



BIOLOGÍA REPRODUCTIVA PINO ROMERÓN

Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N. Page

Nixon Cueva Márquez Profesional Forestal Especialista
Enrique Trujillo Navarrete IF MSc.



COLEGIO INTEGRADO NACIONAL ORIENTE DE CALDAS
Noviembre de 2016



BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

PINO ROMERÓN

Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N.Page





Panorámica de bosque de pino romeron en el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

BIOLOGIA REPRODUCTIVA DEL PINO ROMERON *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N.Page

Rector: Luis Alfredo Ávila Torres

Vicerrectora: Claudia Milena Zuluaga

Reconocimiento especial: a los ex Rectores del IES CINOC Alfonso Ramírez Gómez y Gloria María Hoyos Giraldo, quienes apoyaron e impulsaron el proyecto desde su creación.

Agradecimientos a Diana Cristina Murillo Administradora del Centro de Transferencia de Tecnología CTT la Granja San José del IES CINOC y su equipo de trabajo.

Apoyo financiero: Ministerio de Educación Nacional
Centro de investigación y relación con el sector externo (CIRSE - IES CINOC)

Editor académico:
Nixon Cueva Márquez

Autores
Nixon Cueva Márquez Profesional forestal Especialista
Enrique Trujillo Navarrete IF MSc.

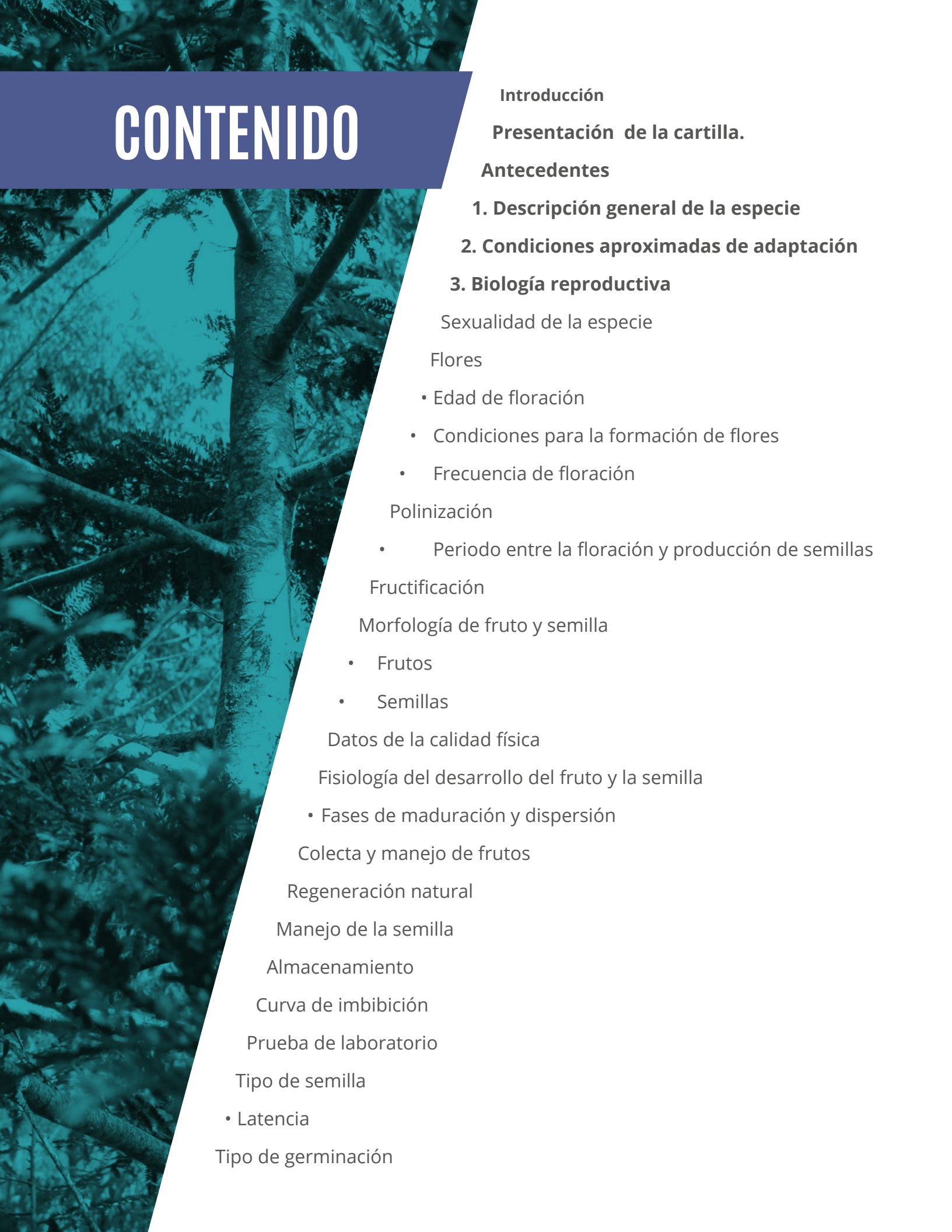
Fotografías:
Nixon Cueva Márquez
Enrique Trujillo Navarrete

Diagramación:
Ef Business Outsourcing Sas

Colaboradores Técnicos
Rafael Sierra Ríos IF. Geoambiente
Edwin Bello IF. Esp. El semillero SAS
Nicolás Bolívar Pasante IF. El semillero SAS

Carátula
Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N.Page





CONTENIDO

Introducción

Presentación de la cartilla.

Antecedentes

1. Descripción general de la especie

2. Condiciones aproximadas de adaptación

3. Biología reproductiva

Sexualidad de la especie

Flores

- Edad de floración
- Condiciones para la formación de flores
- Frecuencia de floración

Polinización

- Periodo entre la floración y producción de semillas

Fructificación

Morfología de fruto y semilla

- Frutos
- Semillas

Datos de la calidad física

Fisiología del desarrollo del fruto y la semilla

- Fases de maduración y dispersión

Colecta y manejo de frutos

Regeneración natural

Manejo de la semilla

Almacenamiento

Curva de imbibición

Prueba de laboratorio

Tipo de semilla

- Latencia

Tipo de germinación

3.1. Producción en vivero

- Manejo de la luz durante la germinación
- Sistemas de germinación

Sistemas de pre germinación

Tratamiento pre germinativo sin sustrato

Tratamiento de estratificación en turba y cisco

Tratamiento de estratificación en Aserrín:

Siembra de las semillas pre germinadas

Sistema tradicional

Proceso de desarrollo de la plantula

4. Genética y Fuentes semilleras

“La información de la genética de la fuente está en la semilla”

- Huerto semillero genéticamente comprobado:
- Huerto semillero no comprobado:
- Rodal semillero:
- Fuente seleccionada:
- Fuente identificada

Situación en Colombia

Fuentes semilleras de Pino Romerón

Programa de mejora genética

Arboles semilleros establecidos

Comercialización de semillas y marco normativo para la producción de semillas y viveros

Glosario.

Bibliografía.

Introducción

Sobre el Pino Romerón se han desarrollado diversas investigaciones vinculadas con la silvicultura y la propagación, sin embargo, dichas investigaciones se encuentran desarticuladas en varios reportes y publicaciones; además existen algunos ensayos formales que permiten determinar el manejo de la semilla y la producción en vivero. En la revisión de documentos, se identifican vacíos de conocimiento que serán abordados y demostrados con resultados en esta investigación, logrando así la unanimidad del conocimiento y divulgación de esta importante especie forestal, propia de los ecosistemas en zonas altas.

El CINOC busca fortalecer su liderazgo desde la academia, hacia sector forestal con la contribución de estudios sobre el Podocarpaceae, por ello el espíritu de esta cartilla permite dar a conocer una especie promisoría de esta familia botánica y aporta información valiosa sobre la biología reproductiva del Pino (*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N.Page).

En los últimos años, la institución ha consolidado esfuerzos y recursos para instaurar un laboratorio de semillas en el campus universitario desarrollando infraestructura física y equipamiento del espacio académico para lograr el desarrollo en los procesos de docencia, investigación y proyección social.

Este laboratorio reúne las características necesarias para la realización de pruebas físicas en lotes de semillas, además cumple con los estándares nacionales e internacionales, exigencias normativas y de calidad, brindando así veracidad en información de la semilla.

Una de las finalidades de este documento, es proporcionar información del componente de la semilla, desde el concepto de la biología floral y fuentes semilleras, incluyendo la colecta y procesamiento de frutos y semillas, análisis, control y calidad con los procedimientos y equipos básicos de trabajo que garantizan el rigor de los ensayos y la confiabilidad de los resultados, hasta terminar con una plántula de calidad entregada a un proyecto de reforestación. También busca mostrar de una manera sencilla y secuencial, el conocimiento a la fecha en el tema de la producción, incluyendo resultados de pruebas recientemente desarrolladas en el laboratorio del CINOC.

El resultado de este esfuerzo es un documento de consulta, que brinda mayor conocimiento de la especie y masificación de su uso como especie promisoría en proyectos de reforestación para los próximos años en zonas altas del país.

Presentación de la Cartilla

Este documento es un elemento de consulta que recopila información básica y necesaria en el tema de la biología reproductiva para la especie Pino Romerón.

La experiencia de la Institución en el conocimiento de la especie, data desde el año 1994, cuando gracias a los recursos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y en la ejecución del Proyecto INSEFOR (Investigación en semillas de especies forestales nativas), se estableció el primer ensayo a nivel de plantación pura de la especie en el Centro de Transferencias tecnológico la Granja, Pensilvania, Caldas, con la finalidad constituir el banco de germoplasma.

Después de esto, se consolidan otros componentes en la investigación para dar validez a la adaptación, desarrollo y crecimiento de la especie en las zonas comprendidas entre altitudes de 1990 y 2000msnm. Ya para el año 2010 se establece con la financiación de CONIF, un ensayo de progenie con procedencias de 4 sitios de Colombia para iniciar los programas de mejoramiento genético. A la fecha, en este último proyecto se ha iniciado el proceso de depuración de las progenies para dejar constituida una base seleccionada que permita iniciar con la certificación de la fuente tipo C, de acuerdo a la normatividad ICA. Los resultados permiten validar el esfuerzo emprendido por el Ministerio de Agricultura apoyado por las instituciones, entre las que se destaca CONIF, para continuar con las iniciativas referente a la investigación en el mejoramiento genético, gestión para el abastecimiento de semilla y por información y divulgación tecnológica de especies forestales con potencial para programas de reforestación comercial.

