*, *Cylindrocladium scoparium*, *Coptotermes crassus*, *Heterotermes cardini*, *Phomopsis sp* como se puede observar en el Cuadro 4 (Cibrián, 2013).

**Cuadro 4.** Patógenos asociados al eucalipto

| Nombre científico                 | Nombre común                     |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Botryosphaeria rhodina</i>     | Cancro de tallo                  |
| <i>Botryosphaeria dothidea</i>    | Cancro de tallo                  |
| <i>Neofusicoccum eucalyptorum</i> | Cancro de tallo                  |
| <i>Neofusicoccum parvum</i>       | Pudrición de raíz y tallo        |
| <i>Teratosphaeria zuluensis</i>   | Cancro de tallo                  |
| <i>Chrysosporthe cubensis</i>     | Cancro de tallo                  |
| <i>Pestalotiopsis</i>             | Mancha foliar y muerte de puntas |
| <i>Cylindrocladium</i>            | Mancha foliar                    |
| <i>Coniella fragaria</i>          | Mancha foliar                    |
| <i>Phaeoseptoria epicoccoides</i> | Mancha foliar                    |
| <i>Ralstonia solanacearum.</i>    | Marchitamiento                   |
| Flujos bacterianos                | Flujos                           |
| Fitoplasma                        | Escoba de bruja                  |

En Sao Paulo, Brasil se registró las afectaciones del tortricido *Strepsicrates semicanella* que ataca a las hojas nuevas de árboles jóvenes, llegando a provocar ramificaciones múltiples, al igual que geometrid *Buzura suppressaria*, las cuales

afectan a *E. saligna*, *E. grandis*, *E. citriodora* y *E. urophylla*. De igual manera los brotes de *Thyrinteina arnobia*, *Glena sp.*, *Sarsina violascens* y *Eupseudosoma aberrans* han ocurrido en plantaciones de *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. saligna* y *E. tereticornis* (Nair, 2007).

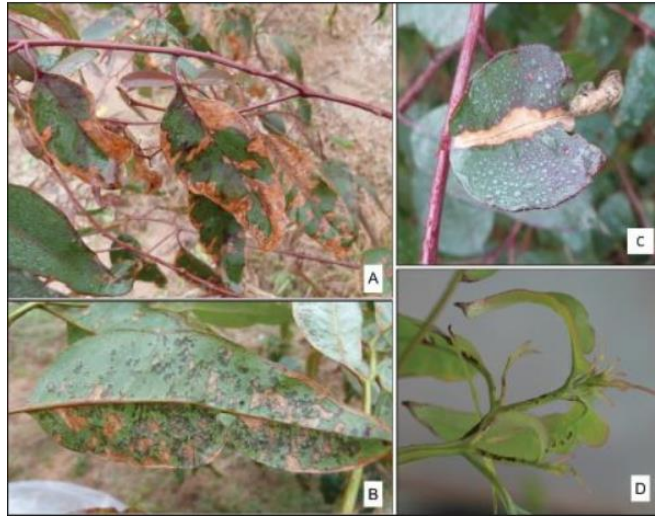
### **Manchas foliares bacterianas**

Las manchas foliares causadas por bacterias en eucalipto fueron descritas por primera vez en Cuba en el año 1983, reportaron la ocurrencia de mancha bacteriana asociada a *Xanthomonas spp.* Los síntomas fueron descritos como manchas angulares de aspecto húmedo grasoso, de coloración parda, distribuidas por todo el limbo y/o concentrados a lo largo de la nervadura principal de la hoja (Querejeta & Cordovez, 1990).

En Brasil, las especies bacterianas asociadas a manchas foliares incluyen a *Erwinia psidii*, *Pseudomonas cichorii*, *Rhizobiaceae* y *Xanthomonas axonopodis*, siendo *X. axonopodis* la especie predominante en Brasil. En Sudáfrica se asocia a *Pantoea agglomerans* al igual que en Uruguay (Palladino & Perez, 2016).

Los síntomas producidos por estos patógenos son diversos. En Brasil las lesiones fueron descritas como manchas foliares amarronadas de forma angular, reseca, con perforaciones en el limbo, necrosis en la porción superior del limbo y lesiones a ambos lados de la nervadura principal, también se puede observar manchas en pecíolo y tallos jóvenes (Goncalves, 2008).

Los síntomas evolucionan diferencialmente según la edad de las hojas. En hojas jóvenes las manchas se presentan diminutas, superficiales y con aspecto seco, mientras que en hojas completamente expandidas estas manchas son grandes con bordes irregulares y distribuidos en todo el limbo. Con el tiempo las lesiones se fusionan, conduciendo a la caída prematura de las hojas provocando defoliación Figura 9 (Palladino & Perez, 2016).



**Figura 9.** Manchas foliares bacterianas asociadas a *X. axonopodis*. A) Manchas de forma irregular. B) En el envés de la hoja se observa manchas de aspecto acuoso. C) Manchas concentradas en la nervadura principal. D) Manchas en el peciolo y tallos jóvenes.

***Coniella fragariae*** (Oud.) Sutton.

Es una enfermedad común, pero considerada de poca importancia, en las plantaciones comerciales de eucaliptos de rápido crecimiento; sus infecciones se presentan en algunas hojas de la parte baja de la copa de los árboles y en ocasiones causa defoliaciones moderadas. En el jardín clonal de *Eucalyptus urophylla* es de mayor importancia, al dañar varetas puestas a enraizar (Cibrian, 1995).

***Cylindrocladium sp.*** Morgan. (Moniliales, Moniliaceae).

Se ha encontrado en vivero y plantaciones de *E. urophylla* causando infecciones ligeras, aunque algunos árboles pueden ser defoliados completamente en la mitad inferior de la copa. Es un hongo que habita en el suelo que afecta follaje y raíces de los árboles (Cibrian, 1995).

***Kirramyces epicoccoides*** (Cooke & Masee) Walter, Sutton & Pascoe. (Shaeropsidales, Shaeroidaceae).



Este hongo, como el anterior, también se encontró en planta en vivero y en las plantaciones de *E. urophylla*. Se reconoce su presencia porque en el haz y el envés de las hojas afectadas forma manchas irregulares de color púrpura o pardusco-púrpura; la forma de la mancha es angular, de 2–10 mm de diámetro, y está delimitada por las venas de las hojas. Dentro de las manchas se presentan picnidios de color negro. Los conidios tienen la base truncada, son subcilíndricos, de dos a cinco septas, ligeramente curvados, de color café brillante y, sobre la superficie del conidio, presentan rugosidades finas (Cibrian, 1995).

### **Tizón apical bacteriano**

Esta enfermedad fue descrita por primera vez en eucalipto en 1974, donde se identificó a *Xanthomonas campestris* pv. *eucalypti* (Truman) Dye como el agente causal del tizón apical bacteriano afectando a *Corymbia citriodora* (Hook). Los síntomas fueron descritos como muerte de las zonas distales de las ramas, que avanza hacia toda la rama, muriendo las hojas, y provocando la caída de las mismas. En epidemias severas, los árboles quedaban completamente defoliados (Truman, 1974).

El inicio de la enfermedad se da en las hojas donde se observan pequeñas manchas, que a menudo se unen para formar lesiones más grandes localizadas principalmente sobre la nervadura principal. Esta necrosis se continúa hacia los pecíolos, provocando la abscisión prematura de las hojas y luego se continúa hasta los tallos. Con el avance de la enfermedad, los árboles quedan con los ápices de crecimiento con apariencia de quemados, dando origen al nombre vulgar de la enfermedad "tizón apical" por su semejanza a la madera quemada (Palladino & Perez, 2016).

En algunos casos además puede observarse un levantamiento de la corteza a modo de ampollas, tanto en hojas como en tallos tiernos, que al lisarse exudan un líquido turbio, que corresponde a la zooglea bacteriana. En especies de *Eucalyptus*, híbridos y clones altamente susceptibles, se observa una combinación de síntomas de muerte regresiva y manchas, mientras que los que se muestran más tolerantes únicamente se observan manchas foliares Figura 10 (Coutinho & Roux, 2000).



**Figura 10.** Tizón apical bacteriano en *Eucalyptus dunnii* asociado a *Erwinia psidii* en Uruguay. A) Tizón apical en brote lateral con anchas en las hojas localizadas sobre la nervadura principal. B) Muerte descendente desde el ápice hacia el tallo. C) Ampollas en tallo sucuciento conteniendo *Zooglea bacteriana*. D) Cancro producido por tizón en tallo. E) Árbol con múltiples ápices afectados luego de un ataque severo de tizón.

### ***Botryosphaeria***

De acuerdo (Neiker, 2009) el chancro es una enfermedad causada por el hongo *Botryosphaeria dothidea*. Se le conoce en muchas partes del mundo donde el eucalipto se utiliza en plantaciones en países como Australia, Estados Unidos, Sudafrica, Colombia, China, Chile, Brasil y España Figura 11.



**Figura 11.** Distribución del chancro por *Botryosphaeria*.

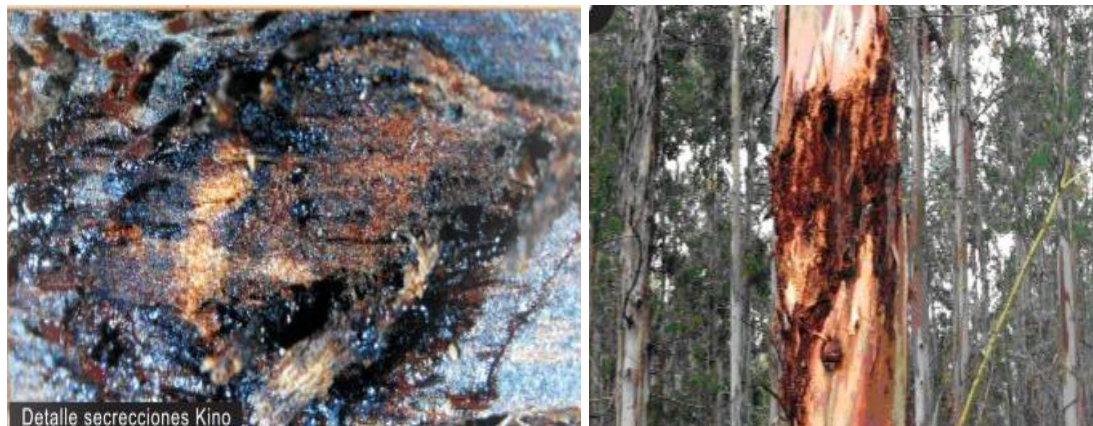
## Especies afectadas

Tiene un amplio rango de hospederos entre las especies forestales, frutícolas y ornamentales, entre las especies de *Eucalyptus* una de las más susceptibles es *E. camaldulensis*, pero *E. globulus* presenta síntomas muy fuertes (Neiker, 2009).

## Como identificarlo

Puede producirse la desecación y muerte de ramas y de la copa. Pero uno de los síntomas más graves, asociados a la infección de *Botryosphaeria* es el desarrollo de chancros en el tronco. Este chancro se caracteriza por un hinchamiento, resquebrajamiento de la corteza y la exudación copiosa de una sustancia oscura llamada kino, un exudado rico en un amplio rango de compuestos químicos con actividades fungi-estatica Figura 12 (Neiker, 2009).

Este se transmite a través de la semilla, planta y por el aire, se conoce como un patógeno oportunista, que puede pasar desapercibido hasta que se manifiesta en condiciones de estrés por deficiencias nutricionales, heladas tardías, fríos, vientos fuertes y daños por insectos y hongos defoliadores como las *Mycosphaerellas* (Neiker, 2009).



**Figura 12.** Afectaciones del chancro en los eucaliptos.

## Daños

Los picnidios, fructificaciones de color negro, emergen a través de la corteza, se desarrollan aislados o formando filas o grupos. En su interior albergan cientos de esporas que se producen especialmente en condiciones de alta humedad (pueden utilizar la humedad del árbol) y temperaturas templadas. Se puede trasladar por el aire y penetrar en otros árboles a través de heridas causadas por el granizo, el viento, insectos y otras heridas mecánicas (Neiker, 2009).

Los chancros se forman por las infecciones de la corteza y el cambium, se producen lesiones necróticas hundidas por la desintegración de los tejidos causada por la infección. En casos severos producen la muerte de ramas e incluso de la copa y la distorsión del tronco, haciendo que los arboles puedan ser más susceptibles de derribo por vendavales. Los chancros son comunes en diferentes especies de árboles y normalmente de tamaño limitado debido a la gran invasión fúngica desencadena un proceso de respuesta en el árbol que detienen la invasión fúngica. La respuesta del árbol a la invasión de un hongo de chancro puede verse modificada por las condiciones ambientales de estrés de manera que un chancro que en condiciones normales alcanzan un tamaño de centímetros pueda llegar a medir más de 2 metros y ocasionar problemas estructurales en el árbol (Neiker, 2009).

## Control

De acuerdo con (Neiker, 2009), se debe de controlar el estado sanitario de los materiales de propagación (semillas, planta).

Podar y destruir el material infectado (quema o entrada preferente en el procesamiento en fabrica que garantice la eliminación de posibles vías de contaminación).

Los tratamientos fungicidas con solo parcialmente eficaces y aplicables en el caso de materiales de propagación.

Incrementar el vigor de las plantas mediante enmiendas nutricionales si existen problemas de deficiencias de este tipo, pero evitando, pero evitando el exceso de fertilización, irrigación si los periodos de sequía son duros (en vivero y zonas en monte en las que sea posible a nivel orográfico y económico), evitar las podas severas (en arboles ornamentales), la micorrización de la planta puede ser un factor que contribuya positivamente a reducir el estrés posterior en monte.

Procesar de forma preferente los arboles infectados para así sanear la plantación e ir reduciendo la cantidad de inocuo de hongo en la plantación, reduciendo la posible infección de los arboles próximos y evitando que los vendavales inutilicen la posible salida para pulpa de los arboles con chancros.

Seleccionar especies, procedencias e incluso clones de eucalipto que estén bien adaptados a las condiciones climáticas y a la ubicación de la plantación de manera que se pueda minimizar el estrés ambiental. Es posible realizar una selección de genotipos resistentes a la enfermedad de manera que se puedan establecer plantaciones con una base genética que reduzcan su vulnerabilidad frente a las enfermedades de este tipo.

#### **4.8.3 Plagas**

Las plantaciones de *Eucalyptus*, son en rigor susceptibles a plagas como cualquier monocultivo, pero hay que tener claro que estas plantaciones se cosechan cuando aún se encuentran en la etapa de crecimiento vigoroso y no es una etapa de madurez o más avanzada, que es cuando existe una mayor susceptibilidad a las enfermedades. Además, por el hecho de no estar en su hábitat natural están liberadas de sus plagas y enfermedades naturales, siendo entonces los bosques plantados más sanos que los nativos (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

Los insectos que afectan al género *Eucalyptus* alrededor del mundo son más de 400 especies, las cuales comprenden principalmente 160 especies de defoliadores,

110 especies de barrenadores xilófagos, 76 especies de chupadores de savia, 32 especies de barrenadores de madera y 22 especies de otros insectos que siguen siendo estudiados (Roychoudhury, 2013).

Mientras que (Nair, 2007) a clasificado excepcionalmente 920 especies de insectos asociadas al género *Eucalyptus* incluidas las de la región templada, dada su gran excepción ya que son 600 especies las que integran este género y el área y rango de distribución natural e introducida que es bastante amplio abarcando desde climas tropicales hasta climas templados.

Las plagas que más se encuentran en plantaciones son las siguientes: termita subterránea (*Coptotermes crasus*), hormigas cortadoras *Atta cephalotes* (hormiga grande) y *Acromirmex spp.* (hormiga pequeña), en cualquiera de sus estadios en *Eucalyptus spp* como podemos identificar en el Cuadro 5. Insectos asociados al eucalipto (CONAFOR, 2013).

