



---

APUNTE

## **Informe de Gira Técnica: Utilización de técnicas nucleares para mejorar la adaptación y la productividad de especies forestales frente al cambio climático.**

Patricio Rojas Vergara<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Forestal, sede Metropolitana

\*Autor para correspondencia (arial 8)

DOI: <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2023.587>

Recibido: 05.11.2022; Aceptado: 10.01.2023

---

### **RESUMEN**

El Instituto Forestal (INFOR), con financiamiento de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA), con sede en Viena, Austria, y el apoyo de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México (ININ) está desarrollando el proyecto CHI5052 Utilización de Técnicas Nucleares para Mejorar la Adaptación y la Productividad de Especies Forestales Frente al Cambio Climático.

Dentro del marco del proyecto indicado el autor, investigador de la línea de investigación Conservación y Mejoramiento Genético de INFOR, realizó en el mes de mayo de 2022 una gira técnica a México durante la cual visitó el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma de Chapingo y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con el objeto de conocer los avances en la aplicación de las tecnologías nucleares para enfrentar los efectos del cambio climático en los bosques nativos y exóticos.

En el presente documento se describen las instituciones mexicanas y sus actividades relacionadas al tema del proyecto CHI5052.

**Palabras clave:** Técnicas nucleares, Adaptación, Productividad, Especies forestales.

### **SUMMARY**

The Forest Institute (INFOR), with financing from the International Atomic Energy Agency (IAEA), based in Vienna, Austria, and the support of the Chilean Nuclear Energy Commission (CCHEN) and the National Institute of Nuclear Research of Mexico (ININ) is developing the project CHI5052 Use of Nuclear Techniques to Improve the Adaptation and Productivity of Forest Species to face the Climate Change.

Within the framework of the indicated project, the author, a researcher in INFOR's Conservation and Genetic Improvement research line, made a technical tour to Mexico in May 2022 during which he visited the National Institute for Nuclear Research (ININ), the National Forestry Commission (CONAFOR), the Protector of Forests of the State of Mexico (PROBOSQUE), the National Institute of Forestry and Agricultural Research (INIFAP), the Autonomous University of Chapingo and the Michoacana University of San Nicolás de Hidalgo, in order to know the advances in the application of nuclear technologies to face the effects of climate change in native and exotic forests.

This document describes the Mexican institutions and their activities related to the theme of the project CHI5052.

**Keywords:** Nuclear techniques. Adaptation and productivity of forest species.

---

## INTRODUCCIÓN

El Instituto Forestal (INFOR), con financiamiento de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA), con sede en Viena, Austria, y el apoyo de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México (ININ) está desarrollando el proyecto CHI5052 Utilización de Técnicas Nucleares para Mejorar la Adaptación y la Productividad de Especies Forestales Frente al Cambio Climático.

Dentro del marco del proyecto indicado el autor, investigador de la línea de investigación Conservación y Mejoramiento Genético de INFOR, realizó en el mes de mayo de 2022 una gira técnica a México durante la cual visitó el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma de Chapingo y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con el objeto de conocer los avances en la aplicación de las tecnologías nucleares para enfrentar los efectos del cambio climático en los bosques nativos y exóticos.

El objetivo del proyecto es mejorar el establecimiento y la productividad de los árboles forestales incrementando su capacidad de resistencia a la sequía y a la aparición de enfermedades mediante el uso combinado de irradiación y biología molecular. Dentro de proyecto INFOR recibió la donación de un completo laboratorio de biología molecular, cuyo establecimiento se está completando en la Sede Bio Bio de la institución, y ya se han realizado algunas evaluaciones de germinación de semillas de árboles forestales sometidas a bajas dosis de radiación gamma.

Se considera que México lidera las investigaciones a nivel latinoamericano en diferentes ámbitos de la aplicación de tecnologías nucleares, como salud, alimentos y agricultura, y actualmente en el área forestal. El itinerario contempló visitas a laboratorios relacionados con el empleo de la biotecnología para propagación in vitro y de tecnologías nucleares como la irradiación gamma (hórmesis y mutagénesis) en semillas y otros materiales vegetativos para mejorar la germinación y el crecimiento de las especies nativas para enfrentar y mitigar los efectos del cambio climático en ecosistemas nativos y plantaciones forestales.