El documento tiene una presentación sencilla y didáctica, sin perder profundidad técnica. Incluye una revisión del conocimiento en la reproducción de la especie, y a la vez expone las necesidades de investigaciones faltantes y necesarias para lograr un conocimiento integral del tema.

Se registran las generalidades de la investigación en semilla de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N.Page, considerando las experiencias reconocidas para la especie Pino Romerón en el contexto ANDINO y en especial en Colombia.

Antecedentes

El Pino Romerón ha sido utilizado por diferentes organizaciones en programas de manejo ambiental, a la fecha poco en reforestación comercial. Los diferentes proyectos tanto nacionales como internacionales, ha logrado de forma exitosa la propagación de material con diferentes sistemas de producción vegetal, en general por la vía sexual (semilla), aunque hay reportes de sistemas de propagación clonal, esta práctica no ha sido utilizada en la producción regular de la especie. Pese a la experiencia práctica lograda, son muchos los vacíos de conocimiento que todavía persisten.

La investigación y el desarrollo de la propagación de la especie, ha sido abordada por algunas instituciones y empresas privadas relacionadas con la producción, se resaltan los trabajos realizados en semillas por Ceballos, F et al, 2.007 en Cenicafé, quienes sustentaron técnicamente parte de la información acá presentada. En esta nota se incluyen datos de ensayos complementarios como la curva de imbibición, resultados de calidad de la semilla en laboratorio, sistemas de pre germinación, y conceptos nuevos como la regeneración natural, y otros que aparecen a lo largo del documento.

Banco de Germoplasma de Pino Romerón
CTT la Granja IES CINOC

Las plantaciones existentes lucen prometedoras y la habilitan como una especie con potencial para la reforestación ambiental y comercial, el contexto general de desarrollo e investigación, se enmarca en los resultados de varias instituciones que han manejado la especie, y los logrados en el CINOC, especialmente en temas de biología reproductiva, manejo de la semilla, producción en vivero, establecimiento de fuente semillera y mejora genética, todo dentro de las políticas de desarrollo que tiene el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, cuyas orientaciones apuntan a agregar especies nativas con potencial reforestador, al desarrollo productivo del país en adición a los múltiples beneficios de tipo ambiental.



Descripción general de la especie

El Pino Romerón, pertenece a la clase Gimnosperma, orden de las Coniferales, división *Spermathophyta*, a nivel mundial se conocen varios géneros, la última denominación es *Retrophyllum* nombre con el cual se identifica hoy en día junto con la especie *rospigliossi*, sin embargo, cuenta con sinónimos como *Podocarpus rospigliossi* Pilger, *Decussocarpus rospigliosii* (Pilger) de Laubenfels y *Nageia rospigliosii* (Pilger) de Laubenfels. (Marín, A 1988).

Otros nombres comunes en Colombia, Pino de Pacho, Pino laso. CAR (2004).



Condiciones aproximadas de adaptación

La especie se adapta a varias condiciones ecológicas, sin embargo en las siguientes condiciones encuentra su mejor desarrollo. Cabe aclarar que en algunas ocasiones se localizan individuos bajo otras características de pisos térmicos.

- **Altitud:** 1400 a más de 3.300 msnm, Cueva N, et al (2013), (eventualmente se encuentran individuos en alturas diferentes). La distribución más representativa se ubica entre 1.400 a 2.400 msnm. Cueva N, et al (2013).
- **Clima:** Cueva N, et al (2013), reporta una temperatura media de 12 grados con mínima de 4 °C y máxima de 20°C; Trujillo, E (2013) el rango más favorable presenta una temperatura media de 10°C -19°C, lluvia anual: 1.500 a 2.500 mm, requiere constante humedad y nubosidad.
- Predomina en las formaciones: bosque muy húmedo montano Bajo bmh-MB, (CAR 2004), en general sin una estación está seca y bien determinada o prolongada. Tiene mayor preferencia por localidades con alta humedad relativa. (Marín, A. 1998).
- En su estado adulto es resistente a las heladas; la especie presenta poca resistencia a los vientos fuertes porque sus ramas son quebradizas.
- **Suelos:** Prefiere suelos profundos, bien drenados. No es exigente en fertilidad y humedad, se desarrolla mejor a orillas de los cerros y en las vegas de los ríos. Requiere suelos de texturas francas arcillo-arenosas y ácidos (pH>4.0). Soporta inundaciones temporales. Gómez R., M.L. 2010, señala que puede crecer en suelos arcillosos o arcillo arenoso de drenaje bueno a lento.
- **Topografía:** Pana, ondulada y escarpada, no tiene restricciones en pendientes fuertes, pero su crecimiento se limita.



Pendiente del 45%
(Granja CINOC
– Pensilvania
Caldas).

Modificación de
raíz, condición que
permite mantener
el soporte del
árbol frente al
volcamiento



- **Limitantes:** Es una especie de crecimiento lento durante los primeros años, cerca de los primeros 5 años. No crece adecuadamente en suelos pantanosos, de texturas muy pesadas, ni demasiado pobres. Es sensible a las sequías en cualquier etapa de su desarrollo. Trujillo, N 2013, Marín, A.1.998.

Biología reproductiva

Sexualidad de la especie

Es una especie Dioica por lo que se encuentra arboles individuales con flores masculinas comúnmente los técnicos denominan arboles machos y árboles individuales con flores femeninas que se conoce como arboles hembras, sin embargo bajo ciertas circunstancias y en especial ante la ausencia de individuos cercanos para su polinización la especie puede pasar a ser Dioica facultativa, (Cueva, N. 2016), vale decir que puede desarrollar en el mismo árbol flores masculinas en mayor cantidad y femeninas en menor cantidad como una respuesta de supervivencia. Para una mayor ilustración, en el mapa conceptual del anexo se muestra gráficamente las fases de biología floral de la especie.

Flores

Las flores masculinas presentan estróbilos políniferos solitarios o dispuestos en grupos de 3 en los ápices de los pedúnculos, Marín, A 1.998, su color varía de café a crema CAR (2004).



Flores masculinas en proceso de maduración de 10 semanas.



Flores masculinas (Microsporangios o sacos polínicos) maduros en proceso de dehiscencia



Aspecto general de la floración y flores masculinas en su fase terminal

Las flores femeninas son pequeñas y redondeadas, color verde grisáceo. Los conos femeninos se disponen en ramitas de 10-15 mm de largo, no tienen receptáculo y un solo óvulo sustentado por una bráctea oval que se desprende cuando completa la madurez (Pinto, P. 1.988)

Primordios de flores femeninas de 5 semanas.



Conos en procesos de maduración de 12 semanas



• Edad de la floración

Dado que se han desarrollado pocos estudios fenológicos sólidos, no está suficientemente documentada la edad de aparición en la floración o ni de los fenómenos de aparición de brotes, aparición de flores y su desarrollo hasta la dispersión de frutos y semillas.

En Pensilvania Caldas, se ha registrado el inicio de la floración en individuos plantados a los 9 años en el Centro de Transferencias CTT Granja del CINOC, ubicada en la vereda San José a 2000msnm Cueva, N. 2.016. En dicha localidad se han hecho registros fenológicos que indican que las flores masculinas aparecen primero, normalmente en los meses de septiembre a noviembre. La formación de frutos inicia en noviembre y en general dura 4 meses, sin embargo la maduración es variable. Cueva, N 2016.

• Condiciones para la formación de flores

Independiente a las condiciones ambientales y fisiológicas que se conjugan para que los árboles den inicio a la fase de floración, no hay información relevante para la especie. Se tienen importantes indicios del papel de la luz en la distribución del fenómeno a nivel de la copa.

Es claro que la planta depende de los estímulos de la radiación para el desarrollo de sus procesos de floración. En el caso de los árboles de Pino Romerón ubicados en la Granja del CINOC, a 2.000 msnm y temperatura de 18 °C, se ha evidenciado que la distribución de las flores se ubica en las zonas de la copa a nivel de la sección distal de las ramas donde el árbol recibe mayor radiación solar, este tema es común a la mayoría de las plantas, pero con excepciones, dado esto se confirma la clara tendencia del Pino Romerón a desarrollar una menor floración en las zonas sometidas a sombra.

Aunque el Pino Romerón es una especie del gremio forestal umbrófila, es decir que prefiere sombra parcial en su primer estado de desarrollo (antes de alcanzar los 5 años), para el caso de fuentes semilleras se recomienda que los árboles tengan espacios moderados de 6 a 13 m donde la copa del árbol este expuesta a mayor interceptación de luz favoreciendo el desarrollo de los primordios florales en las ramas del tercio distal.

Se ha observado en los árboles productores de semilla que una vez culmina el periodo de fructificación, presentan como la mayoría de especies, una leve pérdida de follaje a pesar de ser perennifolio, esta situación hace que se altere la masividad de producción de frutos en los próximos periodos por el proceso de recuperación de equilibrio energético en producción de ramas y hojas nuevas.

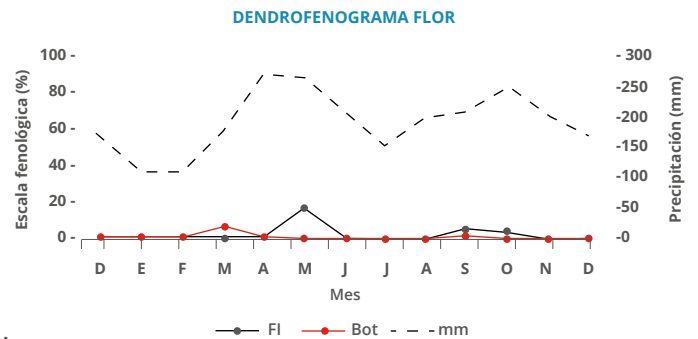
Esta especie presenta procesos de floración asincrónica ya que se ha observado en la fuente semillera del IES CINOC, que cuando los árboles llevan el 70% del proceso de maduración de los frutos, los árboles machos empiezan a formar botones florales masculinos, cuando aún no había presencia marcada de flores femeninas en los árboles hembras.

• Frecuencia de floración

Debido a los escasos estudios de fenología con la especie, se genera un importante vacío de conocimiento. Para tener una idea del comportamiento de los fenómenos de la floración y fructificación, se recurre a los pocos reportes de literatura o información directa de los productores e investigadores.