**Cuadro 5.** Insectos asociados al eucalipto

| Nombre científico               | Nombre común            |
|---------------------------------|-------------------------|
| <i>Cicadellidae</i>             | Chicharritas            |
| <i>Glycaspis brimblecombei</i>  | Conchuela del eucalipto |
| <i>Ctenarytaina eucalypti</i>   | Psílido azul            |
| <i>Schistocerca piceifrons</i>  | Langosta                |
| <i>Brachystola y Taeniopoda</i> | Chapulines              |
| <i>Metachroma</i>               | Crisomelido café        |
| <i>Pantomorus</i>               | Picudo del eucalipto    |
| <i>Estigmene acreae</i>         | Gusano peludo           |
| <i>Sarsina violascens</i>       | Defoliador              |
| <i>Atta cephalotes</i>          | Hormiga arriera         |
| <i>Atta mexicana</i>            | Hormiga arriera         |
| <i>Atta texana</i>              | Hormiga arriera         |
| <i>Neoclytus cacicós</i>        | Barrenador              |

| Nombre científico            | Nombre común                  |
|------------------------------|-------------------------------|
| <i>Xyleborus</i>             | Barrenador de Tronco          |
| <i>Coptotermes crassus</i>   | Barrenador de tronco y raíz   |
| <i>Coptotermes vastator</i>  | Barrenador de tronco y raíz   |
| <i>Heterotermes</i>          | Barrenador de tronco y cuello |
| <i>Nasutitermes corniger</i> | Barrenador de tronco          |
| <i>Tetranychus</i>           | Araña roja                    |

De acuerdo con (Nair, 2007) las plagas más importantes que se han registrado para los eucaliptos en Australia Cuadro 6, considerándose como la plaga más dañina al barrenador *Endoxyla cinérea*, que se alimenta de tallos de pequeño diámetro y el

barrenador longuicornio *Phoracantha solida* que hacen túneles en albura y duramen. Entre los insectos que se alimentan de las hojas, el escarabajo *Epholcis bilobiceps* a menudo causa defoliación casi completa de muchas especies, como *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. robusta*, para estas plagas se requiere control con insecticidas. Las termitas *Coptotermes spp.* Infesta el tronco de ellos arboles de plantación más viejos y ahuecados. Un problema omnipresente en los trópicos es la mortalidad de los trasplantes jóvenes, causada por termitas subterráneas.

**Cuadro 6.** Insectos importantes que causan daños a las plantaciones de eucalipto en Queensland, Australia.

| Categoría                           | Nombre, orden y familia de la especie  | Observaciones                               |
|-------------------------------------|--|---|
| Defoliantes                         | <i>Cryptocephalus iridipennis</i> (Coleóptera: Chrysomelidae)  | Ocasionalmente severo<br>Brotos ocasionales |
|                                     | <i>Monolepta australis</i> (Coleóptera: Chrysomelidae)   |   |
|                                     | <i>Paropsis spp.</i> (Coleoptera: Chrysomelidae)   |   |
|                                     | <i>Chrysophtharta cloelia</i> (Coleoptera: Chrysomelidae)  |   |
|                                     | <i>Anoplognathus boisduvali</i> , <i>A. pallidicollis</i> y <i>A. porosus</i> (Coleoptera: Scarabaeidae) |   |
|                                     | <i>Etholcis bilobiceps</i> (Coleoptera: Scarabaeidae)  |   |
|                                     | <i>Liparetrus discipennis</i> (Coleoptera: Scarabaeidae)   |   |
|                                     | <i>Doratifera casta</i> (Lepidoptera: Limacodidae)   |   |
|                                     | <i>Agrotera amathealis</i> (Lepidoptera: Pyralidae)  |   |
|                                     | <i>Strepsicrates semicanella</i> (Lepidoptera: Tortricidae)  |   |
| Chupadores de savia                 | <i>Perga kirbyi</i> (Himenópteros: Pergidae)   | Ocasionalmente severo daño a aboles jóvenes |
|                                     | <i>Cardiaspina fiscella</i> y <i>C. maniformis</i> (Hemiptera: Psyllidae)                                | Brotos ocasionales                          |
| Barrenadores del tallo/<br>termitas | <i>Eriococcus coriáceo</i> (Hemiptera: Coccidae)   | Poliilla de madera gigante                  |
|                                     | <i>Endoxyla cinerea</i> (sin. <i>Xyleutes cinereus</i> ) (Lepidoptera: Cossidae)                         |   |
|                                     | <i>Phoracantha acanthocera</i> y <i>P. solida</i> (Coleópteros: Cerambycidae)                            |   |
|                                     | <i>Coptotermes spp.</i> (Isoptera: Rhinotermitidae)  |   |
|                                     |  | Perforador de diana                         |
|                                     |  | Ahueca el maletero de árboles más viejo     |

De las plagas registradas en Australia, se han hecho registros en otros países como en la India donde se ha encontrado el insecto, la escama algodonosa *Icerya purchasi* (Hemiptera: Margarodidae) en plantaciones de *Eucalyptus globulus*. También llegaron a Brasil los curculiónidos que se alimentan de hojas *Goniapterus scutellatus*, *G. gibberus* y *G. platensis*, al igual que el psilido chupador de savia *Ctenarutaina eucalypti* y el escarabajo de tallos *Phoracantha semipunctata* el cual ataca principalmente a los árboles con estrés hídrico, todos estos son de origen Australiano, provocando grandes afectaciones en las plantaciones de eucalipto (Nair, 2007).

Los insectos *Leptocybe invasa* Fisher y LaSalle son himenópteros de la familia Eulophidae, has sido registrados en la India como invasores que afectan a las especies de *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. citridora* y *E. grandis* en estado de vivero y plantas jóvenes (Roychoudhury, 2013).

Se ha informado que el saltamontes del género *Baeacris* causa graves daños a trasplantes de *Eucalyptus grandis* durante la fase de establecimiento temprano, por alimentación en la corteza cerca del nivel del suelo. Las orugas de algunas polillas nocturnas como lo son *Agrotis ipsilon* (gusano cortador graso) y *Agrotis segetum* (gusano cortador negro) afectan al *Eucalyptus tereticornis* de acuerdo a registros en Bahir, India, las larvas arrastran porciones de los brotes causando un desperdicio considerable ya que una sola oruga puede cortar varios brotes por noche, llegándose a registrar de un 10% hasta un 20% de pérdida en la producción de vivero (Nair, 2007).

De las especies de avispas productoras de agallas registradas fuera de Australia son *Quadrastichodella nova* (Hymenoptera: Eulophidae), *Epichrysocharis burwelli* (Hymenoptera: Eulophidae), *Ophelimus eucalypti* (Hymenoptera: Eulophidae), *Aprostocetus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Nambouria xanthops* (Hymenoptera: Pteromalidae), *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae), las cuales se empezaron a registrar en 1990 en Argelia, Brasil, Camboya, China, Etiopia, Francia, Grecia, India, Iran, Irak, Israel, Italia, Jordania, Kenia, Marruecos, Nueva Zelanda, America del Norte, Portugal, España, Siria, Sur de África, Tanzania, Tailandia, Turquía Uganda y Vietnam (Roychoudhury, 2013).

Las plagas en las plantaciones exóticas de eucaliptos Cuadro 7, se encuentran cerca de 50 especies de insectos, de las cuales más de 40 son orugas lepidópteras pertenecientes a las familias Geometridae, Lasiocampidae, Lymantriidae, Noctidae, etc., otros incluyen escarabajos, grillos, saltamontes e insectos palo. Los insectos chupadores de savia incluyen pulgones, psilidos (*Trioza spp.*), el insecto *Myrid helopeltis* sp. que chupa la savia de los tiernos brotes terminales de los arboles jóvenes, provocando el secado de brotes.



**Cuadro 7.** Insectos importantes que causan daños a las plantaciones de eucaliptos

| Categoría   | Nombre, orden y familia de la especie   | Países / Regiones                                      | Observaciones                                     |
|---|---|--|---|
| Alimentadores de raíces   | <b>Termitas</b> (muchas especies)<br><i>Isóptera</i>                              | La mayoría de los países con plantaciones              | Mata a los jóvenes trasplantes                    |
| Defoliantes   | <b><i>Thyrinteina arnobia</i></b><br>(Lepidóptera: Geometridae)                   | Brasil   |   |
|   | <b><i>Glana unipennaria</i></b><br>(Lepidóptera: Geometridae)                     | Brasil   |   |
|   | <b><i>Buzura sp.</i></b><br>(Lepidópteros: Geometridae)                           | China, África del Sur                                  |   |
|   | <b><i>Neocleosa sp.</i></b><br>(Lepidópteros: Geometridae)                        | África del Sur   |   |
|   | <b><i>Nystalea nyseus</i></b><br>(Lepidoptera: Notodontidae)                      | Brasil   |   |
|   | <b><i>Sarsina violascens</i></b><br>(Lepidoptera: Lymantriidae)                   | Brasil   |   |
|   | <b><i>Eupseudosoma aberrans</i> y <i>E. ivoluta</i></b> (Lepidópteros: Arctiidae) | Brasil   |   |
|   | <b><i>Strepsicrate sp.</i></b> (varias especies)<br>(Lepidoptera: tortricidae)    | China, India, Malasia, Filipinas, Ghana, Nigeria       |   |
|   | <b><i>Carea angulata</i></b><br>(Lepidoptera: Noctuidae)                          | China  |   |
|   | <b><i>Chalia larminati</i></b><br>(Lepidoptera: Psychidae)                        | China  |   |
|   | <b><i>Narosa viridana</i></b><br>(Lepidoptera: Limacidae)                         | Zambia   |   |
|   | <b><i>Atta spp.</i></b><br>(Hymenoptera: Attidae)                                 | América central y Sudamérica                           | Hormigas cortadoras de hojas                      |
|   | <b><i>Acromyrmex spp.</i></b><br>(Himenópteros: Attidae)                          | América central y Sudamérica                           | Hormigas cortadoras de hojas                      |
|   | <b><i>Gonipterus spp.</i></b><br>(Coleópteros: Curculionidae)                     | Brasil, Kenia  | Origen Australiano                                |
|   | Chupadores de Savia   | <b><i>Helopeltis spp.</i></b><br>(Hemípteros: Myridae) | India, Indonesia, Congo                           |
| <b><i>Amblypelta cocophaga</i></b><br>(Hemiptera: Coreidae)       |   | Islas Salmon   |   |
| <b><i>Icerya purchasi</i></b><br>(Hemiptera: Margarodidae)        |   | India, Malawi  | Origen Australiano                                |
| <b><i>Ctenarytaina eucalypti</i></b><br>(Hemiptera: Psyllidae)    |   | Brasil, Sudáfrica                                      | Origen Australiano                                |
| Barrenadores  | <b><i>Agrilus sexsignatus</i></b><br>(Coleóptera: Buprestidae)                    | Filipinas  |   |
|   | <b><i>Scabrator de Celosterna</i></b><br>(Coleóptera: Cerambycidae)               | India  | En arboles jóvenes de 5 a 23 cm de circunferencia |
|   | <b><i>Aproximador de aritobia</i></b><br>(Coleópteros: Cerambycidae)              | Vietnam  |   |
|   | <b><i>Phoracantha semipunctata</i></b><br>(Coleópteros: Cerambycidae)             | Brasil, Malawi, Zambia, Sudáfrica                      | Origen Australiano                                |
|   | <b><i>Batocera horsefieldi</i></b> (Coleóptera: Cerambycidae)                     | China  |   |
| <b><i>Timocratica palpalis</i></b><br>(Lepidoptera: Stenomatidae) | Brasil  |  |   |

El barrenador *Celosterna scabator* ataca a los arboles jóvenes, mientras los adultos se alimentan de la corteza del tallo principal y las ramas y la larva haciendo un túnel en la raíz, mientras el barrenador lepidóptero *Sahyadrassus malabaricus* perfora la medula de los arboles jóvenes y se alimenta de la corteza (Nair, 2007).

Las plagas importantes en los viveros son gusanos cortadores y grilidos que cortan las plántulas jóvenes por encima del suelo; torticidos que se alimentan de las hojas palmeadas y escarabajos curculiónidos (*Myloccerus spp*) que esporádicamente provocan una extensa defoliación (Nair, 2007).

### ***Botryosphaeria rhodina*** (Berk & M. A. Curtis)

Esta plaga se encontró en las plantaciones de *Eucalyptus urophylla*. Este patógeno es considerado como un oportunista, ataca árboles que se encuentran en condiciones de estrés. En los árboles afectados, los síntomas más evidentes son la muerte de puntas o de ramas laterales; en las Postgrado Forestal Situación Actual y Perspectivas de las Plantaciones Forestales Comerciales en México Colegio de Postgraduados 401 plantaciones de eucalipto se reconocen puntas muertas con follaje amarillo o café; la madera de estos árboles presenta decoloraciones marcadas, de tono gris oscuro, que son evidentes a lo largo de todo el sistema vascular desde el cuello de la raíz hasta la punta de cada una de las ramas. En la superficie de la corteza aparecen picnidios subcorticales, semiesféricos; son de color negro, presentan ostiolo, están en grupo y salen entre las fisuras de la corteza, su pared es gruesa, formada por células parenquimatosas. (CONAFOR, 2013).

### ***Sarsina sp.*** (Lepidóptera: Lymantriidae)

Gusano peludo del eucalipto. Las palomillas (adultos), hembras y machos, son de tamaño mediano; los machos poseen antenas bipectinadas. Las larvas de estos insectos tienen setas largas, y el cuerpo toma coloraciones cafés con manchas diversas, estas características fueron observadas en campo y en laboratorio. Se considera que hay varias generaciones por año, pero sus poblaciones son epidémicas; se han observado en los meses de noviembre a febrero. Las larvas pueden defoliar completamente a sus hospedantes; cuando esto sucede grandes números de larvas

bajan de las copas de los árboles y buscan nuevos individuos en los cuales terminar su ciclo; las larvas acostumbran reposar sobre la superficie de los troncos de los árboles en pie, se pueden encontrar por cientos. La pupación se presenta entre las hendiduras de la corteza o debajo de troncos tirados o de piedras (Cibrian, 1995).

### ***Coptotermes crassus Snyder*** (Isoptera: Rhinotermitidae)

Esta especie es muy frecuente en el sureste tropical de México; se le encuentra asociada con el “síndrome de tronco hueco” en árboles vivos de diferentes especies. Estos termites son subterráneos que viven en colonias altamente organizadas, formadas por obreros, soldados y reproductores. Su diagnóstico temprano es difícil, los daños sólo se pueden observar cuando se está cosechando y se observan los tocones con oquedades de consideración, prolongándose hasta varios metros en las trozas cortadas (Cibrian, 1995).

El insecto *Ctenarytaina eucalypti* (Hemiptera: Psyllidae) fue registrada en la Península Ibérica en 1972, siendo actualmente una especie muy extendida que no produce daños de consideración en los eucaliptales. Posteriormente en 1981 se detectó la presencia de *Phoracantha semipunctata* (Coleóptera: Cerambycidae), que perfora la corteza, produciendo graves daños en el sudoeste de la península Ibérica. De igual forma se han registrado otras especies provenientes de Australia como lo son *Phoracantha recurva*, *Gonipterus scutellatus*, para lo que en el año 1991 se introdujo el parasitoide *Anaphes nitens* para combatir esta plaga (Pujade-Villar & Riba-Flinch, 2004).

Las hormigas de hojas *Atta* y *Acromyrmex* se han encontrado en plantación de América Central y Sur, estas cortan las hojas en pequeñas piezas y transportaban grandes cantidades a sus nidos subterráneos para su cultivo de hongos, para su control se destruyen las colonias antes de las siembras y el uso de bolsas de cebo insecticidas después de la siembra (Nair, 2007). El insecto *Amblyopelta cocophaga* causa la muerte regresiva de la yema terminal en el *Eucalyptus deglupta*.

## ***Ophelimus eucalypti*** (Avispa formadora de agallas)

### Descripción

Esta especie registrada anteriormente como *Rhichnopeltella eucalypti*, posteriormente en 1988, en estudios que se realizaron en Nueva Zelanda se decidió reclasificarla al género *Ophelimus*. Es una plaga ampliamente extendida en diversos países como Nueva Zelanda, Iran, Marruecos, Italia, Kenia, Península Ibérica, Uganda, Argelia, Grecia, Israel, Jordania, Siria, Turquía y Australia que es de donde procede (Pujade-Villar & Riba-Flinch, 2004).

### Ciclo biológico

Los huevos son ovoides, blancos y semitransparentes. Las larvas son pequeñas, blancas y apodas; pupan dentro de la agalla. Los adultos depositan los huevos en las ramas terminales, en el peciolo de las hojas o el limbo foliar, debajo de la epidermis (Pujade-Villar & Riba-Flinch, 2004).

Los insectos son pequeños poco más de 1 mm de longitud, oscuros con reflejos verdes metálicos. Cada hembra es capaz de dejar hasta 100 huevos. Las generaciones varias de una a dos por periodos de emergencia que son en los meses de diciembre-enero y junio-Julio (Clark, 1938).