ININ México y CCHEN Chile han tenido una estrecha colaboración en investigación sobre aplicación de Técnicas Nucleares en Agricultura y Alimentación desde hace 7 años, lo que ha propiciado el intercambio de diversas visitas científica de investigadores de uno y otro país en el marco de esta colaboración desde el año 2014. La experiencia sobre radio hórmesis generada en México en pinos, puede aplicarse a eucaliptos, así como a otras especies forestales, ampliado el ámbito de aplicación tanto en materia de especies como de hábitat, generando información científicamente innovadora.

Uno de los postulados fundamentales de los proyectos de cooperación técnica del IAEA se orienta a que los países participantes busquen la sostenibilidad de los proyectos, por lo que la colaboración ININ-CCHEN-INFOR a través de la formulación de proyectos conjuntos constituye una opción viable para la continuidad de la línea de investigación relativa al estudio de la aplicación de las técnicas nucleares en la agricultura y alimentación, los cuales podrían ser postulados a *entidades internacionales*, como FAO, IAEA, AMEXCID (Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo).

## OBJETIVOS DE LA GIRA TÉCNICA

- Conocer los avances que se tienen en México sobre la aplicación de técnicas nucleares en la producción de especies forestales desde el punto de vista hormético y de inducción de variabilidad.
- Intercambiar experiencias sobre aplicación de técnicas nucleares en el área forestal aplicadas a la conservación y mejoramiento genético, así como a la producción intensiva de especies forestales.
- Propiciar la elaboración conjunta de proyectos de investigación sobre aplicación de técnicas nucleares en agroforestería para someterlos a entidades internacionales.

## ORGANIZACIONES E INVESTIGADORES VISITADOS

En los puntos siguientes se resumen las visitas a las distintas organizaciones mexicanas, los contactos con investigadores y los temas tratados.

### **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES (ININ). OCOYOACAC, ESTADO DE MÉXICO**

Esta visita tuvo como fin conocer las instalaciones y equipos, y las actividades que se realizan en relación al fitomejoramiento con énfasis en el mejoramiento de árboles forestales (*Abies religiosa* y *Prosopis spp.*), y realizar una práctica de irradiación en equipos Gamacell 220, para pruebas de radiosensibilidad.

Se sostuvo reuniones de trabajo con el equipo de investigación de INN relacionado con las tecnologías nucleares; Dr. Luis Robledo Arratia, Biól. Josefina González Jiménez, M C. Juan Manuel García Andrade y Dr. Eulogio de la Cruz, y se expuso el proyecto en desarrollo en Chile CHI5052.

Entre las instalaciones de investigación del ININ visitadas fue posible conocer:

- Laboratorio de Fitomejoramiento
- Invernadero
- Laboratorio de Biología Molecular
- Laboratorio de propagación de plantas de *Abies religiosa* y *Prosopis spp.* en el Departamento de Irradiación Gamma.

Entre las posibilidades de colaboración discutidas surgió la de generar un Proyecto Regional relacionado con la aplicación de tecnologías nucleares en el mejoramiento genético forestal para mejorar la tolerancia a la sequía, plagas y enfermedades de los ecosistemas nativos frente al cambio climático, para el cual se buscaría financiamiento en diferentes fuentes internacionales.

Se conversó con la Biól. Josefina Gonzalez la posibilidad que ININ colabore en la determinación del LD30 y LD50 de las especies *Eucalyptus globulus* y *Quillaja saponaria* incluidas en el programa de mutagénesis diseñado por el Dr. Brian Forster, experto del IAEA en el proyecto CHI5052. Para esto se considera enviar las semillas para que sean irradiadas en ININ.

En la visita al Laboratorio de Fitomejoramiento y Propagación de Plantas se pudo observar el trabajo de mejoramiento genético por mutagénesis en oyamel (*Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et Cham) y la evaluación de diferentes dosis de radiación gamma (1, 3 y 5 Gy) para evaluar el efecto morfológico en las plantas irradiadas. El color y disposición de las ramas y las acículas demuestran el efecto de la radiación. *Abies religiosa* es una especie de gran importancia económica, sobre todo como ornamental (árboles de navidad). De la misma se obtiene la trementina, que posee valor medicinal, y la corteza de árboles viejos es utilizada para carbón.



**Figura 1.** Plantas mutantes M1 de *Abies religiosa* con diferentes dosis de radiación gamma (1,3,5 Gy) evaluadas a los 3 meses de edad y con morfologías de ramas y acículas diferentes a la especie pura (izquierda) y plantas mutantes M1 de *Dracaena* (*Sansevieria*) planta de uso ornamental(derecha).