Marín, A.1998, indica que hay una tendencia irregular en la frecuencia de la fructificación, además señala que se presentan cosechas abundantes cada 4 a 6 años, mientras se cumple este tiempo, la fructificación es muy baja, así que podemos concluir, que luego de una etapa de fructificación en la que se exigen muchos recursos de la planta y del medio, ésta se traslada a una fase recuperación que dura unos años. Gómez R., M.L. 2010, indica que generalmente tienen dos periodos de floración al año, los cuales coinciden con las temporadas de mayor precipitación; en Támesis, Antioquía, primer periodo de febrero a marzo y el segundo de junio a agosto.

A continuación se muestra un dendrofenograma de la floración, adelantado por Gómez R., M.L. 2010.



A la fecha no existen reportes de correlación con la calidad del sitio o sus condiciones climáticas, dejando interrogantes propios de una nueva investigación.

El comportamiento evidenciado en la gráfica, no permite la planificación de las cosechas y por lo tanto los pronósticos de recolección de frutos y semillas son subjetivos. Se tienen reportes de las empresas recolectoras de eventuales mitacas (dos cosechas al año), la segunda de menor producción comparado con la primera.

Polinización

Los procesos de polinización de esta especie son favorecidos por el viento, es anemófila, aunque se ha observado que las abejas y aves pueden facilitar la dispersión del polen al mover las ramas en los periodos de plena floración masculina. Cueva, N (2016).

• Periodo entre la floración y producción de semillas

Cueva N, et al (2013), anota que en Pensilvania Caldas, la especie registra proceso floración masculina de septiembre a diciembre y de floración femenina en octubre. El primer periodo para la formación de fruto empieza en diciembre y va hasta abril y mayo llegando hasta junio. El segundo periodo es más bien corto denominado mitaca y se presenta en árboles aislados desde diciembre hasta enero. Gomez R., M.L. 2010, indica que los frutos pueden demorar entre 4 a 5 meses para completar su periodo de desarrollo y maduración.

Fructificación

Los programas de fenología en general son largos y costosos, no hay estudios avanzados que permitan un conocimiento detallado de la fenología del Pino Romerón distinta a observaciones puntuales

o de corto plazo; los periodos son muy variables y en general están asociados al clima, razón por la cual se necesitan periodos de varios años en observación para poder establecer las tendencias y correlaciones con el clima, el sitio y la edad.

Por ser la fenología de las especies forestales tan dependientes del clima, no se pueden generalizar las observaciones reportadas en regiones específicas como propias de la especie en un país. Cada procedencia está influenciada por su clima y por tanto, sus respuestas fenológicas son distintas. Cueva, N 2016, indica que la estabilidad fenológica de la especie en la región de Pensilvania Caldas, se alcanza a los 12 años, cuyo indicador es la viabilidad de la semilla y la observación de regeneración natural de la especie.

Marín, A. 1.998, indica que para las cordilleras central y occidental colombianas, hay reportes de fructificación y desprendimiento de los frutos entre junio y agosto.

Gómez R., M.L. 2.010, indica que es posible encontrar frutos en formación durante todo el año, sin embargo se pueden diferenciar dos etapas principales; la primera de abril a septiembre y la segunda de octubre a marzo, como resultado de la segunda floración. Igualmente señala que se pueden realizar dos recolecciones al año, la primera de enero a febrero y la segunda desde junio hasta agosto, coincidiendo con la baja de la temporada de lluvia.

Para la realización de los trabajos que complementa esta publicación, se obtuvo una semilla proveniente de Remedios Antioquía en los meses de marzo y abril, cuando ya las cosechas han disminuido. Se reseñan los siguientes sitios y fechas con la esperanza de que en un futuro se puedan adelantar algunas correlaciones:

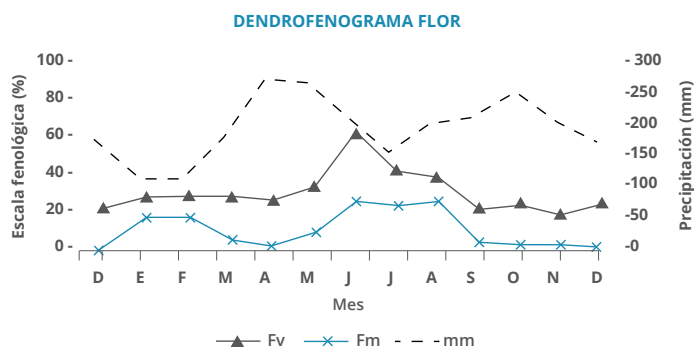
- En Támesis y Andes Antioquia: abril a septiembre, y una segunda, de octubre a marzo.
- Marín, A 1998 Altiplano Cundi – Boyacense Marzo y Agosto y en general en las cordilleras central y occidental en los meses de Junio hasta Agosto.
- CAR (2004). En la zona de Cundinamarca, la floración va de Septiembre a Enero, la fructificación de Febrero hasta Abril y la colecta de frutos desde Marzo hasta Agosto.

- Pinto, P (1.988) indica que es variable y en general la maduración de los frutos se desarrolla entre Enero, Marzo, Julio, Agosto y Diciembre por lo que aún es indeterminado.

Zona geográfica	Meses de fructificación observadas
Cordilleras central y occidental	Junio, Agosto
Támesis y Jardín Antioquia	Abril , Septiembre, Octubre a Marzo
Altiplano Cundiboyacense	Junio, Agosto
Antioquía	Enero, Marzo, Agosto, Diciembre
Remedios Antioquia	Abril
Pensilvania, Caldas	Marzo a Junio y Diciembre

La colecta para algunos árboles se puede desarrollar en dos periodos, el primero más abundante se registra en de abril a junio y el segundo llega en diciembre en la localidad de Pensilvania, Caldas. Cueva, N. 2016.

A continuación se muestra un dendrofenograma de la fructificación, adelantado por Gómez R., M.L. 2.010.



Morfología del fruto y la semilla

- **Frutos**

Aún hay polémica sobre el tipo de fruto que genera la especie, debido a su clasificación conífera, se plantea que el fruto es un conidio, también se señala como una "Drupa" oviforme y carnosa de un promedio de 25-30 mm de largo por 12 a 20 mm de ancho. Marín, A. 1998. Hoy es clara su clasificación como un **Fruto Epimacio** (excrecencia más o menos carnosa de mayor o menor desarrollo de origen axial, en forma de rodete o de cúpula, inmediata al rudimento seminal y luego a la semilla. (P. Font Quer 1970). Cueva, N. 2016

Los frutos del Romerón deben ser sometidos a la remoción del pericarpio, mediante despulpado con un presecado suave, y se debe bajar el contenido de humedad de la semilla hasta un rango del 35% a 55%, con lo cual se preparan las condiciones de almacenaje o producción según sea el caso. Los frutos se recogen y exponen al sol durante 2 días, se dejan en agua durante 2 días para facilitar el despulpado. CAR (2004).

En Pensilvania Caldas, el CINOC ha realizado el proceso de escarificación del fruto mediante la fermentación en agua por un periodo de 6 días; el sistema consiste en ablandar la pulpa para extraer más limpia y fácil la semilla.



Formación de fruto de 4 semanas.



Frutos al 65% del proceso de maduración.



Corte longitudinal de fruto al 65% 75% de maduración respectivamente.

- **Semillas**

La semilla es de forma ovoide testa membranosa, apiculada en la región de vestigio que conecta el micrópilo con la cámara polínica en el proceso de formación del fruto. Además, en esta sección de la semilla, emerge la radícula en el proceso de germinación.

Anatomía de la semilla



Imagen: Freire, S.

Una vez despulpado el fruto, aparece la semilla de forma ovoide, un poco más corta en longitud. Puede medir hasta 30 mm de largo, por 12 a 18 mm de ancho. (Marín 1998); Pinto, P 1.988, El fruto da lugar a una semilla cubierta por una porción carnosa y tenue que corresponde al "Epimacio", se cubre con una capa coriácea y una cresta o apículo sencillo que la identifica, tiene una longitud que varía de 1 a 1,5 centímetros (Pinto, P 1.988). La semilla con su cubierta coriácea es variable y mide entre 2 y 3 cm.



Tamaño promedio de la semilla

Datos de la calidad física de la semilla

Hay distintos reportes de ensayos de peso y pureza, Inderena (1986), reportó un promedio general de pureza del 90%, esta cifra puede considerarse baja teniendo en cuenta el tamaño de la semilla. Ceballos, F et al, 2.007, reporta una pureza de 98% y 699 semillas por Kg.

Los ensayos adelantados para este documento, fueron realizados con la metodología ISTA (International Seed Testing Association) y dieron como resultado una pureza del 99,6% y un peso de 172,5 gr para 100 semillas; Además se encontraron 579 semillas por Kg., el contenido de humedad fue del 48% con el método estándar de ISTA de 130°C durante 3 horas.

Luego de procesado el lote de semillas, según la procedencia y el contenido de la humedad, se pueden llegar a tener entre 400 a 700 semillas por Kg, sin embargo esta información, no se encuentra documentada en las investigaciones, dado que en los reportes no se incluyen datos de la procedencia y/o del contenido de humedad. Debido a su variabilidad por el carácter de ser semilla recalcitrante, la humedad interna puede cambiar de menos del 30% a más del 50%, influyendo significativamente en el conteo de las semillas por Kg. (Trujillo, E. 2013).

Marín (1998), presenta una cifra de 230 semillas por Kg, aunque no se indica el contenido de humedad. Estas cifras muestran la necesidad de profundizar en estos estudios, Cueva, N, et al(2013), reporta 520 semillas por Kg de procedencias locales en la región de Pensilvania Caldas, mientras que una procedencia de Tona Santander tiene 282 semillas por Kg., planteando que este número puede depender de la madurez fisiológica y la procedencia. Cueva, N 2016, indica que la semilla cuenta con un promedio de 434 semillas por kg., y un peso promedio de 230 gr para 100 semillas.

Rangos de las características físicas reportadas

Calidad física	Rangos reportados
Peso 1.000 semillas/gr	1.725-2.300
N° semillas por Kg.	230-700
Pureza	90-99%
Contenido de humedad	30-55%
Germinación	50-80%

Fisiología del desarrollo del fruto y la semilla

- Cambios durante la maduración

La madurez de frutos y semillas tiene varios indicadores, tales como la relación de acidez, tamaño, forma y color. No se encontró un reporte relacionado con estos temas, diferente a algunas reseñas del color de la fruta, el cual a su vez es muy variable, el amarillo es un indicador convencional de maduración del fruto. En general cuando la semilla está inmadura, el color de la fruta es verde y luego madura en amarillo. La pulpa o endocarpo es dulce y comestible para la fauna asociada. Cueva, N. 2016. Ceballos, F et al, 2.007, indica que los frutos se tornan amarillos cuando están con maduración de colecta.