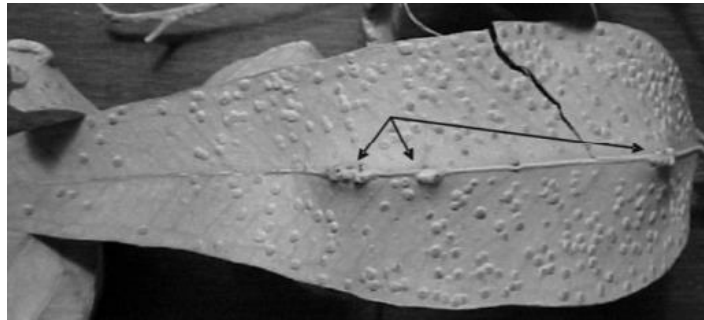
### Daños

En la sección transversal de acuerdo con (Bain, 1977) las larvas que dan lugar a las hembras inducen agallas circulares y protuberantes en las hojas de los eucaliptos, mientras que las larvas que dan lugar a los machos inducen “pit galls” en los mismos órganos vegetales.

Las agallas son lenticulares, pequeñas y sobrepasan ambas caras de las hojas, como se aprecia en la Figura 13. Cuando los huevos se depositan en la superficie foliar, las agallas resultantes están separadas las unas de las otras y tanto estas como los adultos que se obtienen son siempre menores denominándose “pimple-galls” (Pujade-Villar & Riba-Flinch, 2004).

Cuando los huevos son depositados en las ramas jóvenes o en los nervios foliares, el desarrollo de las larvas da lugar a hinchazones coalescentes o a agallas. En las ramas las agallas pueden causar la destrucción del cambium (Asociación de Silvicultura Agrícola, 2003).

Afecta principalmente a las especies de *Eucalyptus camaldulensis* como al *Eucalyptus globulus*.



**Figura 13.** Hoja de *Eucalyptus globulus* masivamente atacada por *Ophelimus eucalypti*, en la que también se aprecian agallas (con flechas).

Después de varios ataques repetidos, los brotes del nuevo crecimiento adquieren aspectos retorcidos, lo que produce la disminución de la capacidad de crecimiento de las ramas por la pérdida de las hojas de las ramas terminales, la muerte de las ramas al ser atacadas también las hojas de mayor tamaño y finalmente la muerte del eucalipto (Bain, 1977).

#### Control

Para el control de estos hemípteros se hace referencia a la tala de las partes afectadas y su quema posterior para prevención de rebrotes. Mas sin embargo si la afectación es localizada, los insecticidas sistémicos pueden ser útiles cuando la zona no es muy grande, de lo contrario no sería rentable aplicar el insecticida. En lo que hace referencia a los enemigos naturales, los cuales han ido obtenidos en Nueva Zelanda, los cuales pertenecen a los géneros *Chrysonotomya* y *Aprostecetus* (Pujade-Villar & Riba-Flinch, 2004). El insecto *Closterocerus chamaeleon* se ha registrado en Chile, siendo esta especie la que desparasita al *E. globulus*, si bien no beneficia a la

planta evitando la formación de agallas, pero reduce considerablemente la población de esta plaga (Meneses, 2016).

La presencia de estos insectos puede ocasionar graves pérdidas económicas en el cultivo del eucalipto en varias regiones si es que no se lleva un adecuado control de la plaga, lo que provocaría que el cultivo del eucalipto deje de ser rentable.

### ***Glycaspis brimblecombei*** (Conchuela del eucalipto)

Esta plaga es de la que más se ha hecho estudios en México, ya que su presencia se ha registrado a lo largo del país mexicano y se describe a continuación esta especie de acuerdo a (Gonzalez M. , 2015).

#### Descripción

Tiene una metamorfosis gradual, con huevos, tiene cinco estadios ninfales y el adulto. Huevos: son de color amarillo o ámbar, con forma fusiforme y mide menos de 1 mm, tiene un pedicelo que lo adhiere al sustrato. Las hembras ovipositan sus huevos en hilera o en grupos en el haz o envés de las hojas.

Ninfas: se presentan cinco estadios ninfales que se diferencian en el tamaño de la ninfa, en los primeros estadios son color amarillo-anaranjado, midiendo 1mm. En los últimos estadios tienen abdomen y los esbozos alares oscuros, cuerpo ovoide y aplanado. Desde el primer estadio construyen una cubierta protectora cónica azucarada llamada “escama” o “lerp”, de color blanco cristalino, para poder observar una ninfa se requiere remover la cubierta protectora.

Adulto: son alargados de cuerpo delgado de 2 a 3 mm de largo, la cabeza y el tórax de un color verde claro. Recién emergidos son de color amarillo pálido, después adquieren una coloración verde claro con manchas anaranjadas y amarillas.

Hospederos: ataca solamente a los eucaliptos principalmente a *E. camaldulensis* y otras cercanas como *E. rudis* y *E. tereticornis*, siendo estas las más afectadas de este insecto.

#### Distribución geográfica

*G. brimblecombei* es originaria de Australia, su área de distribución de a expandido a América. En 1998 fue detectado en Estados Unidos por primera vez. En el año 2000 se observaron las primeras afectaciones en México. En Chile se detectó en el año 2002, en Brasil en 2003 y en Argentina en el año 2005.

#### Daños

Las ninfas y los adultos del psilido se alimentan succionando la savia de las hojas. Las cubiertas protectoras son las que provocan mayor daño. Los efectos directos que tienen en los arboles son la defoliación con distintos grados de severidad, el secado de botes hasta la muerte de las ramas o del árbol, completo, desarrollan fumagina Figura 14.



**Figura 14.** Daño del psilido en el eucalipto

#### Control

Tienen enemigos naturales de las familias Hemerobiidae, Anthocoridae, Chrysopidae, Syrphidae, Coccinellidae. La avispa *Psyllaephagus bliteus*, es un parasitoide nativo de Australia y es específico del género *Glycaspis*.

El 30 de enero de 2002, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la NOM-EM-002-RECNAT-2002, que establece los lineamientos técnicos para el combate y control del psilido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei*, la cual entró en vigor al día siguiente de su publicación (CONAFOR, 2013).

### ***Ctenarytaina eucalypti*** (Russo, 2013)

#### Descripción

Imago: longitud de 1.5 mm de color púrpura con bandas transversales amarillas en el abdomen, cabeza más ancha que la larga, deprimida en el frente, alas alargadas, membranosas y amarillentas

Huevos: puesta de 20-100 huevos amarillos, lisos y brillantes con pedúnculo para adherirse sobre hojas jóvenes.

Ninfas: Sufren 5 estadios, segregan una sustancia algodonosa y filamentosa, así como bolas de maleza (aprovechadas por hongos oportunistas como: *Fumagispora capnodioides*).

#### Daños

Desecación paulatina de hojas y brotes que se retuercen y deforman debido a que se trata de un insecto chupador. Solo en hojas primordiales.

#### Combate

Para tratarla con químicos es difícil, lo que se ha descubierto es que hay parasito como el *Chalcididae* y *Ichneumonidae* y predadores como *Dipteros* o *Himenopteros* que ayudan a controlar esta plaga.



#### **4.8.4 Malezas**

El control de malezas es una de las claves para asegurar una alta sobrevivencia, buen crecimiento y homogeneidad de la plantación de eucalipto. Esta es una especie que desde su implantación y por un período de 3-6 meses es muy sensible a la competencia con malezas; en este período inicial las malezas compiten con las plantas de eucalipto provocando pérdidas que obligan a la replantación. Aún sin llegar al extremo de replantar, el crecimiento de las plantas es limitado por la competencia inicial de malezas (Schumann, 1990).

El eucalipto tiene un sistema radicular lateral de gran desarrollo por lo que responde marcadamente al control de malezas en todo el sitio lo cual le permite un rápido aprovechamiento del agua y los nutrientes del suelo. En la región y de acuerdo a los sitios a plantar, se encuentra una enorme variación en el tipo y agresividad de las malezas presentes. En los últimos años, se ha comenzado a generalizar el uso de herbicidas preemergentes aplicados en la banda de plantación y que brindan 2-3 meses de residualidad (INTA & SAGyP, 1995).

##### **Control mecánico**

La práctica más difundida es la de pasar una rastra de discos en ambos sentidos de la plantación tantas veces como sea necesario. En ciertos casos, el disqueado se efectúa muy cerca de la línea de plantación disponiendo los discos de manera tal que arrimen tierra a las plantas; de esta manera se pueden evitar las carpidas alrededor de la planta. En plantación de primavera, se requiere durante el primer año un promedio de cuatro pasadas de disco cruzadas dependiendo del tipo y comportamiento de las malezas (Dalla, 1993).

##### **Control químico**

En plantaciones medianas a grandes se ha generalizado el uso de herbicidas preemergentes aplicados en la banda de plantación y que brindan 2- 3 meses de residualidad. Los herbicidas preemergentes más utilizados son el oxifluorfen (Koltar) y

alaclor (Lazo), siendo ambos selectivos para el eucalipto por lo que pueden aplicarse mojando el follaje (INTA & SAGyP, 1995). Se puede utilizar el herbicida (*Glifosato* y *Ally*) ocupando una dosis de un litro por hectárea. La frecuencia del control se determina con la agresividad, tipo de maleza y en función del ciclo de lluvias (CONAFOR, 2013).

Para el caso de las malezas anuales se deben de controlar con herbicidas preemergentes selectivos que tengan actividad con el suelo como el *Napropamide*, *Oxyfuorfen*, *Oryzalin* y *Trifuralin*. Cuando se llegue el momento de la aplicación del herbicida se debe de evitar el contacto de la solución con el follaje de las plántulas del eucalipto, por ello en general, en las aplicaciones de herbicidas se recomienda seguir cuidadosamente las instrucciones dadas en la etiqueta (Gonzalez & Cinco, 1994).

Algunos de los herbicidas que se utilizan para el control de malezas en el establecimiento de plantaciones de eucalipto se aprecian en el Cuadro 8 (INTA & SAGyP, 1995).

**Cuadro 8.** Principales herbicidas utilizados en eucaliptos.

| Principio activo | Nombre comercial | Acción  | Estado del cultivo  | Estado malezas                               | Dosis         |
|------------------|------------------|---|---|--|---------------|
| Oxifluorfen      | Koltar EC (24%)  | De contacto, preemergente para especies de hoja ancha y algunas gramíneas | Selectivo no daña el cultivo                              | Libre de malezas o en estado muy temprano    | 4 l/ha        |
| Alaclor          | Lazo (48%)       | Preemergente residual p/gramíneas y algunas latifoliadas                  | Selectivo   | Libre de malezas                             | 4 l/ha        |
| Glifosato        | Roundup (48%)    | Sistémico de contacto y amplio espectro                                   | Aplicación dirigida<br>Evitar mojar hojas y tallos verdes | 20-30 cm con humedad en el suelo             | 2-3 l/ha (1%) |
| Setoxidim        | Poast (18.4%)    | Graminicias de contacto postemergente                                     | Selectivo   | Estado de plántula 2-4 hojas hasta 1 macollo | 3-4 l/ha      |
| Fluzifop-pbutil  | HI 2000 (15%)    |   |   |  | 1 l/ha        |
| Haloxifop        | Galant (24%)     |   |   |  | 0.5 l/ha      |

#### 4.8.5 Problemas de nutrición

Al igual que cualquier enfermedad, la deficiencia nutricional se manifiesta en los árboles, a través de los síntomas, siendo los más importantes (Musalem, 2006):

- Crecimiento
- Color
- Cambios anatómicos

La deficiencia en boro en *Eucalyptus*, le provoca a los arboles ondulación y decoloración de las hojas de la guía apical, que se esparce para disminuir brotes y finalmente la muerte descendente de las guías de la copa (Evans , 1982).

En Florida, el fosfato de roca molida se aplica comúnmente a las plantaciones de *Eucalyptus robusta* ya que los terrenos en ese estado son deficientes en fósforo y muy ácidos (el pH alcanza valores tan bajos como 3.8). Mientras que, en Hawái, las plantaciones para biomasa reciben dos fertilizaciones, la primera al momento de plantar, y la segunda 6 meses después. Aunque en la mayoría de las regiones, las plantaciones de *Eucalyptus robusta* no se fertilizan (Mosqueda, 1988).

Muchos eucaliptos llegan a formar bosques de calidad en tierras donde el fósforo que se encuentra en la mayor parte del suelo está inmovilizado en complejos insolubles de hierro y aluminio. Como es el caso de especies exóticas de *Pinus* que han fallado en tales sitios cuando no se les han agregado fertilizantes, aunque se ha logrado desarrollar bosques de *Pinus* en tierras muy deficientes como son arenas de dunas jóvenes (Pyrke & Kirkpatrick, 1994).

Además de la particular adaptación a suelos con bajo contenido de nutrientes, también es necesario señalar otros mecanismos por los cuales los eucaliptos pueden producir un gran porte y sostenerlo por largos periodos. Después de germinar, el característico estado de plántula y su dinámica de crecimiento parecen ser importantes en ello (Rokich & Bell, 1995).

## 4.9 Características de la madera

### 4.9.1 Propiedades físicas

De las propiedades físicas que llegan a presentar los eucaliptos encontramos las siguientes:

**Peso:** Es la gravedad específica básica (peso de secado/volumen verde) aproximadamente 0.80 para material cultivado en el bosque y 0.67 para material cultivado en plantaciones; densidad de secado al aire 0.976 g/cm<sup>3</sup> y 0.816 g/cm<sup>3</sup> respectivamente (Chudnoff, 1984). Mientras que (CONAFOR, 2013) menciona que los eucaliptos tienen una madera moderadamente pesada y dura, especialmente *E. tereticornis*, con una densidad básica: de 0.38 a 0.52 g/cm<sup>3</sup>.

**Durabilidad:** Moderadamente duradero. Susceptible al ataque de insectos. Puede usarse sin problemas al exterior, siempre y cuando se haya tratado correctamente. Y también es sabido que el eucalipto está reconocido como una madera de buena durabilidad, de resistente a muy resistente. (CONAFOR, 2013).

La madera de eucalipto con un contenido de humedad 96% posee un peso específico de 0.57. La contracción radial es de 5.4%, la tangencial 13.47%, la volumétrica 18.60% y la relación T/R igual a 2.49%, madera moderadamente estable y de regular comportamiento al secado (Mendoza-Tovar, 2008).

Algunos ejemplos de propiedades físicas se describen en los cuadros siguientes, de las especies *E. globulus* y *E. saligna* (SEMARNAT & CONAFOR, 2013).

**Cuadro 9.** Propiedades físicas del *E. globulus*

| Propiedades físicas  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Peso verde [kg/m <sup>3</sup> ]                                | ~ 1300                               |
| Densidad seca al aire CH <sub>12-15</sub> [g/cm <sup>3</sup> ] | 0.55—0.73—0.80                       |
| Contracción  | Total*      Normal**                 |
| radial [%]   | 4.5—9.8      1.8—4.4                 |
| tangencial [%]   | 9.0—16.0      5.0—11.0               |
| Hinchamiento diferencial [%/%]                                 | radial: ~ 0.34<br>tangencial: ~ 0.19 |
| Estabilidad dimensional  | regular a mala                       |

**Cuadro 10.** Propiedades físicas del *E. saligna*

| Propiedades físicas  |                            |
|--|----------------------------|
| Peso verde [kg/m <sup>3</sup> ]                                | 950—1100                   |
| Densidad seca al aire CH <sub>12-15</sub> [g/cm <sup>3</sup> ] | 0.50—0.75—0.87             |
| Contracción  | Total*      Normal**       |
| radial [%]   | 4.6—7.3      2.4—4.0       |
| tangencial [%]   | 9.7—12.7      6.5—8.8      |
| Hinchamiento diferencial [%/%]                                 | radial: —<br>tangencial: — |
| Estabilidad dimensional  | regular a mala             |

Mientras que (Chudnoff, 1984) considera que la durabilidad del duramen es moderadamente resistente a la descomposición; albura vulnerable al ataque de escarabajos en polvo, así como a las termitas.

#### 4.9.2 Propiedades mecánicas

Por otra parte (Chudnoff, 1984) menciona que el contenido de Humedad, la Resistencia a la Flexión, la Elasticidad Máxima y la Resistencia al Aplastamiento para una tabla estándar de 2 pulgadas se presenta en el Cuadro 11.

**Cuadro 11.** Propiedades mecánicas para una tabla estándar de 2 pulgadas.

| Contenido de Humedad (%) | Resistencia a la Flexión (Psi) | Elasticidad Máxima (1.000 psi) | Resistencia ala Aplastamiento (Psi) |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Verde                    | 12.200                         | 2.160                          | 6.180                               |
| 12 %                     | 21.200                         | 2.950                          | 12.000                              |
| Verde (40%)              | 11.200                         | 2.010                          | 5.250                               |
| 12 %                     | 16.600                         | 2.370                          | 9.940                               |

Ejemplos de propiedades mecánicas se describe en los cuadros siguientes, de la especie *E. globulus* y *E. saligna* (SEMARNAT & CONAFOR, 2013).