Respecto de observaciones al proyecto CH5052:

- Las aplicaciones de la radiación gamma pueden ser en forma de semillas o *in vitro*, siendo esto último de mejor resultado por cuanto puede capturar el total de la heredabilidad genética (varianza genética aditiva y no aditiva).
- La dosimetría semiletal LD30 y LD50 puede estar asociada al material genético específico (ejemplo, la procedencia geográfica de la colecta de la semilla, la familia o el clon).
- Una vez determinada la LD30 y LD50 de las especies *Eucalyptus globulus* y *Quillaja saponaria*, ¿será necesario determinar por separado la dosimetría de los 10 clones elite de la primera especie y los 2 de la segunda?

El cultivo de tejidos comprende la micro propagación, el aislamiento y cultivo de embriones, la regeneración a partir de callo o de suspensiones celulares, el cultivo de protoplastos, anteras y microesporas. Estas técnicas se están utilizando en particular para la multiplicación de plantas en gran escala. La micro propagación ha resultado especialmente útil en la producción de material mutagénico.



**Figura 2.** Plantas *in vitro* a ser sometidas a diferentes dosis de radiación gamma .

El estudio de radio sensibilidad consiste en someter a un organismo (material vegetal, como semillas, polen, cultivo *in vitro*) a dosis crecientes de radiaciones gamma con la finalidad de evaluar su efecto en diferentes variables de desarrollo de las plantas, como por ejemplo supervivencia, rango de dosis que induce efecto de hórmesis, dosis letal media LD50, así como dosis que inducen reducción en crecimiento LD30. El estudio de radio sensibilidad puede efectuarse a través de la evaluación de caracteres morfológicos externos, sin embargo, debido a que no todas las mutaciones en el ADN son expresadas a

través del fenotipo, el uso de marcadores moleculares permite visualizar diferencias tangibles entre secuencias de plantas mutadas.

Los rayos gamma y los rayos X son los más empleados en mejoramiento. Sin embargo, no basta seleccionar el tipo de radiación a usar, deben tomarse en cuenta otros factores como radiosensibilidad, intervalo de dosis y forma de aplicación, para lograr los objetivos planteados. Para explicar estos factores, se debe entender qué es una dosis de radiación. Se entiende por dosis la cantidad de energía absorbida por el material irradiado, la cual se mide en unidades llamadas grays.

El Gammacell 220 es un irradiador de investigación totalmente autónomo, diseñado para proporcionar un campo de irradiación gamma de alta intensidad. No se necesitan requisitos de blindaje adicionales para operar la unidad de manera segura. Se pueden proporcionar tasas de dosis de exposición de hasta 2,0 x 10<sup>6</sup> roentgens por hora en el punto medio de la cámara de irradiación con una fuente de carga nominal de 23.000 curies de cobalto-60.

Componentes del Gammacell 220:

- Escudo de radiación: El escudo de radiación consiste en una gran barrera de plomo revestida de acero con provisión para albergar la fuente de cobalto.
- Fuente radiactiva: La fuente Cobalto 60 consta de hasta 48 elementos de fuente lineal espaciados equitativamente en un bastidor de acero inoxidable para formar una capa cilíndrica radiactiva o anillo de 8¼ pulgadas (20,9 cm) medido entre los centros de los elementos opuestos. Cada elemento lineal consta de un lápiz de acero inoxidable soldado lleno de Cobalto-60 en forma de cobalto metálico.
- Cajón: El cajón está ubicado en el centro del escudo de radiación y es accionado eléctricamente en forma vertical a través del centro de la fuente. El material a irradiar se coloca en la cámara de muestra, luego se baja a la posición de irradiación, es decir, la cámara de muestra está en el centro de la fuente.



**Figura 3.** Práctica de irradiación en equipos Gamacell 220, para pruebas de radiosensibilidad en plantas de cultivo *in vitro* y semillas.

Respecto de observaciones para el proyecto CH5052:

- Qué variable se considerará para las dosis semiletales de radiación gamma: ¿La germinación a 12-14 días, la supervivencia a 30 días o la supervivencia de las plantas a 60 días?