Secuencia de verde a amarillo 75% de maduración

- Aunque no se tienen estudios específicos, se presume que la especie tiene frutos climatéricos. De acuerdo a las observaciones de Cueva, N. 2.016, la especie es de tipo **climatérico**, es decir tiene la capacidad de continuar su proceso de maduración, después de haber sido desprendida del árbol, dado que mantienen actividad fisiológica luego de la cosecha, lo que facilita el programa de recolección y manejo posterior en el Laboratorio cuando los frutos han alcanzado una madurez del 90% correspondiente a periodo de 5 meses.

Se ha notado que la maduración es heterogénea, no todos los frutos se post maduran a la misma velocidad, tal vez por el hecho de que la floración y fructificación se presentar de forma irregular y se observa en los árboles diferentes estados de flores y frutos, lo cual repercute en la maduración y este proceso no es lo mejor para la producción en vivero, lugar en el cual es deseable que las semillas germinen al mismo tiempo para tener plantas homogéneas. Cueva, N. 2016.

- **Fases de maduración y dispersión**

Por ser un fruto carnoso, su proceso de maduración se completa cuando el fruto cae al suelo,, normalmente con la parte carnosa completa, allí puede ser atacado por diferentes agentes del medio y normalmente son consumidos por la fauna local, especialmente por las aves. La dispersión ocurre en estado verde y maduro; se ha observado que los frutos pintones son consumidos por azulejos y los frutos maduros son fuente de alimento para murciélagos, quienes dispersan la semilla formando montículos.

Colecta y manejo de frutos

Una vez se produce la maduración de los frutos en el árbol, estos pueden ser consumidos por la fauna directamente en las ramas, o caer al suelo (lo más frecuente) y de allí se realiza la recolección para su posterior procesamiento. La fermentación es inducida mediante el remojo en agua y posteriormente, la remoción manual de la pulpa, proceso fácil y rápido. Todos los reportes indican la necesidad de eliminar la pulpa para favorecer la sanidad en el almacenamiento. Se ha evidenciado que las semillas con restos de pulpa tienen menores registros de germinación. (Marín 1998). Cueva, N. 2016 indica que la recolección de semillas se realiza directamente del suelo en los meses de Abril a Junio, en la localidad de Pensilvania Caldas. La actividad la favorecen principalmente los murciélagos que eventualmente la transportan y dispersan la semilla. Cueva N, 2.007, da un tiempo de 72 horas en remojo para ablandar la pulpa y liberar la semilla fácilmente.



Frutos en remojo en proceso de fermentación.



Maceración ,enjuague y despulpado de fruto.

La escarificación del fruto tal como se observa en la imagen, consiste en someter el lote de fruto recolectado al proceso de fermentación en agua por 5 días, para ablandar la pulpa y facilitar el desprendimiento de la semilla y finalmente someter a enjuague de la semilla con una pequeña porción de arena en recipiente tipo costal.

El promedio de producción de fruto por árbol a partir del año 13 es de 5-7 kg. Cueva, N. 2016.

Manejo de la semillas

Debido a su condición de recalcitrante el Pino Romerón debe tener un manejo cuidadoso desde el punto de vista sanitario y del contenido de humedad, el cual se considera central, dado que a niveles bajo de contenido de humedad la semilla pierde su viabilidad y si el contenido de humedad es alto facilita la pregerminación.

Regeneración natural

La especie tiene una activa regeneración natural, a continuación se presenta una secuencia fotográfica típica del proceso de regeneración natural y culmina con brinzales sanos y vigorosos.



Semillas en el suelo despulpado por fauna asociada.
Semilla en proceso germinación.



Germinación en almacigo.



Las plantas que sobreviven inician su crecimiento en forma aleatoria.

Almacenamiento

Ceballos, F et al, 2.007, indica que las semillas de Pino Romerón son de tipo recalcitrante y se pueden almacenar con un rango de contenido de humedad entre 35% y 45%. Se almacenan durante un periodo corto mezcladas con viruta de madera en sacos de fibra impregnados con Vitavax 2g/kg bien mezclado, y depositadas en un lugar fresco y ventilado, o estratificadas en arena húmeda. No debe bajarse el contenido de humedad y soporta almacenaje en frío. También se almacenan en frío, sin ningún sustrato. En estas condiciones la semilla se puede mantener viable por periodos mayores de 10 meses, aunque hay reportes de al menos 1 año.



Nótese el deterioro de la semilla de un mismo lote.

Detalles de estado de la estructura interna de la semilla: 1. Semilla sana estructura del embrión adherida al tegumento externo, 2. Semilla en regular estado separado del tegumento externo, 3. Semilla en mal estado, estructura interna necrótica.

En las imágenes se evidencia una semilla en

condición normal, se ve claramente la estructura membranosa del Epimacio, otra con vestigio de embrión corto, perdiendo volumen por la pérdida de contenido de humedad y una tercera ya dañada en proceso de descomposición.

Almacenamiento de semilla

Las semillas se pueden almacenar en recipientes sin tapas. Si se guardan en bolsas perforadas para equilibrar la humedad y permitir intercambio gaseoso.

Ceballos, F et al, 2.007, reporta los resultados de un ensayo realizado en Cenicafé, indica que las semillas se conservan adecuadamente a una temperatura de 12°C durante 6 meses. Los ensayos dieron como resultado, que es mejor que conservarlas a 4°C o a temperatura ambiente. En este ensayo las semillas fueron almacenadas en bolsas plásticas de calibre 2 con aserrín, previamente desinfectado con Vitavax y humedecido hasta alcanzar un 35% y 45% necesario de humedad, luego se eliminó el aire hasta tener las bolsas empacadas al vacío. En síntesis indica que si las semillas se sumergen en agua por 72 horas y se almacenan a 12°C se conservan eficazmente.

Para la evaluación de la germinación, las semillas se sembraron en un sustrato de arena y tierra en proporción 3:1

De los reportes se deduce que hay varias opciones de almacenaje con resultados exitosos, algunas con investigación de soporte, como es el caso de los trabajos de Cenicafé antes señalado.

Sin embargo en estudios exploratorios en el CINOC, se encontró que el almacenamiento de la semilla, puede ser sencilla y los resultados dependen de varios factores entre los que se destacan el contenido de humedad del lote de semilla (contenido de humedad inicial), el tipo de contenedor, el sustrato, la temperatura *in situ* de almacenamiento y la rutina de monitoreo. Lo importante para evaluar las condiciones de este método de almacenamiento, es conocer de forma rápida cuando una semilla se encuentra en dudosa condición. En un lote de semillas es necesario observar la apariencia física, por ejemplo la tonalidad del color es un indicador y para estar más seguro se corrobora con la técnica de corte utilizando tijera guillotina, ello permite evidenciar el estado de color del embrión.

En el CINOC, se probó una rutina de almacenamiento de semilla utilizando canecas o envases de pintura con sustrato de aserrín húmedo los cuales fueron monitoreados cada 15 días. Se encontró a penas que un porcentaje muy bajo menos del 1% perdió contenido de humedad y el 3% germinaron después del mes 4 y menos del 1% presentaron daños por exceso de humedad asumiendo que estas semillas son las que generalmente quedan al fondo del recipiente.

La semilla de Pino Romerón es de característica recalcitrante y soporta almacenamiento en condiciones semi controladas.

Conocer esta situación, permite el abastecimiento de semilla al menos en periodos de empate de la siguiente cosecha.



Almacenamiento artesanal de semilla Laboratorio IES CINOC

Curva de imbibición

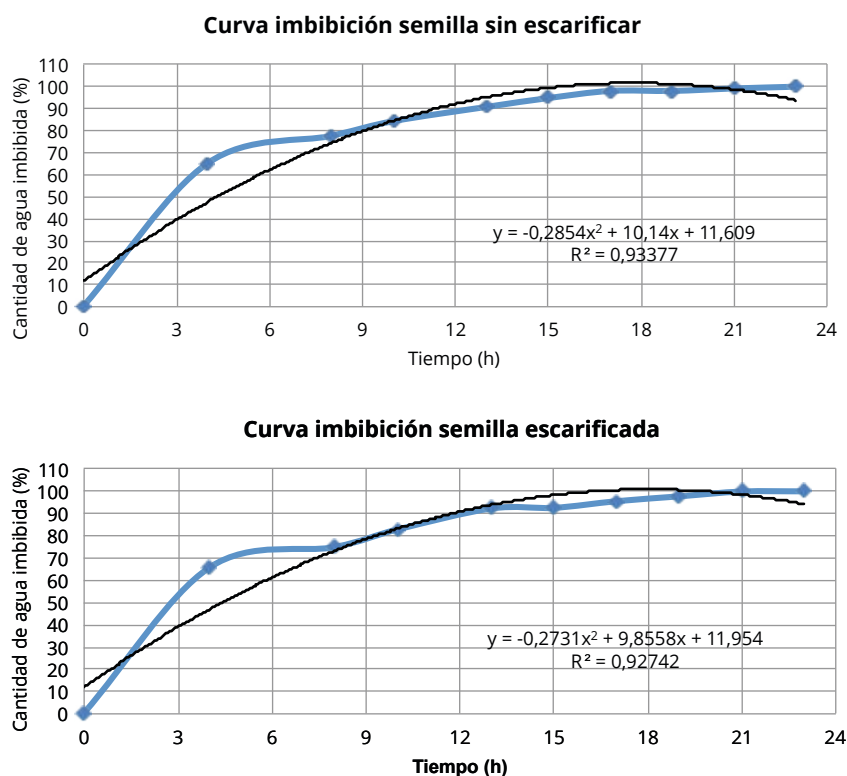
En la búsqueda de información para la estructuración de este documento, no se encontraron reportes de la velocidad de absorción de agua, fenómeno conocido como imbibición, muy útil para inducir el proceso de pre germinación. En el CINOC, con semilla de procedencia de Remedios Antioquía, se llevó a cabo la construcción de una curva de imbibición partiendo de semillas recién despulpadas, sin escarificación y escarificadas con lija N°80, este último para determinar si el proceso de escarificación de la semilla mejora la absorción de agua.