**Cuadro 12.** Propiedades mecánicas del *E. globulus*

| Propiedades mecánicas***   |                   |
|--|-------------------|
| Resistencia a compresión paralela CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ] | 41—66—71          |
| Resistencia a flexión CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]             | 90—107—130        |
| Módulo de elasticidad (flexión) CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]   | 12000—14000—20000 |
| Resistencia al impacto CH <sub>12-15</sub> [kJ/m <sup>2</sup> ]            | 76—104—132        |
| Cizallamiento CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]                     | 9.5—12.0          |
| Dureza JANKA (lateral) CH <sub>12-15</sub> [kN]                            | 14—19             |
| Dureza BRINELL (lateral) CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]          | 50—65             |

**Cuadro 13.** Propiedades mecánicas del *E. saligna*

| Propiedades mecánicas  |             |
|--|-------------|
| Resistencia a compresión paralela CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ] | 39—66       |
| Resistencia a flexión CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]             | 80—120      |
| Módulo de elasticidad (flexión) CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]   | 11000—16500 |
| Resistencia al impacto CH <sub>12-15</sub> [kJ/m <sup>2</sup> ]            | 45—65***    |
| Cizallamiento CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]                     | 8.5—14      |
| Dureza JANKA (lateral) CH <sub>12-15</sub> [kN]                            | 3.0—5.0—9.0 |
| Dureza BRINELL (lateral) CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]          | 17—23—32    |

### 4.9.3 Propiedades Organolépticas

Se considera al eucalipto al igual que otras especies aromáticas, que cuentan con propiedades organolépticas de las más importantes se describen en la Cuadro 14 son las siguientes (CONAFOR, 2013).

**Cuadro 14.** Propiedades Organolépticas del *Eucalyptus*

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Color y veteado</b> | La albura es de color blanco o crema y el duramen rojizo claro. Veteado suave.   |
| <b>Olor</b>            | Se considera ausente de olor en la madera, pero los aceites aromáticos de sus hojas lo hacen excelente para la industria farmacéutica. |
| <b>Sabor</b>           | Se considera ausente de sabor, por lo que puede ser usada para embalaje de alimentos.  |
| <b>Brillo</b>          | Tiene un brillo mediano.   |
| <b>Textura</b>         | La textura de esta madera es mediana.  |

### 4.9.4 Propiedades de Trabajo

Otras de las propiedades de trabajo que presenta el eucalipto de acuerdo a (Chudnoff, 1984) mientras se tengan sierras bien, el grano rasgado es común cuando se visten caras cuarteadas Rotary se despega bien si los pernos se calientan.

Trabajabilidad: Es una madera fácil de trabajar, la presencia del silicio le otorga cierta resistencia, aunque su efecto negativo desgasta el metal. Una particularidad de los eucaliptos es que, debido a su grano, textura, contracción y el uso frecuente de madera sin secar, no son maderas muy fácilmente trabajables, aunque con el empleo de técnicas adecuadas pueden lograrse muy buenos productos (CONAFOR, 2013).

Con información de estudios que realizó (SEMARNAT & CONAFOR, 2013) se describen las especies de *E. globulus* y *E. saligna*, mencionandos sus características de trabajabilidad

## *Eucalyptus globulus*

### Características de la madera

Duramen de color variable desde marrón muy pálido a blanco rosáceo con tinte amarillento, transición casi imperceptible a la albura de color blanco con matiz grisáceo. Límites de anillos generalmente visibles, delimitados por una franja de tejido más oscuro (madera tardía). Veteado suave, textura mediana, grano recto a ligeramente entrecruzado. Madera seca sin olor distintivo.

### Trabajabilidad

Esta madera se caracteriza por su elevada densidad y dureza, así como por sus buenas propiedades mecánicas, facilidad de curvado y resistencia al impacto. Es difícil de aserrar debido a tensiones internas, de buen comportamiento al cepillado, lijado, torneado y taladrado; de regular al moldurado, de mala sujeción a los clavos y los tornillos, por lo que se recomienda perforación previa; buena para el encolado. Buena para el teñido y puede recibir una variada gama de acabados.

### Secado

Madera muy “nerviosa”, generalmente con fuertes tensiones de crecimiento internas y altos coeficientes de contracción e hinchamiento; difícil de secar al aire libre, lo que origina considerables deformaciones, fendas superficiales, agrietamientos y colapso. Para reducir tales defectos se trabaja con un periodo prolongado de presecado. Para el secado técnico convencional se recomienda los programas suaves (US) T3-C2 para madera de 1” y el T3- C1 para madera de 2”, seguido por algún tiempo de acondicionamiento bajo vaporización.

### Durabilidad natural

Duramen resistente a moderadamente resistente a los hongos de pudrición (clase 2-3 según EN 350-2). Sin embargo, debido a que la mayor proporción de la



madera producida en plantaciones es albura (no resistente), ésta no puede ser usada en exteriores sin un tratamiento previo con preservantes.

### *Eucalyptus globulus*

Características de la madera: Duramen de color variable de café rosáceo pálido a castaño pálido con tintes grisáceos que puede oscurecer a café rojizo oscuro con la exposición a la luz; con transición gradual a la albura de color blanco crema a castaño pálido o rosado. Límites de anillos de crecimiento generalmente visibles, delimitados por una faja oscura (madera tardía). Veteado suave, textura media, hilo recto a ligeramente entrecruzado. Madera seca sin olor distintivo.

Trabajabilidad: Madera generalmente fácil de trabajar manualmente y con maquinaria, buen comportamiento al clavado y lijado. Tiende a formar tensiones internas durante el secado que pueden interferir en el trabajo con cierras cinta y circular.

Secado: Madera de comportamiento muy variable al secado, tendiendo a tensionarse y colapsarse fácilmente. Se recomienda presecar la madera, posteriormente secarla en estufa técnica convencional utilizando programas de secado suaves, por ejemplo, el programa (US) 6(T2-C2), seguido por un acondicionamiento adecuado para reducir la formación de tensiones internas.

Durabilidad natural: Madera de moderadamente resistente a no resistente a los hongos de pudrición (clases 3 y 4 según ASTM D 2017-5; clase IV según EN 350-2); poco resistente al ataque de insectos, no resistente a los taladradores marinos.

#### **4.9.5 Propiedades Químicas**

Del género *Eucalyptus* se obtienen aceites esenciales los cuales pueden ser utilizados ser utilizado como insecticida y repelente. De hecho, es conocido desde hace cientos de años por su acción antibacteriana, antiséptica y antifúngica. Estas propiedades son bien conocidas debido a componentes como 1,8- cineol, citronelal,

citronelol, acetato de citronelilo, p-cymeno, eucamalol, limoneno, linalol,  $\alpha$ -pineno,  $\gamma$ -terpineno, alocimeno, y aromadendreno (Dellacassa, 1989).

Otros compuestos químicos que se han encontrado en especies de eucalipto son el ácido clorogénico, elágico, cafeico, ferúlico, galico y gestisico (hojas), alfapimeno, alfa-felandreno, beta-pimeno, gama-terpimeno, canteno, cineol, eucaliptol, pineol, citridol, eucaliptina, taninos, flavonoides (rutina y quercetrina) (Hernandez-Escamilla, 2019).

## 5 PRINCIPALES USOS DEL GÉNERO *Eucalyptus*

### Agroforestería

Desde el punto de vista histórico, es probable que las primeras experiencias con la crianza de animales bajo eucalipto en Brasil, ha sido mencionadas por Andrade (1918). En ese caso, lo que originó la iniciativa del consorcio, fue la preocupación en controlar incendios durante la sequía, situación empeorada por el aumento del material potencialmente combustible de la vegetación baja nativa o de plantas invasoras como el pasto «capim-gordura» (*Melinis minutiflora*). Con el pasar del tiempo este pasto dominó incluso los bosques con 15 años de edad (Daniel & Couto, 1988).

Los montes de reparo se utilizan en todas las zonas ganaderas de Argentina con predominancia de *Eucalyptus sp.*, ocasionalmente se obtiene una renta de los mismos como es el caso del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (Comision Europea & FAO, 2001).

Los sistemas agroforestales con eucalipto se caracterizan por la inmovilización de recursos y capital para un período relativamente largo, por lo que es necesario que toda la planificación, que implica todo, desde la preparación del suelo para los cultivos de primera, el establecimiento de pastos de bosque entre las líneas, negociación del producto final, la madera se pone en la disponibilidad de diversos productos y surtidos llamada, y también el conocimiento previo de los volúmenes, la disponibilidad (oferta) y el valor de los productos producidos de acuerdo a las necesidades y especificaciones del mercado de consumo (Macedo, 2011).

La asociación de especies forestales en los sistemas de agrosilvopastoriles, especialmente con el uso del eucalipto se destaca como una alternativa de optimización de los factores de producción, un mejor uso de los recursos naturales renovables y dar mayor sostenibilidad al sistema en su conjunto.

En este contexto, se puede considerar que, en general, los sistemas agroforestales con clones de eucaliptos implantada se presentan como prototipos de la sustentabilidad alternativa porque se basan en principios económicos para el uso racional de los recursos naturales renovables en la explotación ecológicamente sustentable, capaz de generar beneficios sociales, pero sin comprometer el potencial productivo de los ecosistemas.

### **Artesanías**

Varios países con plantaciones han informado sobre la presencia de tallos curvos de notable tamaño en sus plantaciones y la presencia inevitable de madera de tensión en la parte superior de estos tallos. Es posible que, en el futuro, pueda hacerse revivir la antigua artesanía del labrado para producir vigas derechas a partir de trozos con torceduras y de este modo valorizarlas considerablemente. Si se aceptan las vigas con corazón, que incluyen la médula, el labrado permite hacer vigas derechas con árboles de latifoliadas ligeramente torcidos, lo que es aplicable a todas las latifoliadas, y no solamente a los eucaliptos (Ruiz & Rivero, 2006).

También el eucalipto es utilizado como decoraciones en:

- Centros de mesa: Puedes ocuparlo como follaje pues le da un toque elegante y muy original a tu mesa.
- Florero: Combinar eucalipto con algunas de flores favoritas, le dará un toque fresco a tu hogar; además de que perfumará cualquier espacio.
- Regalos: Solo basta poner una rama de esta planta para adornar un obsequito y transformarlo en algo bello y natural.
- Servilletas: No hay algo más natural y sofisticado que colocar unas hojas de eucalipto en las servilletas, harán una atmósfera muy agradable.
- Puerta: Gracias a que es un follaje muy versátil, se le puede acomodar en cualquier rincón del hogar.

## **Dasonomía Urbana**

El *Eucalyptus camaldulensis* se utiliza para áreas de plantación, recreación, residenciales y parques en Turquía (Aytar, 2006). En España se le da el uso al eucalipto para arboles ornamentales en plazas, jardines y calles de múltiples poblaciones (Pujade-Villar & Riba-Flinch, 2004).

En la Ciudad de Chihuahua el eucalipto paso a ser una planta ornamental a través de campañas de reforestación y ornato realizadas por el municipio en 1995, la empresa Chemical Waste Management<sup>31</sup> realizo una donación de árboles para este fin. En 1999 en la Sierra de Xichú en Guanajuato se encontraron poblaciones a lo largo de la carretera panamericana de eucalipto, pasando a ser parte del paisaje, compitiendo por la humedad con las enormes palmas y nopales del desierto chihuahuense del Estado de San Luis Potosí (Guerrero, Reed, & Vegter, 1999).

El uso ornamental del eucalipto es uno de los principales usos que se le dio a la especie cuando se introdujo a diferentes países a lo largo del tiempo, de ahí se ha visto la amplia gama de usos que tiene. Actualmente se utiliza para repoblaciones forestales (CONAFOR, 2013).

## **Biodiversidad de Flora y Fauna**

Con relación a biodiversidad, se ha criticado mucho a las plantaciones de especies exóticas como es el caso del eucalipto por su falta de biodiversidad, lo cual es muy cierto en algunas plantaciones en ambientes tropicales. También es conveniente recordar que algunos ecosistemas naturales presentan baja diversidad arbórea, como los bosques de *Nothofagus* en Nueva Zelanda, de *Pinus strobus* en Pennsylvania, de *Eucalyptus* en Tasmania y de *Pseudotsuga* en Canadá (Lima, 1993).

Sin embargo, estudios en la región del Sabana en Oaxaca indican que la diversidad de flora es alta en el sotobosque de plantaciones de eucalipto, además que

en algunos algunas herbáceas de la plantación son las mismas que se presentan en áreas naturales de la selva alta perennifolia (Oros, 2008).

La flora del sotobosque varía según sea la fertilidad del terreno donde se localice la plantación y la densidad de ésta. En sitios poco fértiles con plantaciones muy densas no se observa flora en el sotobosque, pero igualmente, la flora es muy escasa en sitios de igual calidad desprovistos de vegetación. En cambio, en bosques abiertos poco densos, con suelos fértiles, se muestra una alta diversidad de flora herbácea (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

La reducción de la diversidad dependerá de que había antes de establecer las plantaciones; en el caso de tierras abandonadas por la agricultura o ganadería y degradadas, las plantaciones ofrecen abrigo a muchas especies pioneras en el sotobosque y fauna, por lo tanto, el sacrificio de ciertas áreas para plantaciones monoespecíficas puede mitigar el impacto sobre los bosques naturales de amplia diversidad (CONAFOR, 2013).

En las famosas plantaciones de *Eucalyptus* de la empresa Aracruz Forestal en Espírito Santo, Brasil, la vegetación forestal remanente se deja o enriquece hasta obtener una relación de 1 ha natural por 2.4 ha de plantación; se han detectado 156 especies de pájaros, 36 de mamíferos y 3000 de insectos (Campinhos , 1994).

En una plantación de *Eucalyptus grandis* en Minas Gerais, Brasil, cosechada y dejada a rebrotar, a los seis años después de la cosecha se encontraron 635 árboles nativos/ha, pertenecientes a 123 especies de 67 familias, con un área basal de 18 m<sup>2</sup>/ha. Después de otros 10 años de observación, la riqueza de especies permaneció y algunos árboles naturales alcanzaron hasta 29 cm de diámetro normal y 28.5 m de altura (Claudio, Rubio, & Sousa, 1995).

Otros estudios han demostrado que existe poca diferencia en la diversidad de flora en el sotobosque de plantaciones puras de especies introducidas, aun comparándolas con rodales naturales: en la India, en plantaciones de *Eucalyptus*, se han encontrado 125, 35 y 770 especies de gramíneas, herbáceas y arbustivas,

respectivamente, contra 13,10 y 244, en el mismo orden, en poblaciones naturales de *Shorea*. En España, se midieron sotobosques de plantaciones de eucaliptos y pinos y al compararlos con rodales de roble naturales, no encontraron diferencias significativas ni incompatibilidad alguna (Lima, 1993).

Estudios realizados en el Congo en plantaciones jóvenes de eucalipto respecto a la descomposición de las hojas, se encontró que las hojas de eucalipto tienen una vida útil de 6 meses y la mineralización de la hojarasca es lenta, aunque se encontraron lombrices de tierra debajo del eucalipto mediante la abundancia de tumículo. Los resultados comparando la sabana inicial y las parcelas de *Eucalyptus* muestran un enriquecimiento bajo *Eucalyptus* de la fracción gruesa 0.5-4 mm, o hojarasca fragmentada. Se observó que en las plantaciones más antiguas de más de 20 años presentaban un enriquecimiento del suelo de carbono en comparación con la sabana, estas viejas plantaciones muestran una maleza de otras especies cuya hojarasca interfiere con el de eucalipto (Bernhard-Reversat, 1988).

La cantidad y variedad de fauna existente en un bosque de eucalipto es ciertamente inferior a la que se observa en un bosque natural. Algunos trabajos indican una diferencia del 50 % en macrofauna entre ambos ecosistemas, no así en microfauna donde según estudios realizados en muchas partes del mundo las densidades de las poblaciones son relativamente similares (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

En estudios realizados en Swazilandia, (Evans , 1982) observó el crecimiento de las poblaciones de animales silvestres conforme las plantaciones puras aumentaban de edad; se mencionan entre otros a búfalos, monos, puercoespines, lince, conejos, mangostas y ciervos, que no se encontraban en pastizales adyacentes a las plantaciones.