Pesaje de semilla en la prueba de imbibición.

Los registros permitieron construir las siguientes curvas:

Curvas de imbibición con semilla sin escarificación y escarificada



Los resultados permiten estimar que la toma de agua hasta el punto de saturación no supera 12 horas, posiblemente debido al material poroso de sus tejidos que permiten fácilmente la entrada de agua, luego de 4 horas la semilla ya ha tomado el 65% de su capacidad de absorción; a la vez que no hay diferencia entre semilla con y sin escarificación.

Para efectos prácticos de manejo en vivero, se recomienda una imbibición antes de la siembra de 24 horas, tiempo de referencia que facilita la planificación operativa, sabiendo que en menos tiempo la semilla ya está saturada. El mismo tiempo se puede recomendar si se pretende agregar compuestos líquidos para estimular la germinación, como por ejemplo Giberelina (GA3), en éste caso se puede estar seguro de que en el tiempo referido, la solución de (GA3) puede llegar al interior de la semilla.

Como consecuencia de la experiencia en las pruebas de imbibición, se ha identificado preliminarmente

que algunas semillas flotan, dando como resultado la necesidad de avanzar en nuevas investigaciones para determinar este comportamiento, dado el hecho de que no todas las semillas que flotan en estas pruebas son inviables.

Tipo de semilla

La literatura de la especie que la semilla del Pino Romerón es recalcitrante, es decir no se puede almacenar por largos periodos y no resisten un contenido de humedad bajo, Marín (1998), reporta que un contenido de humedad por debajo del 16% induce a la pérdida de la semilla. A diferencia de otras especies con semillas recalcitrante, sí se puede almacenar en frío. Ceballos, F et al, 2.007, también indica que para semillas recalcitrantes como es el caso del Pino Romerón, no puede haber un descenso marcado en el contenido de humedad.

- **Latencia**

Es muy posible que la semilla del Pino Romerón tenga algún tipo de latencia fisiológica, aunque no se encontraron estudios específicos, las observaciones sobre el comportamiento de la germinación y almacenamiento así lo sugieren. Ceballos, F et al, 2.007 indica que en ensayos realizados en Cenicafé, las semillas almacenadas a 12°C pueden mantenerse por un periodo de hasta de 6 meses ya que estas presentaron una tendencia a mejorar su germinación a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento. Se indica que las semillas recién colectadas pasan por un estado de latencia en el que ninguna germina luego de la recolección, y una vez la latencia disminuye, todas las semillas viables germinan.

Tipo de germinación

La germinación del Pino Romerón se tipifica como epigea, en la cual los cotiledones son forzados sobre la superficie del sustrato por medio del alargamiento del Hipocótilo. Bonner, F. 2.000.



Germinación epigea

Producción en vivero

Se muestra a continuación una secuencia básica del proceso de producción del Pino Romerón por semilla



La producción del Pino Romerón en vivero, se aplica con diferentes sistemas, hay que recordar que independientemente del sistema utilizado, lo importante es el proceso biológico que se da a la semilla, pasando por diferentes fases como la hidratación de la semilla, su siembra en un sustrato, regulación de la luz y riego, y en general el manejo cultural, que conduce a la germinación

Su producción se puede hacer en germinador o bandejas germinadoras y posteriormente trasplantarse a uno de los contenedores antes mencionados, o siembra directa en bolsa, tubete u otro tipo de contenedor. También se usa de forma exitosa la pre germinación húmeda en bolsas cerradas como se describe más adelante.

La diferencia de los sistemas no está técnicamente sustentada, todos los sistemas usados dan como resultado plantas de calidad si son correctamente desarrollados, aunque las diferencias radican especialmente en los tiempos de germinación y crecimiento, o en temas como la calidad de la raíz, que tiene mejor conformación con el uso de tubetes.

Para el manejo en vivero hay condiciones de la especie como las siguientes:

- **Manejo de la luz durante la germinación**

La ecología de la especie da pistas sobre las condiciones ambientales que estimulan la germinación; su regeneración natural ocurre bajo el dosel del bosque, y es conocido que el hábitat de la especie es de condiciones nubladas; bajo esas características no es de extrañar que las condiciones ideales para su germinación sean aquellas en las que predomina algún tipo de penumbra y en algunos casos de oscuridad. Marín (1986), indica que la plena exposición de las semillas inhibe la germinación, esta condición sigue siendo válida para el desarrollo inicial de las plantas. Lo anterior indica que para la producción en vivero conviene colocar poli sombras del 80% de porosidad o materiales que tengan un grado similar de interceptación de la radiación solar.

• Germinación

Dependiendo del sistema usado, la de germinación ocurre de 20 a 30 días después de la siembra y puede demorar 2 meses o más. En general se pueden esperar 200 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla de acuerdo a la experiencia práctica de El Semillero SAS (2016), Sierra, R. 2016.



Rotura del apículo 3ra, 4ta y 5ta semana y rotura del tegumento externo desde el apículo, momento indicado de inicio de la pre germinación.



Sistemas de pre germinación

Para estimular la germinación de la semilla hay varios reportes.

No hay procesos sólidos de investigación que permitan avalar los resultados, sin embargo los viveristas o empresas que trabajan con la especie los utilizan exitosamente.

Para dar sustento técnico al tema y soportar la información para este documento, en el CINOC, se realizó un ensayo de pre germinación de semillas aplicado al diseño factorial con los siguientes tratamientos: T1: 100% turba, T2: 75% turba y 25%

carbonilla, T3: 100% aserrín, T4: 75% aserrín y 25% carbonilla. Los resultados indican que el tratamiento T3 estimula la pre germinación. Las semillas se sometieron a remojo en agua durante 24 horas y fueron debidamente peletizadas en solución de Vitavax para evitar ataque de hongos, luego se mezclaron con los sustratos húmedos descritos y se colocaron en bolsas negras de 5 Kg selladas, en un ambiente controlado con una temperatura promedio de 30°C.



Prueba de puño para contenido de humedad de los sustratos del ensayo de pre germinación de semilla y preparación de ensayo de prueba de pre germinación.

Se hacen las mezclas de turba o aserrín y carbonilla y se homogeniza mezclando los sustratos, bien humedecidos y se mantienen en revisión periódica hasta el inicio de la emergencia de las radículas.



Ensayo. Pre germinación de semillas bajo 4 tipos de sustrato.

Método de pregerminación en turba

El sistema de pre germinación ha sido usado por diferentes productores y se muestra de la siguiente manera:

- Se humedece el sustrato de tal manera que no quede saturado y tampoco seco.
- Para prevenir la aparición de hongos al humedecer los tratamientos de turba y/o aserrín, se pueden espolvorear 2 gramos de Vitavax por kg de sustrato, de tal manera que queden bien homogéneos. También se puede aplicar asperjado; se introduce el sustrato con las semillas en una bolsa negra y se cierra.
- Se ubican en un sitio en el cual no se baje tanto las temperaturas en la noche.
- Se estima que en un término de 15-25 días puede comenzar el proceso de aparición de la radícula.
- Cuando aparezca la radícula, las semillas deben ser trasladadas al germinador en el vivero o contenedores, bajo polisombra del 80% de porosidad.
- Continuar en el vivero con las labores de riego hasta que la planta alcance alrededor de 5 cm
- Realizar trasplante a bolsa de 9X18cm bajo sombra.

Método de pregerminación en Aserrín: Es el mismo proceso antes descrito, pero reemplazando la turba y el cisco por aserrín.

Hay múltiples reportes de germinación en términos de porcentaje y sistemas empleados, no es fácil o recomendable tomar promedios de germinación para esta especie, dadas las significativas variaciones en los resultados, que dependen del sistema de germinación empleado, el tiempo de almacenamiento de la semilla y tratamiento pre germinativo, Inderena (1986), reporta el rango de los resultados encontrados en varios lotes de ensayos, de 50% a 60% y el inicio del proceso a los 20 días.

Sistema tradicional

En general se usa el sistema tradicional exitosamente en varios viveros, en lo posible usar turba como sustrato en los germinadores, se pueden sembrar directamente las semillas en germinador o bolsa como se indicó anteriormente. En conclusión los pasos serán:

- Dejar las semillas en imbibición 24 horas
- Preparar un germinador en vivero preferiblemente con turba o con cascarilla y suelo de plantaciones de Pino Romerón.
- Proteger de la lluvia o de otros elementos del medio .
- Ubicar una poli sombra del 80% de porosidad ubicada a mínimo 40 cm sobre la superficie del germinador.
- Sembrar la semilla orientando la ubicación de tal manera que la radícula salga hacia abajo. (Micrópilo hacia abajo).



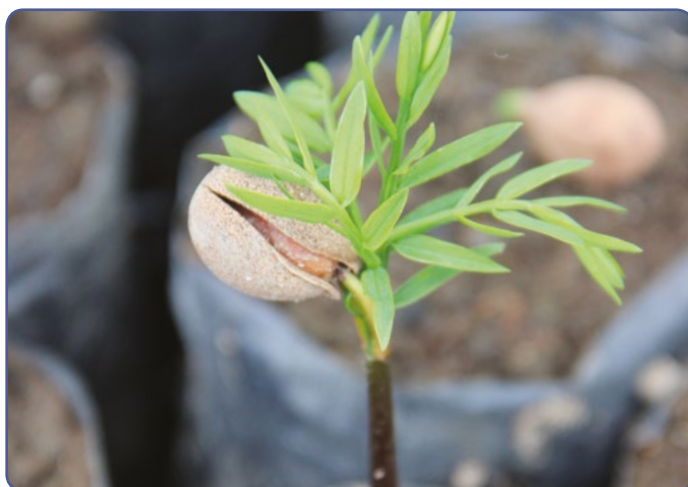
Sistema de cama alta y caballones Vivero Geoambiente





Siembra directa en bolsas y germinación en desarrollo de 5 semanas

- La profundidad de siembra debe ser lo más superficial posible sin que el riego destape la semilla
- Se programa el riego, de preferencia en la mañana y en horas de la tarde, de tal manera que se mantenga húmedo el sustrato sin excesos.
- Se hace un monitoreo para revisar la siembra y la emergencia de plántulas.



Plantín de 45 días ,luego de la pre germinación

En todos los casos se debe proteger de la lluvia a los germinadores o almacigos al igual que las áreas de embolsado para evitar encharcamientos y aparición de problemas sanitarios, para esto se recomienda

el uso de plásticos translúcidos al menos a 80 cm de altura; las poli sombras no son efectivas ya que dejan pasar el agua de la lluvia, se requieren para el manejo de la luz, se pueden colocar junto con cubiertas plásticas que no dejen pasar el agua de lluvia. La última fase de la producción en vivero es la etapa de crecimiento, desarrollo y endurecimiento, después del trasplante, este periodo es variable y debe ser lo suficientemente largo para que las plántulas alcancen una altura entre 25 a 35 cms para llevar a campo.

Un problema de la producción en vivero del Pino Romerón, es la lenta germinación que lleva inherente a una significativa heterogeneidad en el desarrollo de las plantas, causada por la disparidad de la germinación, dado que las primeras semillas que germinan aventajan en desarrollo y tamaño a las que germinan más tarde.

El anterior comportamiento se suma al lento crecimiento en vivero, que de acuerdo a las condiciones del vivero puede llevar más de 2 años según reporte de viveristas , lo cual impacta el precio de producción y dificultando la producción masiva de la especie en los casos que se requieran cantidades importantes de plántulas.



Germinación típica del pino Romeron en almacigo.

Proceso de desarrollo de la plantula

Del germinador se llevan las plántulas a bolsas, trasplantando bajo sombra.



Plántulas de pino Romeron, lista para llevar a campo (Vivero IES CINOC).

Genética y Fuentes semilleras

“La información de la genética de la fuente está en la semilla”

La normatividad en la genética de las especies forestales es relativamente reciente, desde 1.996, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en un programa denominado INSEFOR (Investigación en Semillas de Especies Forestales), se delinearon las pautas y definiciones de las fuentes productoras de semillas, y aunque no se decretaron normas al respecto, si se establecieron los criterios sobre el tema y se publicaron. En julio de 2010 el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), reguló el tema con la resolución 2457 de 2.010 en la que se establecieron las siguientes calidades de las Áreas productoras de semillas y los requisitos técnicos que deben cumplir de acuerdo a su tipo, con la siguiente clasificación:

- **Huertos semilleros comprobados**
- **Rodales semilleros**
- **Fuentes seleccionadas**

De forma general y resumida, pueden definirse de la siguiente manera:

Huerto semillero genéticamente comprobado:

En general se describe como una plantación originada a partir de semilla sexual o asexual, aislada mediante la remoción de árboles indeseables de la misma especie o de otras especies con riesgo de cruzamiento, por lo menos en una franja de 200 metros al perímetro del huerto para reducir la contaminación por polen procedente de otras fuentes de germoplasma.

Esta categoría tiene respaldo de pruebas de progenie y los resultados de estas deben haber sido implementados en el huerto para su depuración genética.

Para ser avalada como semilla de huerto semillero genéticamente comprobada, la semilla debe ser cosechada posterior a la floración de los árboles remanentes de la depuración genética.

Huerto semillero no comprobado:

Se describe igual a la anterior, pero aún no tiene pruebas de progenie

Rodal semillero:

Es un grupo de árboles vecinos de la misma especie, naturales o plantados con características fenotípicas deseables para uno o varios caracteres a depuración

genética a través de la remoción de los árboles fenotípicamente indeseables. Debe tener una base genética suficientemente amplia y estar compuesto luego de la depuración genética como mínimo por 75 árboles seleccionados, debidamente identificados y marcados.

Estar aislado mediante su eliminación por remoción de árboles indeseables de la misma especie o de otras especies con riesgo de cruzamiento por lo menos en una franja de 200 metros al perímetro del rodal para reducir la contaminación por polen procedente de otras fuentes de germoplasma.

Tener soporte documental técnico del plan silvicultural y de mejoramiento sobre el proceso de selección del rodal, el manejo silvicultural y las depuraciones genéticas realizadas, este respaldo debe ser medible y evaluable.

Fuente seleccionada:

Debe ser un grupo de árboles vecinos de la misma especie, naturales o plantados con características fenotípicas deseables. Como mínimo deberá estar constituido por 30 árboles vecinos.

Debe ser un grupo de árboles constituido, por lo menos el 70% de la fuente seleccionada por árboles en estado productivo, es decir que hayan alcanzado la madurez fisiológica y produzcan semillas. Además de tener soporte documental técnico del plan de recolección de semilla.

Una fuente seleccionada podrá pasar a la categoría rodal semillero si cumple con los requisitos técnicos establecidos en dicha categoría.

Fuente identificada

Existe otra fuente no referenciada por el ICA denominada "Fuente identificada", definida como un conjunto de árboles de densidad o pocos árboles, los cuales pueden provenir de parcelas experimentales, pequeños bloques de plantación/ bosque natural, ensayos genéticos / silviculturales de poca área. En general se considera una fuente temporal, que no puede convertirse en Fuente semillera o Rodal semillero por su bajo número de árboles. (Mesen, F. 1.995).

Situación en Colombia

En Colombia se encuentran remanentes de bosques naturales y árboles independientes de Pino Romerón en nuestras cordilleras central y occidental en los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Cundinamarca, Nariño, Valle y Antioquía principalmente.

En términos de "Fuentes semilleras" el estado actual de desarrollo con el Pino Romerón, puede llegar en el corto plazo a Rodal semillero, que aunque es la categoría más baja que la de Huerto Semillero, se considera un significativo avance, dado que se garantiza un mínimo de calidad genética. En la especie de momento no es viable avanzar al establecimiento de Huertos Semilleros, dado que no hay la demanda que justifique la significativa inversión y largo plazo necesarios para su desarrollo; los huertos normalmente son gestionados por grandes empresas reforestadoras que requieren cada vez mejor calidad de material, en menos tiempo y área y en cantidades apreciables.

Para el caso del Pino Romerón con la demanda actual y los recursos existentes, una buena meta es depurar la fuente semillera establecida por el CINOC en Pensilvania Caldas, y llevarla en principio a fuente seleccionada o Rodal semillero, y continuar con el programa de mejora genética. Otras fuentes existentes en Colombia corresponden a fuentes no manejadas, aunque estas abastecen parte de la demanda de semillas.

Fuentes semilleras de Pino Romerón

La práctica de colecta de semillas en Colombia, se ha basado en "Fuentes identificadas", normalmente sin suficiente de manejo, sin registro formal ante autoridad competente (ICA), sin calificación formal de los árboles y sin base técnica, aunque las empresas y recolectores de la especie, ponen énfasis en la elección de los mejores árboles y eventualmente registran datos de la procedencia o la calidad. Solamente se tiene un proceso técnicamente desarrollado de una fuente semillera, esta se encuentra en Pensilvania Caldas y es fruto de los esfuerzos del Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural, CONIF Y CINOC, se estableció en el año de 1994 y en la actualidad está en proceso de manejo y depuración, siendo a la fecha el primer esfuerzo planificado y soportando para una fuente plantada.

De 520 árboles en promedio los árboles hembra en la Fuente Productora de Semillas (FPS) es del 8%.

Arboles semilleros establecidos

Dentro del área del ensayo en el IESCINOC, se han seleccionado los mejores individuos como “Árboles semilleros”, que corresponden a los árboles con mejor desarrollo y formas; para la evaluación, cada árbol se “sanciona” teniendo en cuenta las características fenotípicas, cuyos criterios de trabajo se sintetizan en los caracteres del “Porte Forestal” y “Porte específico” del siguiente modo:

El porte forestal corresponde a los caracteres de la región de la COPA del árbol e incluye la evaluación del número de verticilos, oclusión de ramas (profundidad de inserción de rama al fuste), grosor de ramas, ángulo de inserción de las ramas al fuste, diámetro de copa y conicidad de la copa.

Las calificaciones de campo se muestran en el siguiente cuadro:

Parámetro	Indicado (1)	Medianamente indicado (2)	No indicado(3)
N° de Verticilos	9 a 12	12 a 18	Mayor 18
Oclusión de rama	0	0-1 cm	mayor 1 cm
Angulo de Rama	90 °	45° - 60°	Mayor 60°
Grosor de rama	1-1,5 cm	2,5-3 cm	Mayor 3 cm
Diámetro de Copa	Menor o igual a 4	4,1 a 5	Mayor a 5

El porte específico corresponde a los caracteres del FUSTE del árbol e incluye aspectos como la rectitud, aspecto cilíndrico del fuste del árbol, protuberancias y estrías, reviramiento de la fibra, base del fuste. Las calificaciones de campo se muestran de la siguiente manera:

Parámetro	Indicado 1	Medianamente indicado 2	No indicado 3
Rectitud	1	2	3
Aspecto cilíndrico	1	2	3
Protuberancia	1	2	3
Reviramiento fibra	1	2	3
Estrías	1	2	3
Base del Fuste	1	2	3

Los árboles con menor puntaje en la sanción, se consideran los mejores.

La combinación de los parámetros de porte forestal y porte específico define los árboles seleccionados como superiores en el programa preliminar de mejora genética. Es conveniente tener en cuenta que las calificaciones de criterios a qui presente son características solo para la especie.

Se presentan a continuación las formas, cualidades y defectos más comunes del Pino Romerón, los cuales a su vez son la base para los procesos de selección en el programa preliminar de mejora genética.



Individuos superiores de Pino Romeron (Granja CINOC – Pensilvania Caldas)
Observe la rectitud y aspecto cilindrico de los fustes.

Defectos del porte específico y forestal.



Protuberancia marcada en el fuste



Reviramiento de
fibras fuste



Oclusión
de rama



Ramas gruesas,
oclusión de rama



Exceso de ramificación



Condición ideal porte forestal (5años), ángulo de inserción de ramas 90 grados. Arquitectura típica ideal.