El “koala” (*Phascolarctos cinereus*), pequeño marsupial arborícola, resulta ser el que con una mayor exquisitez se encuentra adaptado al régimen fitófago, hasta el extremo de que su alimento lo componen exclusivamente las hojas y yemas de un único género de árboles, *Eucalyptus* (Webb, 1968). Una más exhaustiva investigación

demonstró que los eucaliptos, especialmente en el “manna” (*E. viminalis*) el más apetecido por los koalas, son las hojas más jóvenes las que contienen mayor cantidad de ácido cianhídrico, sin embargo, también consumen hojas del eucalipto “manchado” (*Corymbia. maculata*) y del eucalipto “rojizo” (*E. rostrata*) (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

Existen muchos otros ejemplos de plantaciones comerciales puras, en donde el mejoramiento de los hábitats degradados permitió el regreso de fauna ya ausente en esas áreas como lo ha llegado a ser en sabanas de la India, el antílope, el lobo y la abeja de rocas en *Eucalyptus* (Siqueira , 1994).

Los árboles de eucalipto en Australia que presentan cavidades son un componente estructural clave de los boques y tierras arboladas para hábitat de la vida silvestre como: proporcionar sitios de anidación, guarida temporales o permanentes para muchos vertebrados e invertebrados, atrapar agua que es utilizada por los animales para beber o para completar parte de su ciclo de vida y para alimentarse. Por lo que se está reconociendo más por las autoridades ambientales y científicos de conservación en varias partes del mundo (Lindenmayer, 2000).

### **Propiedades como Insecticida**

Las especies de *Eucalyptus* producen fuertes toxinas volátiles identificadas como  $\alpha$ -pineno,  $\alpha$ -felandreno, y cineole, los cuales se producen durante el verano seco y son absorbidos por el suelo en grandes cantidades, llegando al máximo en la temporada de lluvia (Del Moral & Cortes, 1971).

Existen una gran cantidad de trabajos donde se reporta al género *Eucalyptus* como árboles alelopáticos. Dentro de este género pueden mencionarse a las siguientes especies reconocidas por sus efectos alelopáticos: *E. globulus*, *E. microtheca*, *E. regnans*, *E. bicostata*, *E. viminalis*, *E. esculentus*, *E. grandis*, *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. crebra*, *E. dawsonii*, *E. melliodora*, *E. moluccana*, *E. saligna* y *E. baxter* (Ashton & Willis, 1982).



Los aceites esenciales de eucalipto pueden actuar como un repelente natural contra mosquitos y otros artrópodos dañinos, además de actuar como antialimentarios sobre herbívoros. Numerosos autores han comprobado la efectividad de las distintas especies de *Eucalyptus* sobre las plagas de granos almacenados, en particular sobre especies del orden Coleóptera (Russo, 2013).

Algunos estudios realizados por (Lee, 2004) demostraron que *E. nicholii*, *E. codonocarpa*, *E. blakelyi*, poseen una potente toxicidad sobre *S. oryzae*, *T. castaneum* y *R. dominica*. Los aceites esenciales de *E. saligna* resultaron ser efectivos como repelentes y mostraron toxicidad en el control de *C. maculatus*. La acción ovicida de *E. camaldulensis* fue demostrada sobre *T. confusum*, *T. castaneum*, *C. maculatus*, *S. oryzae* y *E. kuehniella* mientras que *E. citriodora*, *E. nicholii*, *E. codonocarpa*, *E. blakelyi*, *E. saligna*, *E. intertexta* y *E. sargentii* resultaron efectivas como repelentes e insecticidas al ser ensayadas con *S. oryzae*, *T. castaneum*, *T. confusum*, *R. dominica* y *C. maculatus* (Tinkey, 2004).

El aceite esencial de *E. globulus* ha sido usado como repelente de garrapatas, ácaros y nematodos comprobaron que es tóxico para larvas de *A. aegypti*. Tanto el aceite como su mayor componente el 1,8-cineol, mostraron toxicidad sobre el “piojo de la cabeza” *Pediculus humanus capitus* Haeckel (Pediculicidae) (Yang , 2004).

El *Eucalyptus camaldulensis* inhibe el crecimiento de hierbas en terrenos arcillosos, pero es parcialmente inefectivo sobre suelos arenosos. El *Eucalyptus camaldulensis* produce compuestos hidrosolubles y volátiles que pueden inhibir no sólo a las hierbas en su vecindad, sino también a plántulas de la misma especie. Dentro de las especies susceptibles destacan *Bromus mollis*, *B. rigidus*, *Lolium multiflorum*, *Avena fatua*, *Festuca megalura*, *Brassica campestris*, *Hordeum vulgare*, *Amaranthus caudatus*, *Vigna unquiculata*, *Capsicum annum*, *Zea mays* y *Lycopersicum esculentus* (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

## Propiedades para la Industria Celulósica

En el pasado se ha prestado mucha atención a las posibilidades del uso de la madera de eucaliptos para la elaboración de pasta de papel. En esta materia, Australia tiene en su activo algunas notables empresas industriales, basadas fundamentalmente en sus bosques naturales. Se están empleando las plantaciones de eucaliptos en diferentes países como Brasil, Portugal, España y Sudáfrica, para proveer de materia prima a la industria de la pasta. La producción mundial de pasta, a partir de especies de *Eucalyptus* es superior a 1 millón Mg/año. Se producen pastas para todos los tipos de papel, química, químico-mecánica, semiquímica y mecánica. De este millón de toneladas, alrededor de tres cuartas partes se producen en Australia y en Portugal (Ruiz & Rivero, 2006).

El eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*) se comercializa bajo el nombre de madera de eucalipto debido a que es una de las mejores opciones para la obtención de pasta de papel, siendo este el principal uso del eucalipto, donde se han llegado a obtener madera en muy buenas presentaciones mecánicas, incluso aptas para la construcción (Alejandro, 2018). Las plantaciones en España son utilizadas como productoras de celulosa (Pujade-Villar & Riba-Flinch, 2004). Por su importancia industrial es el preferido por la industria papelea basada en este género, dicha materia prima provee un tipo de pasta celulósica que dejó de ser un producto básico genérico (commodity) a pasar ser un producto diferenciado (specialty) por el cual el mercado está dispuesto a pagar un sobreprecio (Ruiz & Rivero, 2006).

En Chile se han visto caso de éxitos en plantaciones con el establecimiento de una industria forestal moderna y eficiente destinada a la fabricación de productos de madera sólida de alta calidad y de celulosa, a partir de plantaciones establecidas con Pino radiata (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la década de los setenta del siglo pasado. El 92% de la madera que se procesa en Chile proviene de plantaciones forestales comerciales (CONAF, 2003).

En México la empresa de Plantaciones de Tehuantepec S.A. de C.V. utilizan las especies de *E. urophylla* y *E. grandis* en plantaciones con densidades de 1,100 árboles

por hectárea para la obtención de materias primas celulósicas, los eucaliptos se empezaron a cosechar a los seis años de edad y se comercializaban a la empresa SCRIBE como material celulósico (CONAFOR, 2013).

Brasil posee la mayor superficie plantada con eucalipto del mundo. La mayor parte se destina en primer término a la fabricación de pasta celulósica, en segundo lugar, a la producción de carbón vegetal para la industria siderúrgica y en menor medida a tableros de partículas y fibra (INTA & SAGyP, 1995).

## **Uso en la Industria Forestal**

### **Aprovechamiento Forestal**

En el trópico, con el uso de especies nativas se obtendrían incrementos anuales del orden de 5 a 10 m<sup>3</sup>/ha/año en turnos mínimos de 15-20 años, mientras que con especies de *Eucalyptus* los crecimientos serían del orden de 30 a 50 m<sup>3</sup>/ha/año y los turnos se reducen de 7-10 años (Ruiz & Rivero, 2006).

En México el uso que se da al eucalipto es para obtener productos primarios y secundarios como aserrío y cortas dimensiones y pulpa, debido a que esta especie es de rápido crecimiento su aprovechamiento empieza a partir de los 7 años en adelante, dependiendo cual será la obtención del producto, algunas de las especies que se utilizan son *E. urophylla* y *E. grandis* (CONAFOR, 2013).

Se han obtenido registros de la producción de madera en rollo de eucalipto el cual representa un volumen de 20,000 m<sup>3</sup> de madera en rollo por año y se ha mantenido estas cantidades ya que la superficie anual plantada es similar a lo que se cosecha (INTA & SAGyP, 1995).

En la región Mesopotámica se obtienen crecimientos promedio de eucalipto de 35m<sup>3</sup>/ha/año, con turnos de corta de 10 a 12 años (Comision Europea & FAO, 2001).

## Uso en la Construcción

La especie de *Eucalyptus globulus* se viene utilizando para la fabricación de madera estructural, es decir madera o vigas laminadas, postes, fabricación de tableros aglomerados, chapas decorativas de madera, carpintería tanto de interior como de exterior (Alejandro, 2018).

Diversas especies suministran madera blanda, semidura y sura, cuyo empleo varía desde la fabricación de cajones, parquet, postes, pallets, mangos de herramienta y muebles, hasta durmientes de ferrocarril y pasta celulósica, utilizándose también como combustibles (leña y carbón) y en carpintería rural (Villegas & Rivera, 2002)

En Turquía por primera vez se utilizó la madera del *Eucalyptus camaldulensis* para los durmientes del ferrocarril entre Adana y Mersin en 1885 (Aytar, 2006).

### Estacas para cercas

Estas pequeñas maderas pueden ser producidas en grandes cantidades cuando se producen brotes adicionales en los cultivos por tallar, especialmente en el momento del raleo. Las estacas no valen mucho, pero se necesitan enormes cantidades para limitar ciertas zonas agrícolas. Deben ser tratadas con preservadores antes de su empleo (Ruiz & Rivero, 2006).

### Ademes y entibos

Los ademes son un ejemplo de un producto que permite al productor aumentar el valor unitario por lo menos de parte de su cosecha. Los postes de eucaliptos pueden no ser los mejores para vigas de minas, puesto que no dan la señal de alarma (crujido) antes del colapso, que era una característica de los maderos de abeto Douglas para minería. Sin embargo, se emplean extensamente en Australia y otros países ademes de eucaliptos. El criterio de rectitud y de no tener rajaduras u otros defectos es más estricto para entibos de mina que para la madera destinada a pulpa (Ruiz & Rivero, 2006).

En Zambia destacan las plantaciones de *Eucalyptus* y *Pinus kesiya*, a las que se dan diferentes usos, de los más importantes son para producir combustible, pilotes de mina y madera en general para la valiosa industria minera de cobre que se encuentra en el país (Dyson, 1965).

En Brunéi se introdujo el eucalipto para plantaciones que tenían como fin la producción postes largos (FAO, 1981).

#### Durmientes de ferrocarril

Uno de los principales productos de exportación de madera de eucaliptos desde Australia era para durmientes de ferrocarril. Millones de durmientes fueron enviados a Nueva Zelanda, China, India, países del Cercano Oriente, África y América. Además, la mayor parte de los ferrocarriles australianos están apoyados sobre traviesas de madera. Durante varias décadas, las normas para la exportación de durmientes han sido supervisadas por los servicios forestales de Australia y generalmente se ha mantenido un producto de buena calidad. El *E. marginata* ha sido el principal eucalipto utilizado para durmientes de exportación y ha dado buenos resultados (Ruiz & Rivero, 2006).

#### Bloques de madera para construcción de casas, caminos y jardines

En el curso del tiempo, los propietarios de plantaciones pueden llegar a tener una gran variedad de tamaños de eucaliptos en sus plantaciones, pudiendo entonces contemplar una variedad de usos posibles para los tamaños irregulares. Los bloques son piezas de madera que, por lo general, son cortas y sirven para soportes (Ruiz & Rivero, 2006)

### **Calidad de la Madera**

La madera aserrada de los eucaliptos se obtiene ya que la especie es de rápido crecimiento. En la situación actual, pocos países con plantaciones de eucaliptos podrían destinar más del 10 % del volumen de la madera producida a madera

aserrada, y un aumento de este porcentaje podría depender del cambio de actitud en lo que concierne a los tipos de construcción y casas individuales y, también, según se emplee la madera aserrada de eucaliptos en lugar de la madera aserrada de plantaciones de coníferas. Las maderas de coníferas no producen un duramen quebradizo (madera quebradiza que contiene caracteres de micro-compresión) en la zona central de la troza. Pero, relacionando con la rapidez de crecimiento, edad de la corta, selección de las especies, procedencia y especialmente, sobre los métodos de aserrado se llega a producir madera de calidad comercial aceptable (Ruiz & Rivero, 2006).

Tableros contrachapados y chapas Paneles a base de madera.

Las trozas de eucaliptos, especialmente las de plantaciones, no son materiales preferidos para el desenrollo de chapas, porque la tensión de crecimiento produce excesivas tajaduras terminales en los bloques de desenrollo cuando se trocean y en la chapa desenrollada. Otro problema es que algunas especies manifiestan un notable colapso durante el secado, lo que produce chapas de espesor irregular. Sin embargo; eligiendo con cuidado las especies y las técnicas, es posible producir un contrachapado comercial, entera o sustancialmente a base de eucalipto. Por supuesto, cuando hay otras especies disponibles a precios competitivos, éstas serán preferidas (Ruiz & Rivero, 2006)

Tableros de partículas

La madera de eucalipto, especialmente la de baja densidad de plantaciones de crecimiento rápido, se adapta a la producción de paneles de partículas. Puede emplearse sola o en combinación con otras maderas. Por ejemplo, en los tableros de tres capas puede emplearse álamo descortezado o pino para las capas superficiales, y el eucalipto, incluyendo la corteza, para el centro. Algunas especies de eucaliptos que han dado buenos resultados comerciales en tableros de partículas son: *E. camaldulensis*, *E. dalrympleana*, *E. delegatensis*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. obliqua*, *E. regnans* y *E. viminalis* (Ruiz & Rivero, 2006).

Las diferentes especies de eucalipto han empezado a reemplazar productos que se obtenían de árboles de teca, roble abedul, castaño, etc. Cuadro 15, ya sea por

su rápido crecimiento y poco costo de rentabilidad, al igual para cubrir la demanda de productos forestales (Sepliarsky, 2006).

**Cuadro 15.** Reemplazo de frondosas por *Eucalyptus*

| Producto   | Reemplaza a   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parquet</li> <li>• Muebles de Jardín</li> <li>• Componentes para Muebles</li> <li>• Contrachapado</li> <li>• Vigas Laminadas</li> <li>• Trilaminado para ventanas</li> <li>• Mangos</li> <li>• Chapa plana</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Roble, Haya, Frondosas Tropicales</li> <li>• Teca</li> <li>• Roble, Tropicales</li> <li>• Abedul</li> <li>• Castaño</li> <li>• Meranti</li> <li>• Fresno, Haya, Hickory.</li> <li>• Roble, varias</li> </ul> |

## Uso Medicinal

### Medicina Alternativa

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce la medicina con hierbas e invita a los países, a crear políticas sobre seguridad, eficacia, calidad, acceso y uso racional de las mismas. De igual manera hay estudios que señalan la importancia de informar sobre sus propiedades, dosis, eficacia y seguridad (Pulido A., Vasquez, & Villamizar, 2012).

La Comisión E del Ministerio de Salud alemán aprueba la utilización de hojas de eucalipto en afecciones respiratorias debidas a resfriados. La Sociedad Cooperativa Europea en Fitoterapia (ESCOP); aprueba el uso de aceite esencial de eucalipto en el tratamiento de resfriados y catarros de las vías respiratorias superiores; y como complemento en el tratamiento de enfermedades obstructivas crónicas de las vías respiratorias como bronquitis y asma bronquial. En uso externo se considera adecuado en el tratamiento de síntomas dolorosos del aparato locomotor (Suarez, 2007).

En la medicina tradicional se obtiene de los eucaliptos aceites esenciales, los cuales se obtienen de forma tradicional para adquirir una gran cantidad de eucaliptol, ya que tiene acción antiséptica sobre las vías respiratorias y por la vía tópica se emplea en la preparación de pomadas balsámicas, cicatrizante y antisépticos, cabe resaltar que esto también ya se procesó por tiendas naturistas y farmacéuticas, lo que ha llevado a su obtención de manera más tecnificada, aunque se sigue conservando métodos tradicionales (CONAFOR, 2013).

La cultura de la gestante incluye la realización de prácticas empíricas para el cuidado de su salud, como infusiones, sahumeros, cataplasmas, baños, baños de asiento, gotas, cápsulas, cremas, solas o en mezcla, dispuestos en supermercados, expendio de hierbas y tiendas naturistas. Las mujeres usan las hierbas medicinales por recomendación de la madre, por iniciativa propia, sugerencia de familiares, de médicos, amigos o de otras personas, como chamanes, curanderos, parteras, hierbateros y no informan de su uso al médico (Pulido A., Vasquez, & Villamizar, 2012).