Forma ideal base recta

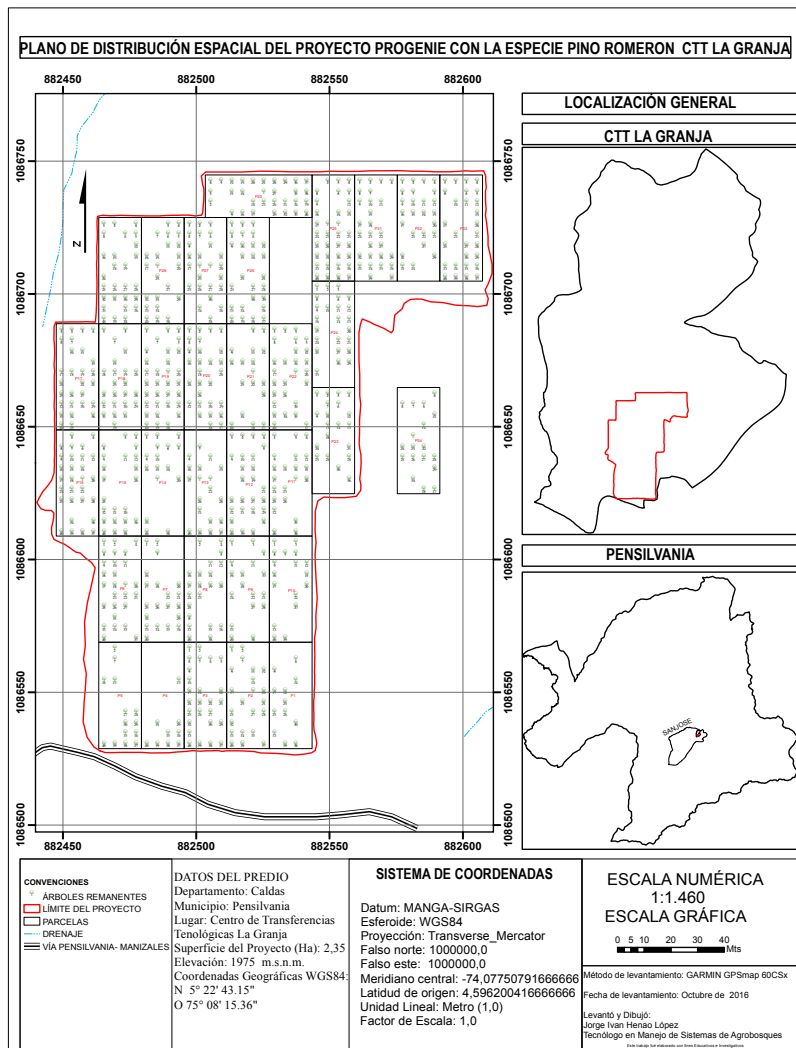


Base del fuste tipo "pata de elefante"



Arquitectura de copas en una FPS de Pino Romerón - Copa estrecha tipo cónica.

En el año 2011 el Ministerio de Agricultura, CONIF e IES CINOC establecen una plantación de progenies 2 hectareas para probar 3 procedencias así, Pacho Cundinamarca, Támesis Antioquia y una procedencia local de la primera generación de Támesis cuyo origen corresponde a los primeros ensayos que en la actualidad se encuentran como fuente semillera pino romeron en el CINOC y tiene 20 años de edad.



Localización de los ensayos

El ensayo de progenie ha presentado un desarrollo exitoso en términos de adaptación y crecimiento, arrojando a la fecha valiosa información, parte de la cual se reporta en este documento. En la actualidad se iniciaron con los protocolos de depuración eliminando los individuos con defectos fenotípicos sancionados bajo criterio técnico, este esfuerzo permite constituir una fuente seleccionada con alternativa de ser declarado huerto semillero y de este modo iniciar con el programa preliminar de mejora genética para la especie.

Programa de mejora genética

Para obtener un mayor provecho el esfuerzo de establecimiento de la fuente semillera en el CINOC, se realizó la combinación de la fuente semillera existente con el ensayo de procedencias. En la actualidad este proyecto se encuentra en proceso de evaluación de las progenies y se tienen resultados preliminares que indican que para las condiciones de la región ecológica de la Granja vocacional del IES CINOC en Pensilvania Caldas, la procedencia mejor destacada fue Pacho – Cundinamarca, la cual presentó a la edad de 5 años los mejores fenotipos correspondiente a las variables cualitativas y cuantitativa del porte forestal y específico.



Ensayo de Procedencias CINOC

En la siguiente gráfica, se presenta, síntesis de producción de semilla de pino Romerón en el CINOC a partir de un programa de mejora genética.



*Enfoque sistémico para un programa de producción de semilla, para la especie Pino Romerón (*etrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N.Page), a partir de una FPS.*

Comercialización de semillas y marco normativo para la producción de semillas y viveros

Quienes se integren a la producción de semillas o viveros en Colombia, deben registrarse en el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, bien sea como productor y/o comercializador al amparo de las resoluciones 2457 de 2010 y 3168 de 2015 regulan el establecimiento de fuentes semilleras y la producción y comercialización de semillas.

El ICA con la resolución 03973 de 14/04/2016, reglamenta la licencia fitosanitaria para la movilización de material vegetal en el territorio nacional, aplicable al transporte de plántulas producidas en vivero.

En cuanto a la comercialización de semillas es viable un desarrollo para satisfacer la demanda del mercado, que tiene su principal actividad en los proyectos ambientales y de momento poco para la reforestación comercial y algo en la utilización ornamental de la especie en parques y avenidas. La limitante de la comercialización es que la semilla es de tipo recalcitrante y por tanto dificulta los procesos de envío y almacenamiento temporal, por ello la opción más viable es la comercialización de plantines, experiencia poco utilizada en la especie pero con un importante potencial.

Para la producción y comercialización de semillas, es necesario disponer de una licencia expedida por el ICA. No hay un estudio reciente de oferta y demanda de semillas que pueda aproximar una cifra de las cantidades que demanda el mercado.

Glosario

Árbol élite: Árbol que ha demostrado superioridad genética significativa para uno o varios caracteres como resultado de ensayos de progenie en uno o varios sitios.

Árbol plus: Árbol con superioridad fenotípica significativa para uno o varios caracteres que ha sido seleccionado respecto a los árboles de la misma especie encontrados a su alrededor.

Árbol semillero: Árbol con características fenotípicas deseables que se usa como fuente temporal de semilla en ausencia de árboles plus o árboles élite de la misma especie.

Árboles vecinos: Grupo de árboles de la misma especie, naturales o plantados, que están muy cerca entre sí, para que puedan polinizarse unos con otros; así mismo los árboles vecinos pueden ser utilizados como árboles de comparación para la aplicación de la metodología de selección de árboles plus.

Área geográfica: Área definida claramente por variables biofísicas y climáticas sobre la cual crece un grupo de especies o un grupo de individuos de la misma especie.

Área productora de semilla: Grupo de árboles de la misma especie, naturales o plantados que sirven para el aprovisionamiento de semilla forestal.

Calidad de semilla: Un término general que puede referirse a la pureza, capacidad de germinación, o vigor de un lote semillero.

Capacidad de germinación: Proporción de una muestra de semilla que ha germinado en forma normal en un periodo de prueba específico, generalmente expresado como un porcentaje.

Clon: Planta obtenida por cualquier método de propagación vegetativa y cuyo genotipo es idéntico a la planta que le dio origen o grupo de plantas genéticamente idénticas obtenidas todas ellas por propagación vegetativa de un individuo seleccionado.

Contenedor: Recipiente que soporta el sustrato y la raíz de la plántula, permite un adecuado manejo in vitro y garantiza un normal crecimiento del sistema radicular.

Cotiledón: Hoja u hojas modificadas del embrión o plántula, que contienen las reservas alimenticias almacenadas de la semilla. Estas son formadas en el primer nódulo en el extremo superior del hipocótilo.

Depuración Genética. Remoción de los árboles ,mediante tala de arboles que presentan características fenotípicas no deseables o que han demostrado a través de pruebas de progenie

Embrión inmaduro: Condición en la cual un embrión morfológicamente inmaduro atrasa su germinación.

Embrión: La planta rudimentaria dentro de la semilla; algunas veces llaman germen.

Endospermo: Tejido que almacena los nutrientes triploides y que rodea el embrión en semilla de angiospermas.

Epicótilo: Porción del eje de embrión de una planta o tallo de una plántula entre los cotiledones y las hojas primarias.

Epimacio: Excrecencia más o menos carnosa, de origen axial, en forma de rodete o de cúpula, inmediata al rudimento seminal y luego a la semilla.

Escarificación: Alteración de las testas de las semillas, generalmente por medio de abrasión mecánica o mediante un tratamiento químico rápido en ácido fuerte, para incrementar su permeabilidad al agua y gases, o para disminuir su resistencia mecánica.

Estratificación: Práctica de colocar las semillas en un medio húmedo, a menudo en capas alternas, para acelerar la post-maduración o romper la latencia. Comúnmente aplicado a cualquier técnica que mantiene las semillas en un ambiente frío y húmedo.

FPS: Fuente productora de semillas

Gametofito femenino: Tejido almacenador de nutrientes haploides en semillas de gimnospermas. A menudo es llamado erróneamente el "endosperma" de las semillas de gimnospermas. *Sinónimo de Megagametofito*

Germinación: Proceso mediante el cual se reanuda el crecimiento activo de un embrión cuyo resultado es que éste surge de la semilla y adquiere las estructuras esenciales para el desarrollo normal de la planta.

Germinación epigea: Germinación en la cual los cotiledones son forzados sobre la superficie del sustrato por medio del alargamiento del Hipocótilo.

Germinación hipogea: Germinación en la cual los cotiledones con la semilla sobre el suelo mientras que el epicótilo se alarga.

Hipocótilo: La parte del eje embrionario que está entre los cotiledones y la radícula. En las plántulas, el tallo juvenil que está entre los cotiledones y el sistema radical.

Imbibición: El mecanismo de absorción inicial de agua por las semillas. La toma de fluidos mediante un sistema coloidal.

Inhibición: Una restricción o represión de una función de la semilla.

Latencia: Un estado fisiológico en el cual una semilla predispuesta a germinar no lo hace, aun en presencia de condiciones ambientales favorables.

Latencia combinada: Latencia como resultado de dos o más factores primarios tales como latencia de la testa latencia del embrión.

Latencia de la testa: Latencia como resultado de condiciones de la testa de la semilla impermeabilidad a gases o humedad o restricciones mecánicas.

Latencia del embrión: Latencia como resultado de condiciones dentro del embrión mismo; sustancias inhibidoras, influencias del cotiledón, estructuras impermeables.

Latencia fisiológica: Una latencia del embrión debido a condiciones fisiológicas que pueden romperse por medio de pre-tratamiento que no sea la escarificación.

Lote. Cantidad específica de semilla, cuyo origen y calidad son uniformes; físicamente identificable con un número o con letra. Cada lote debe corresponder a un período de cosecha y procedencia.

Madurez fisiológica: Un término general para la etapa en el ciclo de vida de una semilla cuando el desarrollo se completa y los componentes bioquímicos necesarios para que todos los procesos fisiológicos están activos o listos para ser activados.