En regiones de Colombia se utilizan para curar afecciones respiratorias como asma, bronquitis, rinitis, faringitis, amigdalitis, traqueítis, gripe, resfriados y afecciones urogenitales como vaginitis, cistitis. Diabetes tipo II. Dermatitis candidiásica y bacteriano (Hernandez R. & et. al., 2006).

A las hojas se atribuyen propiedades anticatarrales, antiasmáticas, descongestivas, balsámicas y expectorantes. También se considera antiinflamatoria del aparato respiratorio y digestivo, aunque resulta tóxico a dosis elevadas, pudiendo dar lugar a síntomas digestivos, respiratorios y del riñón. Otras propiedades comúnmente atribuidas incluyen la capacidad antiséptica, antibiótica, antidiabética, antivírica, antiespasmódica, antirreumática, diaforética y antitérmica. El eucalipto es uno de los recursos botánicos más empleados en el tratamiento de afecciones respiratorias (Andrade, 2009).

Un documento elaborado por la Universidad de Maryland recomienda preparar té de hojas de eucalipto para ayudar a curar el dolor de garganta y la congestión. Utiliza



un máximo de ½ cucharadita por taza de té y deja reposar durante 10 minutos antes de colarlo. Con un colador separa las hojas del líquido (Jann Seal, 2017).

La infusión de las hojas adultas de esta planta se emplea en afecciones respiratorias de diversa índole: bronquitis, asma, faringitis, amigdalitis, gripes y resfriados; también para el control de la diabetes, cistitis y vaginitis (en forma oral o duchas locales), y dermatitis de cualquier origen. En los casos de males respiratorios es común utilizar esta planta en forma de “vahos” (vaporizaciones). Tiene propiedades hipoglucemiantes, además de capacidad inhibitoria de gérmenes patógenos, lo cual justifica su uso como antiséptico de las vías respiratorias y urinarias (MHT, 2016).

Uso interno: afecciones de vías respiratorias altas tales como catarro, resfrío, faringitis o inflamación de amígdalas, bronquitis, gripe y asma; diabetes mellitus no insulino requirente (tipo II). La infusión se prepara con 1 cucharada del vegetal para 1 litro de agua recién hervida; beber 1 taza 3 veces en el día. En enfermedades respiratorias se puede endulzar con miel. Para vahos (inhalaciones) preparar una decocción o cocimiento: 1 cucharada del vegetal para 1 litro de agua, calentar hasta la ebullición y luego inhalar varias veces mientras el vapor se desprende.

Uso externo: rinitis, cistitis, vaginitis. La misma infusión para uso externo en lavados.

Efectos: antiséptico, expectorante, febrífugo, hipoglicemiante.

### **Productos de Patente producidos del *Eucalyptus***

La especie de *Eucalyptus globulus* se utiliza para la fabricación de productos químicos, especialmente relacionados con la industria farmacéutica, esto se debe a la obtención de su aceite que se usa para fabricar productos de limpieza, desinfectantes, antivirales o anticongestionantes como son jarabes, pastillas o caramelos (Alejandro, 2018).

En el año de 1874 cuando el eucalipto se empezaba a introducir en México el Doctor De Bellina afirmaba que el eucalipto tiene una acción antiséptica que reside principalmente en el bálsamo de sus hojas, teniendo un efecto directo sobre el organismo como medicamento. El informe del Consejo Superior de Salubridad recomendaba el uso de las distintas preparaciones en los hospitales, ya que la esencia servía para sanar la bronquitis subaguda, la laringitis catarral, la tisis de marcha lenta, las pulmonías crónicas y las gangrenas pulmonares. El polvo echo a partir del extracto alcohólico de las hojas eran recomendadas para los enfermos debilitados y también en caso de fiebres intermitentes, asegurando un gran éxito, por otro lado, los cigarros balsámicos eran recomendados para combatir las toses espasmicas y el enfisema (Hinke, 2000).

Las especies de *Eucalyptus* no sólo proporcionan biomasa, sino que producen aceites esenciales utilizados en farmacia, perfumería e industria (Brooker & Kleining, 2006). Las hojas de *Eucalyptus* son ricas en aceites esenciales, que se pueden obtener por destilación por arrastre con vapor, las especies importantes en ese sentido son: *E. citriodora* “gomero con olor a limón”; *E. globulus* Labill “eucalipto azul de Tasmania”; *E. polybractea* R.T. Baker, “mallee de hojas azules” y *E. camaldulensis* Dehnh “eucalipto rojo”. El aceite esencial de *E. citriodora* es uno de los principales en términos de volumen extraído a nivel mundial (Abdo, 2019).

El aceite esencial de eucalipto ha sido considerado como GRAS (Generally recognized as safe) por autoridades de EE.UU, en la categoría de Alimentos y Medicamentos y clasificado como no tóxico. Incluso el Consejo de la Unión Europea ha aprobado el uso de aceite de eucalipto como aromatizante en alimentos y caramelos ( $\leq 5$  mg/kg). Los aceites extraídos de las diferentes especies de *Eucalyptus* poseen entre sus componentes principales 1,8-cineol, eucamalol, citronelal,  $\alpha$ -pineno,  $p$ -cimeno y  $\gamma$ -terpineno, entre otros (Consejo de Europa, 1992).

En Argentina de la especie *E. globulus*, sus hojas producen aceites esenciales que destilados se destinan a las industrias químico-farmacéuticas y de confitería. En medicina popular se utilizan las hojas en infusión y vapores. Las hojas son

anticatarrales, balsámicas y expectorantes. Tiene poder antiséptico, además de febrífugo. Por su poder antiséptico y su agradable aroma se usa en multitud de preparados medicinales para combatir los resfriados (Russo, 2013).

El eucalipto es un eficaz repelente de insectos. Aunque en el mercado existen productos que llevan a cabo esta acción, el eucalipto sigue siendo el favorito de muchos, pues se trata de una alternativa natural para alejar insectos y salvarnos de sus picaduras. Para hacer uso del eucalipto como repelente es mejor hacerlo como aceite esencial y aplicar directo en el cuerpo. Es eficaz para mantener alejados mosquitos, garrapatas e incluso ácaros, y además es noble con la piel sensible (Andrade, 2009).

## **Plantaciones**

La situación actual de las plantaciones forestales comerciales en el mundo, alcanzado aproximadamente 187 millones de hectáreas, representando el 4.8% del total de la superficie forestal mundial, concentrándose en 10 países. Las especies que más se plantan a nivel mundial, el género *Pinus* ocupa el mayor porcentaje con poco más del 20%, el género *Eucalyptus* le sigue con un 10%, *Hevea* con el 5%, *Acacia* con 4%, *Tectona* con 3%, otras latifoliadas ocupan un 18% y otras coníferas del género *Pinus* ocupa un 11% (CONAFOR, 2013).

El género *Eucalyptus* es el más importante para plantaciones, de las especies que destacan por su alta producción: *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. globulus*, *E. urophylla*, *E. viminalis*, *E. saligna*, *E. deglupta*, *E. exserta*, *E. citriodora*, *E. paniculata*, *E. bicostata*, *E. nitens*, *E. botryoides*, *E. ovata* y *E. leucoxylon* y *E. robusta*. De éstas, las cuatro primeras son las más importantes a nivel mundial. En la región Asia y Pacífico, algunos países ubican a *E. camaldulensis* como la mejor especie, seguida por los híbridos *E. urophylla-E. grandis*, y *E. pellita-E. deglupta*, *E. globulus-E. grandis* (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

Debido a su que el género es de rápido crecimiento, los ciclos de aprovechamiento del eucalipto pueden ser en promedio de 5 a 10 años. Mientras que la productividad en las plantaciones tropicales se ha llegado a obtener incluso crecimientos superiores a los 100 m<sup>3</sup> cúbicos por ha y por año (SEMARNAP, 1998).

Las especies a utilizar en una plantación forestal comercial debe ser acorde con las características agroecológicas del área a plantar y con los productos que se espera obtener. Las principales especies utilizadas en zonas de clima templado son los pinos y para climas tropicales figuran las especies de eucalipto, teca, melina, caoba, cedro y paraíso Cuadro 16, de los que se obtiene productos celulósicos, madera aserrada, tableros contrachapados, tableros aglomerados y árboles de navidad (Ruiz & Rivero, 2006).

**Cuadro 16.** Productos a obtener y especies usualmente utilizadas en clima cálido–húmedo

| OBJETIVO/PRODUCTO    | NOMBRE CIENTIFICO            | NOMBRE COMUN | TURNO      |
|----------------------|------------------------------|--------------|------------|
| Celulósicos          | <i>Eucalyptus grandis</i>    | Eucalipto    | 7-10 años  |
|                      | <i>Eucalyptus urophylla</i>  | Eucalipto    | 7-10 años  |
|                      | <i>Eucalyptus globulus</i>   | Eucalipto    | 7-10 años  |
|                      | <i>Gmelina arborea</i>       | Melina       | 8-10 años  |
|                      | <i>Melina azedarach</i>      | Paraíso      | 8-10 años  |
|                      | <i>Pinus caribaea</i>        | Pino caribe  | 10-12 años |
|                      | <i>Pinus caribaea</i>        | Pino caribe  | 15-20 años |
| Madera aserrada      | <i>Tectona grandis</i>       | Teca         | 15-20 años |
|                      | <i>Cedrela odorata</i>       | Cedro rojo   | 20-25 años |
|                      | <i>Swietenia macrophylla</i> | Caoba        | 20-25 años |
| Tableros aglomerados | <i>Tabebuia rosea</i>        | Primavera    | 20-25 años |
|                      | <i>Eucalyptus spp</i>        | Eucalipto    | 10-12 años |
|                      | <i>Pinus caribaea</i>        | Pino caribe  | 20-25 años |

Las más grandes plantaciones de latifoliadas, principalmente de eucalipto realizadas en el mundo con especies de rápido crecimiento son en Brasil con 700 000 ha en Argentina, Chile y el Pacífico con 750 000 ha y Sudafrica. De las cuales el 25 % de las plantaciones son especies de coníferas, principalmente *A. angustifolia*, *P. patula* y *P. radiata*, mientras que de las especies latifoliadas de *Eucalyptus* se tiene 1.3 millones de hectáreas y de *Tectona grandis* un millón de hectáreas Cuadro 17 (Ruiz & Rivero, 2006).

**Cuadro 17.** Productos a obtener y especies usualmente utilizadas en clima templado–frío

| OBJETIVO/PRODUCTO       | NOMBRE CIENTIFICO          | NOMBRE COMUN  | TURNO      |
|-------------------------|----------------------------|---------------|------------|
| Celulósicos             | <i>Eucalyptus spp</i>      | Eucalipto     | 10-12 años |
|                         | <i>Eucalyptus globulus</i> | Eucalipto     | 10-12 años |
|                         | <i>Pinus spp</i>           | Pino          | 12-15 años |
| Madera Aserrada         | <i>Pinus spp</i>           | Pino          | 20-25 años |
| Tableros contrachapados | <i>Pinus spp</i>           | Pino          | 30-35 años |
| Tableros aglomerados    | <i>Eucalyptus spp</i>      | Eucalipto     | 10-15 años |
|                         | <i>Cedrela sp</i>          | Cedrela       | 3-4 años   |
|                         | <i>Chamaecyparis sp</i>    | Chamaecyparis | 3-4 años   |
| Árboles de navidad      | <i>Pinus ayacahuite</i>    | Pino          | 5-6 años   |
|                         | <i>Pinus cembroides</i>    | Pino          | 5-8 años   |
|                         | <i>Pinus radiata</i>       | Pino          | 5-6 años   |
|                         | <i>Abies religiosa</i>     | Oyamel        | 7-10 años  |

En México las Plantaciones Forestales Comerciales de diversas especies a nivel nacional alcanzan aproximadamente 117,479 hectáreas, de las cuales las especies maderables representan un 85.2% distribuidas principalmente en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche, siendo el eucalipto y el cedro rojo las especies más plantadas y el resto de la superficie corresponde a especies no maderables. Como podemos apreciar en el Cuadro 18 se muestran tan solo lo géneros de *Eucalyptus* y *Pinus* con *Cedrela odorata* suman una superficie de 55,748 hectáreas del total maderable de 100,131 hectáreas a nivel nacional, se puede apreciar que el género *Eucalyptus* es el que cuenta con la mayor superficie plantada de 21,168 hectáreas, siendo *E. urophylla* y *E. grandis* las especies que más se utilizan, seguido por la especie de *Cedrela odorata* con 20,705 hectáreas, posteriormente le siguen diversas especies de *Pinus* con 13,566 hectáreas, la *Gmelina arborea* con 10,830 hectáreas, la *Tectona grandis* con 9,024 hectáreas, *Swietenia macrophylla* con 6,328 hectáreas y *Hevea brasiliensis* con 2,892 hectáreas, el resto de las especies cubren la superficie de 15,617 hectáreas (CONAFOR, 2013).

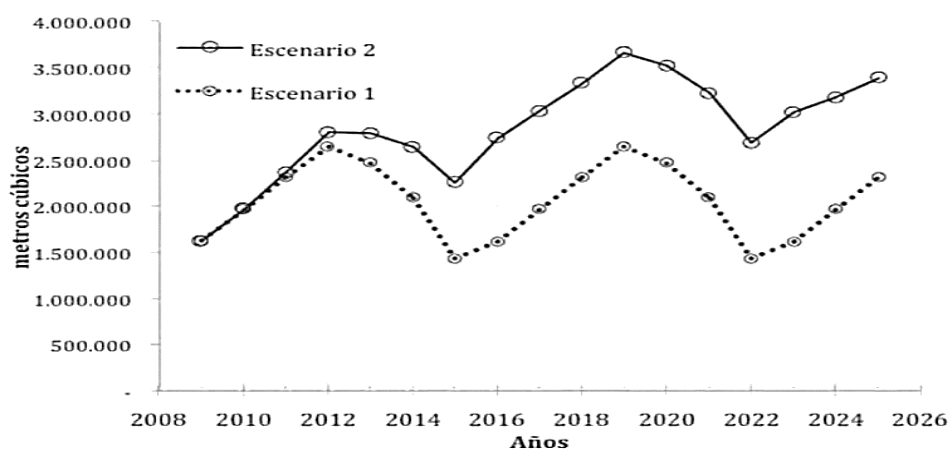
**Cuadro 18.** Superficie con los principales géneros y especies maderables

| Especie                      | Superficie (Ha) | (%)  |
|------------------------------|-----------------|------|
| <i>Eucalyptus</i>            | 21,167.8        | 21.1 |
| <i>Cedrela odorata</i>       | 20,705.0        | 20.7 |
| <i>Pinus</i>                 | 13,566.2        | 13.5 |
| <i>Gmelina arborea</i>       | 10,830.1        | 10.8 |
| <i>Tectona grandis</i>       | 9,024.5         | 9.0  |
| <i>Swietenia macrophylla</i> | 6,328.4         | 6.3  |
| Otras                        | 15,617.0        | 15.6 |
| Total                        | 100,131.1       | 100  |

Se llevaron a cabo estimaciones de un inventario maderable con dos escenarios posibles en donde se pueden utilizar las proyecciones promedio y los datos de superficies plantadas como se muestra en la Figura 15 (CONAFOR, 2013):

Escenario 1: A partir del 2009 la superficie plantada a la fecha se mantiene constante (es decir no se adicionan nuevas plantaciones ni se pierde la superficie apoyada) y se replantan con las mismas especies y la misma silvicultura.

Escenario 2: A partir del 2009 la superficie plantada aumenta de forma decreciente siendo 2009 la superficie promedio de los años anteriores y decreciendo en un décimo de la tasa hasta volverse cero.



**Figura 15.** Proyecciones de *Eucalyptus* bajo los escenarios 1 y 2.

Las plantaciones de eucaliptos suelen ser muy exitosas debido a que al ser introducidos a nuevos hábitats no tienen una historia natural y por tanto no tienen enemigos locales; en contraste las especies nativas tienen serios problemas cuando se manejan en plantaciones como monocultivos o como ecosistemas simples, ya que sus interaccionantes suelen convertirse en plagas por simplificación de relaciones ecológicas, al aumentar la disponibilidad de alimento y por la eliminación de barreras naturales y reguladores de la población (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

Las plantaciones de especies introducidas pueden volverse vulnerables cuando son afectadas por sus enemigos naturales, como es el caso de *Gonipterus* en África y *Phoracantha* en la zona del Mediterráneo, donde las consecuencias han sido desastrosas, porque estas plagas suelen ser devastadoras una vez introducidas, especialmente sin sus controles naturales de los hábitats originales (Beadle, 1962). Algunas especies de eucaliptos (*E. deglupta*, *E. grandis*, *E. urophylla* e híbridos de los dos últimos) se han sembrado extensamente, pero son vulnerables a las polillas, como las que atacan a la caoba, que destruyen los puntos de crecimiento cada árbol (Granados-Sánchez & López-Río, 2007).

Se han obtenido resultados espectaculares plantando eucaliptos para producir madera para la industria, sobre todo la papelera, pero para el bienestar de la población humana probablemente sea más importante producir leña y madera para construcciones sencillas. Es importante señalar que en todo el mundo hay una tendencia que se opone a que se sigan plantando eucaliptos. La objeción es la misma que se hace para las demás especies exóticas en muchos países; en algunos casos la objeción es fundada. En los países donde son exóticos, los eucaliptos no dan sustento a la fauna indígena, y no debieran plantarse si el principal objetivo es conservar la vegetación natural y la fauna (Penfold & Willis, 1961).

Los eucaliptos han hecho un gran aporte a la producción mundial de leña y a las plantaciones decorativas. Su importancia es mayor en las regiones cálido-templadas y tropicales del mundo, sobre todo en las zonas sujetas a períodos de escasez de agua, y seguirán ocupando un lugar muy importante en el futuro. En todo

el mundo aumentará la información sobre el rendimiento de las especies y procedencias. Paralelamente habrá novedades en los programas de mejora genética y modificaciones en las técnicas silvícolas aplicables a los eucaliptos. Todo ello implicará un mejor manejo de las especies incluyendo el planteamiento de imprevistos (Jacobs M. , 1979).

### **Protección de Suelos**

El eucalipto protege los suelos contra procesos erosivos aumentando la tasa de infiltración de las aguas pluviales. También se han observado efectos benéficos sobre las propiedades del suelo como la estructura, la capacidad de almacenamiento de agua, el drenaje y la aireación (Conselho de Informacoes sobre Biotecnologia, 2008).

En cuanto a la composición química de los suelos, la remoción de nutrientes por cultivos tiende a ser mayor que aquella realizada por eucaliptos y plantaciones. No existe evidencia clara que el eucalipto compita más por nutrientes que otras especies ni tampoco se encontró suelos más agotados bajo los eucaliptos que bajo otras especies forestales. Es más, después de 3 ciclos de cosecha de esta especie, mejora la fertilidad debido al manejo implementado (Aracruz, sf). Si el manejo es adecuado, no se agotan los suelos más bien lo benefician para todos los nutrientes menos N (la solución podría ser mayor aplicación del nutriente) (Gúzman, 2012).

En un área de Brasil, se observó que la pérdida de suelo por erosión por diversos usos agrícolas ubica con menor pérdida al bosque natural (0.1 T/ha/año), luego las plantaciones de eucalipto (0.8 T/ha/año) y después el cultivo de la caña de azúcar (1T/ha/año). También en una plantación de 8-10 años de *E. grandis* en Brasil, se observó que las características físicas, químicas y biológicas del suelo eran iguales que las de la sabana natural vecina. En este caso, no hubo presencia de efectos alelopáticos. En Taiwán, se presencié un aumento de la calidad de suelo durante cinco años en plantaciones con diversas especies de eucaliptos. En India, la especie de



eucalipto estudiada absorbió menos nutrientes que otras especies utilizadas como fuentes energéticas (Ceccon & Martinez-Ramos, 1999).

Los eucaliptos producen sustancias que desencadenan el proceso de la alelopatía, así como otras sustancias que repelen el agua. Los compuestos aleloquímicos<sup>4</sup> tienden a afectar más en regiones áridas donde los extractos no se disuelven o pierden por lixiviación (Lam, 2011).

No existe ninguna prueba de que algún árbol introducido o nativo degrade por sí mismo al ambiente, ya que esto depende más del manejo que se dé a las plantaciones. Un ejemplo teórico pero ilustrativo: supongamos que dos áreas contiguas con características ecológicas sensiblemente iguales son plantadas, una con una especie de pino nativa y la otra con una de eucalipto introducida; la primera se cosecha con tractores de oruga, para la corta y extracción, y la segunda con hacha o motosierra y cable aéreo. Como resultado, en la primera, la de la especie nativa, habrá compactación y peligro de erosión posterior; en la segunda, la de la especie introducida, esos riesgos serán mínimos. Así podría hablarse de otros aspectos de manejo o silvícolas que no son intrínsecos a las especies y que pueden aplicarse bien o mal, independientemente de ellas (Musalem, 2006).

El eucalipto es utilizado en España como repoblador de zonas forestales incendiadas, llegando a invadir espontáneamente dichas zonas (Pujade-Villar & Ribac-Flinch, 2004).

En México a finales de los 80's se decidió plantar *Eucalyptus globulus* para desinfectar el Valle de México por ciertas enfermedades que se empezaban a presentar por esos años, esperando lograr la transformación lugares pantanosos donde había agua estancada y descomposición de materiales tanto de origen vegetal como animal generando malos olores. El doctor De Bellina afirmaba que sus raíces perpendiculares y fuertes que absorben en grado superior el agua y que perforan profundo el suelo hacían desaparecer el exceso de humedad y fomentaban la filtración de aire y agua en la tierra y la cantidad prodigiosa e incomparable de sus hojas que

esparcen en la atmosfera cantidades enormes de vapores acuoso, oxígeno y efluvios purificaban balsámico el aire (Hinke, 2000).

Otro uso que se le da al eucalipto es como barrera viva para el control de la erosión, la conservación de suelos y estabilización de taludes, al igual que combustible y como especie mejoradora del suelo (CONAFOR, 2013).

Los eucaliptos han sido planteados para ser utilizados en plantaciones forestales que continuamente están sujetas a inundaciones o que se encuentran muy cerca de lugares con agua, por lo que se recomienda seleccionar especies tolerantes a inundaciones; en este caso la especie de *Eucalyptus robusta* ha prosperado a lo largo de ríos donde las inundaciones ocurren regularmente (Evans , 1982).

En 1857 cuando el eucalipto fue introducido a Argentina uno de los fines para esta especie fue el utilizarla para cortinas rompevientos en áreas agrícolas, debido a que había grandes extensiones de suelo descubiertas, lo que llegaba a provocar la erosión del suelo y estas cortinas rompevientos servían de igual manera a la protección de viviendas, con el paso de los años se empezó a disminuir la erosión de suelos que se presentaba en ciertas zonas agrícolas de Argentina (INTA & SAGyP, 1995).

### **Otros Usos**

La leña de la mayoría de los eucaliptos genera madera que se quema bien si está secada al aire y deja poca ceniza. No hay mayores diferencias entre las especies que componen la mayor parte de las plantaciones del mundo (CONAFOR, 2013).

El carbón vegetal es una fuente útil de carbón reactivo de elevada pureza para la metalurgia y la industria química, usos para los cuales la madera misma no sería apta. Por lo tanto, mientras debería preferirse siempre quemar madera seca de eucalipto en hornos domésticos adecuados y pequeñas calderas industriales, en ciertas circunstancias existen suficientes ventajas a favor del carbón vegetal que le aseguran un continuo mercado (CONAFOR, 2013).

El carbón vegetal puede ser usado como combustible en la forma de productos de gas (gasógeno) para motores de combustión interna. En algunos países fue usado en esta forma durante la segunda guerra mundial y a medida que se agrava la escasez de combustible líquido, puede renovarse su empleo. Aparte de sus usos como combustible, el carbón vegetal es una importante materia prima química industrial y los países industrializados lo importan regularmente. El mercado especializado en asados, o barbacoa, en los países desarrollados puede ser también atendido por carbón vegetal importado (Ruiz & Rivero, 2006).

Un estudio realizado en Ecuador por (Trujillo, 2015), donde se hizo harina de *Eucalyptus citriodora* para incluirlos en las dietas de pollo para engorda. Se recolectó y seleccionó el follaje de eucalipto aromático, se disecó las hojas bajo sombra durante 30 días a temperatura ambiente de 20 a 26 °C. Cuando estuvieron completamente disecadas se las trituró en un molino de martillos y posteriormente se las molió en uno de piedra con lo cual se obtuvo la harina de eucalipto (*E. citriodora*).

En la fase inicial (0 – 14 días) la inclusión de la harina de eucalipto en dosis de 0.3% (T3) presentó las mayores medias en la ganancia de peso con 433.78 g/ave. En la fase de crecimiento (15 – 35 días) la inclusión de harina de eucalipto al 0.1% (T1) alcanzó una ganancia de peso de 1339.86 g/ave siendo esta la mayor media. En la fase de engorde la inclusión de harina de eucalipto al 0.2% (T2) presentó la mayor media en la variable ganancia de peso de 1131.83 g/ave.

En Australia la mayor parte de la miel consumida es de eucalipto, que es también un producto de exportación útil para Australia. Es interesante observar que las abejas que recogen la miel de eucalipto en Australia son abejas europeas, principalmente italianas. Estas abejas se han aclimatado completamente al ambiente de Australia y, aparte de cosechar la miel, son probablemente el principal agente polinizador de las flores del eucalipto (FAO, 1981).

Los eucaliptos no son muy usados para fines alimenticios no medicinales, excepto después de la conversión en miel por las abejas. Un empleo interesante es la preparación del licor «Eucalittino» de los monjes Trapistas de la basílica Tre Fontane,

cerca de Roma, lugar del supuesto martirio de San Pablo. Este licor ha sido preparado y vendido durante más de 100 años en Tre Fontane (Jacobs M. , 1970).

Para la obtención de tanino, la única especie que ha sido empleada en Australia para la producción de tanino ha sido *E. astringens*, cuya corteza es lo suficientemente rica en tanino como para justificar su exportación en estado bruto; *E. wandoo* y *E. accedens*, de los cuales se emplea tanto la madera como la corteza, son la base de una industria de extracción de tanino en Australia Occidental; y *E. diversicolor*, cuya corteza es a menudo objeto de extracción industrial (FAO, 1981).

Otro uso que se le da al eucalipto es en la gastronomía que menciona (Jann Seal, 2017), que son específicos de ciertas regiones, lo que hace que estos usos no sean reconocidos en otras regiones:

- En Portugal, es una práctica común entre los pescadores cocinar sus capturas en un fuego de carbón después de colocar un ramo de hojas de enebro en el interior de la cavidad limpia de los peces. Cerca del final del tiempo de cocción, una hoja de eucalipto sumergida en agua de mar sobre las brasas le da un rico sabor ahumado a la presa fresca. Prueba esto en casa cuando estés asando pescado, carne o verduras para dar el sabor ahumado único del eucalipto.
- El chef español Michael Bras utiliza la hoja de eucalipto para crear una infusión que se utiliza en una celebración primaveral de frutas y verduras. El chef ejecutivo Jason Fox, del restaurante de la Commonwealth en San Francisco utiliza hojas de eucalipto al vapor con crema caliente para su puré de patata y eucalipto. La mantequilla infundida de eucalipto es otra exótica adición a las patatas.
- Con el eucalipto combinado con fruta de verano, consigues una eficaz gelatina de hierbas. Se usa para enfermedades respiratorias y ayuda a disminuir los síntomas del resfriado. La gelatina se puede almacenar durante un máximo de un año en un frasco sellado y en un lugar fresco y oscuro. Después de que se abra, se guarda en el refrigerador.

- Una hoja de eucalipto sumergida en agua de mar y colocada sobre las brasas le da un rico sabor ahumado al pescado fresco. exquisita salsa de frutos rojos y eucalipto. ideal para infusiones.

Las fuertes sequías o inundaciones reducen en los campos ganaderos la oferta de forraje de manera significativa. En este trabajo realizado por el INTA Bordenave, se evaluó el empleo de ramas de eucalipto frescas (*Eucalyptus viminalis*), recién cortadas de la planta, lo cual representa un recurso disponible en la mayoría de los establecimientos, junto con un concentrado (energético-proteico) compuesto por grano de maíz y harina de girasol pelleteada (Bordenave, 2008).

## 6 CONCLUSIONES

De acuerdo con la revisión de literatura que se realizó, se pueden derivar las siguientes conclusiones:

Las especies que se han descubierto y de las que se tiene registro del género *Eucalyptus* deben ser consideradas como una alternativa aún no valorada en toda su dimensión, por su gran adaptación genética y ecológica que les da ventajas con relación a su adaptación a ambientes marginales, suelos pobres, sitios con alta insolación y poca disponibilidad de agua, aunado a su particular resistencia a plagas y enfermedades por carecer de enemigos naturales.

Dada la capacidad de colonizar la tierra sin protección de vegetación, los eucaliptos son de vital importancia para recuperar áreas degradadas ya sea por efectos naturales o causados por el hombre.

Los eucaliptos son arboles dóciles, ya que tiene las características que algunos científicos han soñado desarrollar, pero como la naturaleza le presenta este súper-organismo, ahora el hombre siente recelo y miedo al no saber cómo manejar sus poblaciones, lo que ha ocasionado prejuicios y mitos alrededor de ello.

Los eucaliptos pueden arrojar muchos beneficios con rapidez, a pesar de ello, no se puede acusar a los eucaliptos de ser perennemente "dañinos" o peculiarmente diferentes de otras clases de árboles de crecimiento rápido sujetas a las mismas condiciones de ordenación.

**“Los eucaliptos son originarios de Australia y habitan en las regiones donde la Tierra ha negado sus dones”**

## 7 LITERATURA CITADA

- Abdo, B. M. (2019). Physico-Chemical Profile and Antioxidant Activities of *Eucalyptus globulus* Labill and *Eucalyptus citriodora* Essential Oils in Ethiopia. Medicinal & Aromatic Plants, 4.
- Alejandro. (Febrero de 2018). Maderame. Obtenido de La Madera de Eucalipto: Características y principales usos: <https://maderame.com/enciclopedia-madera/eucalipto/>
- Andrade, C. (2009). Ethnobotanical study of the medicinal plants from Tlanchinol, . 306 - 309.
- Ashton, D., & Willis, E. (1982). Antagonisms in the regeneration of *Eucalyptus regnans* in the mature forest. Newman, E.I. The plant community as a working mechanism, 113-120.
- Asociacion de Silvicultura Agricola, d. N. (2003). Farm Forestry New Zealand. Obtenido de Pests and Diseases of Forestry in New Zeland: <https://www.nzffa.org.nz/farm-forestry-model/the-essentials/forest-health-pests-and-diseases/Pests/>
- Attwill, P. (1972). On the cycling of elements in mature *Eucalyptus obliqua* forest. Forestry and Timber Bureau, 39-46.
- Aytar, F. (2006). Natural History, Distribution and Hosts of *Eucalyptus* gall wasps in Turkey. Izmir, Turkey: VIII th European Congress of Entomology.
- Bain, J. (1977). *Rhichnopeltella eucalypti* Gahan (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eulophidae), Chalcid de goma azul. Servicio Forestal de Nueva Zelanda, Insectos forestales y madereros en Nueva Zelanda No. 15.
- Beadle, N. (1962). An alternative hypothesis to account for gener-ally low phosphate content of Australian soils. Australian Journal of Agricultural Research 13(3), 434-42.

- Bernhard-Reversat, F. (1988). La Production de Litiere E-T Sa Descomposition en Plantation D'*Eucalyptus* Sur Sol Sableux (Congo). Institut Francais de Recherche Scientifique Pour Le Developpement en Cooperation, 10.
- BIOFOR. (2002). Sustainable Forestry, Wood Products & Biotechnology.
- Bordenave, I. (2008). Engorde a corral con ramas de eucaliptos. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave .
- Briones, M., & Ineson, I. (1996). Decomposition of *Eucalyptus* leaves in litter mixtures. *Soil Biol*, 1381-1388.
- Briseño, M. A. (2002). El mundo forestal global: Un balcón para mirar a México globalmente. En G. A. Ángel-Mobarak, La Comisión Nacional Forestal en la historia y el futuro de la política forestal en México (pág. 349). México: Coleccion Coyuntura y Ensayo.
- Brooker, M. I., & Kleining, D. A. (2006). Field Guide to *Eucalyptus*. Vol.1. South-eastern Australia. Bloomings, Melbourne, 365.
- Campinhos , J. (1994). Sustainable management of plantation forest in the tropics and subtropics. In Readings in sustainable forest management. Food and Agriculture Organization (FAO), 45-54.
- Carrillo, A. (2002). Economía, política y salud pública en el México porfiriano (1876-1910). *História, Ciências, Saúde-Manguinhos* (9), 67-87.
- Ceccon, E., & Martinez-Ramos, M. (1999). Aspectos ambientales referentes al establecimiento de plantaciones de eucalipto de gran escala en áreas tropicales: aplicación al caso de México. *Interciencia* 24 (6): 352-359. *Interciencia* 24 (6), 352-359.
- Chen, C., Horng, F., & Chang, T. (1996). Study on the Growth of Three *Eucalyptus* Species in Eastern Taiwan. *Plant Biotechnology*, 233-238.