Pericarpio: En Angiospermas, una pared del fruto que se desarrolló de la pared del ovario; puede ser seco, duro, o carnoso.

Plántula: Planta obtenida por la germinación de semilla o por cualquier método de propagación vegetativa y que aún no ha sido establecida en campo.

Plántulas anormales: En análisis de semilla, las plántulas que no poseen todas las estructuras normales necesarias para el crecimiento, y que no muestran la capacidad para un desarrollo continuo.

Plúmula: Yema primordial del embrión de una planta, situado en el ápice del hipocótilo; parte del eje de la plántula por encima de los cotiledones, compuesta de hojas y un epicótilo que se alarga para formar el tallo primario.

Post- madurez: Procesos fisiológicos en semillas (o bulbos, tubérculos y frutos) después de la cosecha o abscisión, que ocurren previo a y son a menudo necesarios para la germinación o reanudación del crecimiento bajo condiciones externas favorables.

Procedencia: Origen geográfico y/o genético de un individuo.

Prueba de procedencia: Prueba experimental que se establece con semilla sexual o asexual introducida a una nueva área geográfica, con el fin de determinar el mejor germoplasma para uno o más caracteres; en el caso se semilla asexual también se puede denominar prueba clonal.

Prueba de progenie: Prueba experimental que se establece para estimar el valor genético de un árbol a partir del desempeño de su descendencia, para uno o varios caracteres.

Pruebas de calidad de semillas forestales: Grupo de ensayos estandarizados que se efectúan a la semilla para su calidad física y fisiológica antes de su comercialización.

Pureza: Proporción de semilla limpia, intacta de la especie designada en un lote de semillas, generalmente expresada como un porcentaje por peso.

Radícula: Parte del eje de un embrión que al desarrollarse constituye la raíz primaria.

Semilla: Un óvulo maduro que contiene un embrión y tejido nutritivo y está envuelto en capas protectoras de tejido (testa).

Semilla germinada: semilla sometida a germinación que exhibe la radícula y/o plúmula cuyo estado de desarrollo permite su selección.

Semilla llena: Semilla con todos los tejidos esenciales para la germinación.

Semilla no germinada: semilla recolectada y/o almacenada en condiciones que permitan mantener su calidad.

Semilla sana: Una semilla que contiene en condición viable todos los tejidos necesarios para la germinación.

Sistema de almacenamiento de semilla: Método utilizado para almacenar la semilla forestal con el fin de garantizar su viabilidad y calidad sanitaria.

Sistema de riego: Sistema planificado y diseñado que suministra agua en cantidad y calidad suficiente para garantizar el óptimo crecimiento y desarrollo del material vegetal.

Sustrato: Material sólido de origen natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor de forma pura o mezclado, permite el desarrollo y anclaje del sistema radicular de la plántula. El sustrato puede intervenir o no en la nutrición de la planta.

Tegmen: La capa interna de la semilla, generalmente delgada y delicada.

Testa: Capa protectora externa de una semilla derivada de las integumentos del óvulo (sinónimo espermoderma). Cuando hay dos capas, la externa gruesa es la testa y la capa delgada interna es el tegmen.

Viabilidad de la semilla: Capacidad que tiene la semilla de germinar en condiciones favorables, siempre que se interrumpa la latencia que pueda existir.

Viabilidad: El estado de ser capaz de germinar y consecuente crecimiento y desarrollo de la plántula.

Vigor: Aquellas propiedades de la semilla que determinan el potencial para la emergencia y desarrollo rápido y uniforme de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo.

Vivero forestal: Lugar que ha sido escogido con base en criterios técnicos para producir a partir de semilla forestal plántulas para diferentes fines.

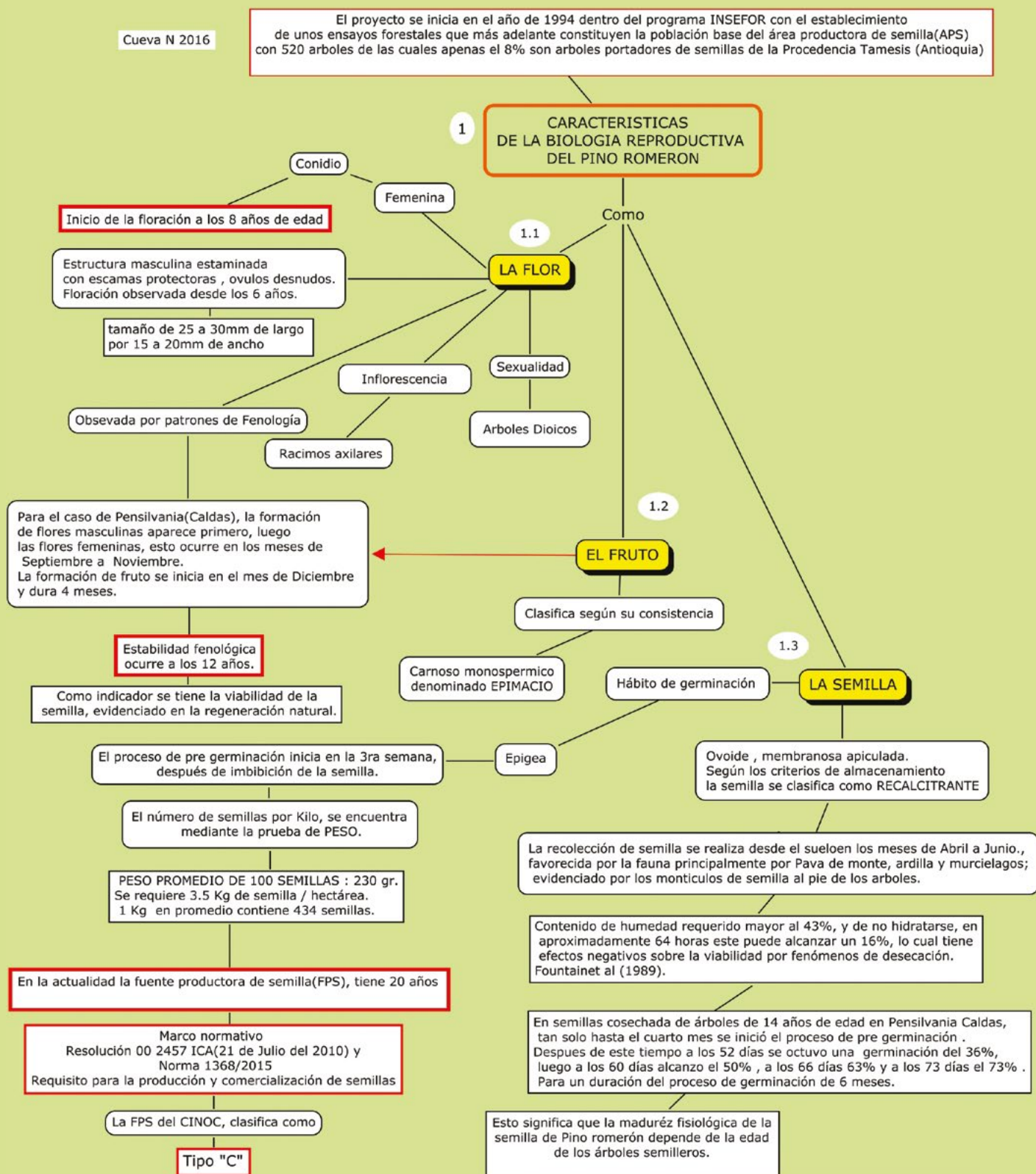
Bibliografía consultada

1. Bonner, F 2000. CATIE Técnicas para la germinación de semillas forestales. 54 pp. Unidad de producción de medios CATIE. Glosario.
2. CAR (2004). Vegetación del territorio CAR. Panamericana formas e impresos. 871 pp..
3. Ceballos, F., AJ. Lopez R., JA. 2007. Conservación de la calidad en semillas forestales nativas en almacenamiento. Cenicafe. 58(4) 265-292.
4. Cueva, N. 2016. Colegio Integrado del Oriente de Caldas. Información directa.
5. Cueva, N M, Barrios DF, Barrios TA, Nieto RV. 2013 Pino Romerón *Retrophyllum rospigliosii (Pilg) C.N. especie nativa potencial para la reforestación en zonas alto andinas de Colombia* Page Ministerio CONIF MADR CINOC 47 p
6. Diccionario Botánico de Font Quer. 1970. Editorial LABOR ,S,A(Barcelona ,Madrid,Buenos aires, Bogota, Caracas,Lisboa, Mexico, Rio de janeiro, Monrevideo
7. El semillero SAS. 2016. Catálogo y registros de producción.
8. El semillero SAS. Trabajos rutinarios en semillas y viveros con Pino Romerón sin publicar.
9. Freire, S. Gymnospermas. Facultad de ciencias naturales y museo, UNLP
10. Gomez R., M.L. 2010. Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. Vol. 1. CORANTIOQUIA.
11. Inderena 1986. Manual General sobre uso de semillas forestales. 55p
12. Marín, A, 1998. Ecología y silvicultura de las Podocarpáceas Andinas de Colombia. El sello Editorial y Smurfit Cartón de Colombia. 143 pp. Mesen, F. 1995. Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Serie Técnica 32. CONIF. 156 pp.
13. Pinto, P, Lozano, G. 1988. Flora de Colombia. Instituto de ciencias naturales, Museo de historia natural. Universidad Nacional de Colombia. Imprenta Nacional.
14. Resoluciones Instituto Colombiano Agropecuario ICA: Numero 2457 de 2010, 3168 de 2015 y 03973 de 14/04/2016
15. Sierra, R. 2016 Geoambiente Ltda. Información directa.
16. Trujillo, E. 2013. Guía de Reforestación. Dayber Medios. 283 PP.
17. Velásquez, J. ICA 2015. Curso Nacional de Viveros Forestales. Fedecafé / El semillero SAS. Octubre 2015.

Anexo

Esquema de reproducción de la especie

Generalidades de la FPS de Pino romerón en Pensilvania Caldas.





Sistema lineal
Pino romerón CTT La Granja.

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

PINO ROMERÓN

Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N. Page



COLEGIO INTEGRADO NACIONAL ORIENTE DE CALDAS

Institución Redefinida Según Resolución del MEN No.6453 de julio 23 de 2010

Establecimiento Público del Orden Departamental Ordenanza: 554 de 2006