- Chudnoff, M. (1984). Maderas Tropicales del Mundo. Servicio Forestal del USDA, Ag. Manual No. 607.
- Cibrian, T. D. (1995). Insectos Forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo, 453.
- Cibrián, T. D. (2013). Manual para la Identificación y Manejo de Plagas en Plantaciones Forestales Comerciales. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 238.
- CIFOR. (2011). *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Ecology and silviculture in Vietnam, 26.
- Clark, A. (1938). Un estudio de las plagas de insectos de los eucaliptos en Nueva Zelanda. Revista de ciencia y tecnología de Nueva Zelanda 19, 750-761.
- Claudio, D., Rubio, S., & Sousa, F. (1995). Regeneration of an atlantic forest formation in the understorey of an *Eucalyptus grandis* plantation in south-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology 11, 147-152.
- Comisión Europea, & FAO. (2001). Información y Análisis para el Manejo Forestal Sostenible: Integrando Esfuerzos Nacionales e Internacionales en 13 Países Tropicales de América Latina. En Estado de la Información Forestal de Argentina (pág. 278). Santiago de Chile: Monografía de Países.
- CONACYT. (2014). Germoplasma en Plantaciones Forestales Establecidas en México. Fondo Sectorial para la Investigación, Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, 24.
- CONAF. (2003). Estadísticas de recursos forestales de bosques nativos y plantaciones en estadísticas de los. Corporación Nacional Forestal de.
- CONAFOR. (2013). Situación Actual y Perspectivas de las Plantaciones Forestales Comerciales en México.

- Consejo de Europa. (1992). Flavouring substances and natural sources of Aavourings I, 4th Edition. Chemically-De ned Flavouring Substances, 620.
- Conselho de Informacoes sobre Biotecnologia. (2008). Guia do Eucalipto: oportunidades para um desenvolvimento.
- Coutinho, T., & Roux, J. (2000). First report of bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* on eucalypts in South Africa. *Forest Pathology* 30(4), 205-210.
- Couto , L., & Betters, D. (1995). Short-rotation *Eucalypt* plantations in Brazil: social and environmental issues. Oak Ridge Nat. Laboratory. ORNL/TM-12846.
- Cozzo, D. (1976). Tecnología de la Forestación en Argentina y América Latina. En D. Cozzo, *Introducción en Tecnología de la Forestación en Argentina y América Latina*. (pág. 76). Hemisferio Sur.
- Dalla, T. (1993). Evaluación temprana de herbicidas y fertilizantes en plantación de *Eucalyptus grandis*. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Tomo VI.
- Daniel, O., & Couto, L. (1988). Sistemas agroflorestais com eucaliptos no Brasil: Urna visdo geral. *Sociedade de Investigações Florestais/UFV*, 49.
- Del Moral, R., & Cortes. (1971). Allelopathic potencial of the dominantvegetation of western. *Ecology* 52 (6), 1030-1038.
- Delgado, P. G. (2011). En *El Eucalipto, una herramienta para el desarrollo sostenible de la Tierras Altas de Etiopía* (pág. 45).
- Dellacassa, E. M. (1989). Antimicrobial activity of *Eucalyptus* essential oils. *Fitoterapia*, 60.
- Dyson, W. (1965). The justification of plantation in the tropics. Turrialba (Costa Rica), 135-139.
- Errejon, J. C. (2017). Forest policies in the state of San Luis Potosi in the Porfiriato. *Región y sociedad*, 30.

- Evans , J. (1982). *Plantation Forestry in the Tropics*. Clarendon, Oxford, 472.
- FAO. (1981). *El Eucalipto en la Repoblacion Forestal*. Roma: Coleccion FAO: Montes.
- FAO. (1988). *Especies Arbóreas y Arbustivas para las Zonas Aridas y Semiáridas de América Latina*. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales.
- FAO. (2002). *Bibliografía anotada sobre los efectos ambientales, sociales y económicos de los. Documentos de Trabajo: Plantaciones forestales*. Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, 50.
- Fernandez, M., Tapias, R., & Alesso, P. (2010). *Adaptación a la sequía y necesidades hídricas de *Eucalytus globulus* Labill. en Huelva*. Departamento de Ciencias Agroforestales, 31-41.
- Fierros, A. M. (2015). *Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales; A 15 años de su creación*. Comision Nacional Forestal, 198.
- Fortes, A. (1994). *Establecimiento de las Plantaciones Forestales Comerciales en México*. IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales, 302-303.
- Frey, E. (1908). *La utilidad de los bosques, estudio presentado a la Secretaría de Fomento en 1882*. Periódico Oficial del Estado de San Luis Potosi.
- Goncalves, R. (2008). *Etiología da mancha bacteriana do eucalipto no Brasil*. *Tropical Plant Pathology* 33(3), 180-188.
- Gonzalez, F. E., & Hanan, A. M. (2011). *Efectos de la sustitución de madera de mangle por eucalipto para la producción de tabaco en la llanura costera de Nayarit*. *Revista Fuente Año 3 No. 6*, 37-41.
- Gonzalez, M. (2015). *Psilido del *Eucalypto Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae)*. Colegio de Postgraduados Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, 16.

- Gonzalez, M. G. (2015). Psilido del *Eucalipto Glycaspis brimblecombe* Moore (Hemiptera: Psyllidae). Instituto de Fitosanidad. Programa de Entomología y Acarología. Estados inmaduros de los insectos., 16.
- Gonzalez, M., & Cinco, C. (1994). Paquete tecnológico de eucalipto para la producción comercial de leña en el Valle de Mexicali. IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Subsecretaria Forestal y de Fauna Silvestre-INIFAP, 296-301.
- Granados-Sánchez, D., & López-Río, G. (2007). Fitogeografía y Ecología del Género *Eucalyptus*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 156.
- Guerrero, M. T., Reed, C., & Vegter, B. (1999). El sector forestal de México: Del control limitado al renacimiento del laissez faire. En A. Comisión de Solidaridad y Defensa de los Derechos Humanos, & T. C. Estudios, La industria forestal y los recursos naturales en la Sierra Madre de Chihuahua: impactos sociales, económicos y ecológicos (págs. 19-45). Chihuahua y Texas.
- Gunn, B., & McDonald, M. (1991). Recolección de semillas de *Eucalyptus urophylla*. Recursos Genéticos Forestales No. 19.
- Gut, B. (2017). Árboles nativos e introducidos en patagonia. Árboles - Trees Patagonia, 416.
- Gúzman, A. H. (2012). El uso del Eucalipto en reforestaciones. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, 6.
- Hancock, J., & Hokanson, K. (2001). Invasiveness of transgenic vs. exotic plant species: how useful is the analogy? Proc 1st Int'l Symp on Ecological & Societal Aspects of Transgenic Plantations. Oregon State University, 187-192.
- Hernandez R., R. J., & et. al. (2006). El Eucalipto. *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Colombia: FNC-Cenicafé.

- Hernandez-Escamilla, J. (2019). Descripción General de las Plantas Damiana (*Turnera diffusa*), Mejorana (*Origanum majorana*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus* labill), Romero (*Rosmarinus officinalis*) y Ruda (*Ruta graveolans*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Universidad Autónoma De Coahuila Departamento de Investigación en Alimentos, 11-14.
- Hieber, C. (2000). Comportamiento de 10 especies de *Eucalyptus* en diferentes condiciones de sitio. San Lorenzo, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), 85.
- Hill, R. (1994). The history of selected australian taxa. In History of Australian Vegetation: Cretaceous to Recent . Cambridge University Press: Cambridge, 390-419.
- Hinke, N. (2000). La llegada del eucalipto a México. Revista de Cultura Científica, 60-62.
- INECC. (2007). Políticas de Mitigacion. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 34.
- INTA. (2004). Erosion y Sistema Radicular de Eucaliptos Adultos. Sitio Argentino de Produccion Animal.
- INTA, & SAGyP. (1995). Manual para Productores de Eucalipto de la Mesopotamia Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 171.
- Jacobs, M. (1970). El género *Eucalyptus* en la silvicultura mundial . Dirección de Walker-Ames, Seattle, Wáshington, College of Forest Resources, Universidad de Washington.
- Jacobs, M. (1979). *Eucalypts* for planting. FAO Forestry Series Núm. 11, 677.
- Jacobs, M. (1981). Eucaliptos para plantaciones. Serie Forestal de la FAO. No. 11.

- Jalota, R., & Sangha, K. (2000). Comparative ecological-economic analysis of growth performance of exotic *Eucalyptus tereticornis* and indigenous *Dalbergia sisso* in mono-culture plantations. *Ecological Economics* 3, 487-495.
- Jann Seal. (2017). Los usos culinarios de la hoja de eucalipto.
- Jiménez, J. (1983). ¿Debemos reforestar los bosques de pino con eucaliptos? *Revista de Cultura Científica*, 40-41.
- Labillardiere, J. (1806). *Novae Hollandiae Plantarum Specimen* volume 2. Ex Typographia Domine Huzard.
- Lam, A. (2011). *Eucalyptus: opportunity and risk from over the ocean. The effects of Eucalyptus spp. cultivation on Ethiopia compared to other commonly used species with the same function.* Bachelor of Science thesis.
- Lee, B. H. (2004). Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects . *J. Stored Prod*, 553-564.
- Lerayer, A. (2018). Eucalipto. Oportunidades para el desarrollo sostenible. *Consejo de Información sobre Biotecnología*, 34.
- Lima, W. (1993). Impacto ambiental do eucalipto. *Universidade de Sao Paulo*, 301.
- Lindenmayer, C. P. (2000). Cavity sizes and types in Australian eucalypts from wet and dry forest types—a simple of rule of thumb for estimating size and number of cavities. *Forest Ecology and Management*, 139-150.
- Macedo, R. (2011). Viabilidad de sistemas agrosilvopastoriles implantados con clones de Eucalipto en Brasil. *RevActaNova v.5 n.2 Cochabamba*.
- Maderero, F. (2015). La Historia del Eucalipto. Obtenido de Forestal Maderero desde la Semilla hasta el Usuario Final: <https://www.forestmaderero.com/articulos/item/la-historia-del-eucalipto.html>

- Majada, J., & Lopez, G. (2012). *Eucalyptus globulus* Labill. Producción y manejo de semillas y plantas forestales I, 462-491.
- Mangieri, H., & Dimitri, M. (1961). Los eucaliptos en la Silvicultura. ACME.
- Mendoza-Tovar, Y. (2008). Anatomía y Propiedades Físico-Mecánicas del *Eucalyptus torrelliana* F. Muell. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, 86.
- Meneses, F. (2016). Agallas en Especies de Eucalipto.
- MHT. (2016). Eucalipto / *Eucalyptus*. Medicamentos Herbarios Tradicionales. Ministerio de la Salud, 71-72.
- Mosqueda, M. (1988). Árboles útiles de la parte tropical de América del Norte. Comisión Forestal de América del Norte, 7-8.
- Movement, W. R. (2007). República del Congo: miles de hectáreas de tierras para eucaliptos, palma aceitera y minería. Obtenido de Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales: <https://wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin-wrm/seccion2/republica-del-congo-miles-de-hectareas-de-tierras-para-eucaliptos-palma-aceitera-y-mineria/>
- Munishi, P. (2007). The *Eucalyptus* controversy in Tanzania. Paper presented at TAF Annual General Meeting.
- Musalem, M. A. (2006). Silvicultura de Plantaciones Forestales Comerciales. Universidad Autónoma Chapingo, 217.
- Nair, K. (2007). Tropical Forest Insect Pests. Ecology, Impact, and Management. En K. F. Institute, Tropical Forest Insect Pests (pág. 404). India: Cambridge University Press.
- Neiker, T. (2009). La Enfermedad del Chancro en el Eucalipto. Confederación de Forestales del País Vasco, 4.

- Oros, D. (2008). Diversidad vegetal en el sotobosque de plantaciones comerciales de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, 64.
- Palladino, C., & Perez, G. (2016). Bacterial diseases on eucalypts. Current knowledge. Bosque (Valdivia) vol.37 no.3 .
- Penfold, A., & Willis, J. (1961). The *Eucalypts*; botany, cultivation, chemistry and utilization. Illus. World Crop Books, Leonard Hill Ltd, 551.
- Poore, M., & Fries, C. (1986). Les effects ecologiques des *Eucalyptus*. FAO, 59-60.
- Pujade-Villar, J., & Riba-Flinch, J. (2004). Dos especies australianas de eulófidos, muy dañinas para *Eucalyptus spp.*, introducidas en el nordeste ibérico (Hymenoptera: Eulophida). S.E.A., 299-301.
- Pulido A., G., Vasquez, P., & Villamizar, L. (2012). The use of herbal medicine among pregnant and lactating women attending a university hospital in Bogota, Colombia. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá, Colombia.
- Pyrke, A. F., & Kirkpatrick, J. B. (1994). Tasa de crecimiento y curvas de respuesta del área basal de cuatro Especies de eucalipto en el monte. Wellington, Tasmania. Journal of Vegetation Science 5, 13-24.
- Querejeta, M., & Cordovez, M. (1990). Mancha bacteriana en especies forestales causada por *Xanthomonas sp.* Protección de Plantas 13, 52-59.
- Rokich, D., & Bell, D. (1995). Light quality and intensity effects on the germination of species from the jarrah (*Eucalyptus marginata*) forest of Western Australia. Australian Journal of Botany 43, 69-79.
- Roychoudhury, N. (2013). Damage assessment of gall making insect species of eucalyptus and its management by pesticides. Tropical Forest Research Institute, 63.



- Ruiz, R., & Rivero, H. (2006). Importance of the Forests Plantations of *Eucalyptus*. Ra Ximhai, 815-846.
- Russo, S. (2013). Toxicidad, efecto antialimentario y repelente de metabolitos secundarios de *Eucalyptus globulus* (Labill) (Myrtaceae) sobre coleópteros de importancia agrícola. Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, 166.
- Schumann, A. (1990). A preliminary evaluation of thirty eight herbicides for utilisation in afforestation of eucalypt, pine and wattle in South Mica. ICFR Annual, 27-62.
- SEMARNAP. (1998). Ley Forestal y su Reglamento 1ª Edición. SEMARNAP, 168.
- SEMARNAT, & CONAFOR. (2013). Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México. Departamento de Madera Celulosa y Papel "Ing. Karl Augustin Grellmann", 132.
- Sepliarsky, F. (2006). Nuevos Usos Industriales de la Madera de *Eucalyptus globulus*. Eucalipto de Pontevedra. Grupo ENCE, 93-102.
- SINAVIMO. (2000). *Eucalyptus tereticornis*. Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas.
- Siqueira, J. (1994). Los monocultivos y la biodiversidad. In: Memoria de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, 442-450.
- Suarez, J. (2007). Más de 100 Plantas Medicinales en Medicina Popular Canaria. Las Palmas. Obra Social de La Caja de Canarias, 3.
- Tinkeu, L. (2004). Persistence of the insecticidal activity of five essential oils on the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motsch.). Comm. Agric. Appl. Sci. 69, 145-147.

- Trujillo, N. (2015). Utilización de Eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) como promotores de crecimiento en dietas para pollos de engorde. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, 101.
- Truman, R. (1974). Die-back of *Eucalyptus citriodora* caused by *Xanthomonas eucalypti* sp. . *Phytopathology* 64, 143-144.
- Vega, R., & Ortega. (2014). Ciencia y ambiente en la aclimatación del eucalipto en el Valle de México a través de la prensa, 1869-1880. *Historia y Sociedad*, 28.
- Velázquez-Martí, B., & Gaibor-Chavez, J. (2019). Eucalipto. Guía cultivos energéticos de Latinoamérica, 14.
- Victor, M. (2008). Eucalipto. Obtenido de <https://sites.google.com/site/reconociendomijardin/eucalipto>.
- Villegas, M., & Rivera, S. (2002). Revisión xilológica de las principales especies del género *Eucalyptus* L'Herit. cultivadas en Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 105.
- Webb, L. (1968). Environmental relationships of the structural types of Australian rain forest vegetation. *Ecology* 49, 296-311.
- Yang , Y. (2004). Ovicidal and adulticidal activity of *Eucalyptus globulus* leaf oil terpenoids against *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae). *J. Agric. Food Chem.* 52, 2507-2511.