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS (INIFAP), Coyoacán, Ciudad de México**

Se visitó el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF-INIFAP), con el objeto de intercambiar conocimientos sobre técnicas de cultivo *in vitro* aplicadas a la mejora de especies forestales mediante mutagénesis radioinducida, y realizar una práctica relacionada con el cultivo *in vitro* sumergido de especies forestales (*Prosopis spp*). Equipo: Sistema de inmersión temporal RITA®

El trabajo más relevante desarrollado en INIFAP ha sido la investigación que se detalla a continuación:

**Castillo Martínez, C. R.; García Campusano, F.; Vallejo Reyna, M.; Reyes Martínez, I. y de la Cruz Torres, E. (2018).** Mutagénesis de Material *In Vitro* de *Pseudotsuga Menziesii* y Obtención de Líneas Mutantes.

Su objetivo fue generar líneas mutantes de menor porte de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), partiendo de material seminal y vegetativo expuesto a diferentes dosis de rayos gamma.

Se empleó un diseño completamente al azar, se irradiaron con una fuente de rayos gamma semillas y embriones aislados de *P. menziesii*, se determinó la DL50 para cada tipo de tejido 15 y 18 Gy, respectivamente. Se irradió un total de 750 explantes, se evaluó su crecimiento a los 60 días seleccionando los individuos que mostrara una reducción del crecimiento mayor al 30% para poder multiplicar las líneas *in vitro*, se evaluó el medio óptimo recomendado para la especie con la combinación de dos reguladores de crecimiento y tres concentraciones para determinar cuál generaba el mayor número de brotes por explante. El crecimiento se midió y se comparó con respecto al testigo por la prueba de Tukey a un nivel del 5% de confianza.

Se encontró que la dosis de 12 Gy en tejidos vegetativos propagados *in vitro* permite generar mutaciones que pueden dar origen, según el objetivo de la selección a líneas mutantes de interés, para este estudio fue la reducción del crecimiento, se logró seleccionar tres líneas mutantes y determinar un medio para multiplicar las líneas generadas.

Limitaciones del estudio y observaciones respecto del CHI5052:

- Los programas de mejoramiento genético en especies forestales deben ser proyectados a largo plazo, las mutagénesis son aleatorias, además de generar quimeras que pueden dificultar la fijación del carácter seleccionado.

**PROTECTORA DE BOSQUES DEL ESTADO DE MÉXICO (PROBOSQUE)**

Esta visita tuvo por objeto analizar rasgos cuantitativos y cualitativos a tener en cuenta durante experimentos de mutagénesis radioinducida y efectuar una práctica de evaluación de caracteres morfológicos de *Pinus spp* sometidos a irradiación gamma *in situ*.

Se sostuvo reuniones con autoridades e investigadores de PROBOSQUE ([http://probosque.edomex.gob.mx/acerca\\_probosque](http://probosque.edomex.gob.mx/acerca_probosque)). Para el Estado de México preservar el entorno ecológico es una prioridad, por ello la voluntad de fortalecer la participación social en la tarea de conservar y desarrollar los recursos forestales es el motivo del actuar de PROBOSQUE, que mediante sus áreas operativas se orienta a un solo objetivo que es lograr el desarrollo forestal sustentable de la entidad. PROBOSQUE es un Organismo Público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio, creado en 1990 y sectorizado a la Secretaría del Campo a partir del 29 de septiembre de 2020. Actualmente cuenta con el Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de México 2005 - 2025, plan rector del sector con planeación a corto, mediano y largo plazo.

La visita incluyó laboratorios, el banco de germoplasma de especies forestales, ensayos de introducción de especies y el programa de mejoramiento genético forestal pertenecientes a PROBOSQUE.



**Figura 4.** Vista general de los viveros de producción de plantas de semillas de *Pinus* spp y banco de germoplasma.

- En la década de los noventa, fueron establecidas 15 áreas semilleras de *Pinus pseudostrabus*, *Pinus montezumae*, *Abies religiosa* y *Pinus hartwegii*, principalmente, y también 28 huertos semilleros sexuales de *Pinus pseudostrabus*, *Pinus montezumae*, *Pinus greggii* y *Pinus teocote*.
- Posteriormente 2 Huertos semilleros clonales de *Pinus patula* y *Pinus greggii*
- Respecto de ensayos de introducción de especies, fueron probados *Pinus patula*, *Pinus greggii* y *Pinus pseudoestrobis* y en eucaliptos (2013) *Eucalyptus nitens* (procedencia Monteaguila, Chile), *Eucalyptus saligna* (procedencia SAPPI, Sudáfrica), *Eucalyptus macarthurii* y *Eucalyptus regnans*.



**Figura 5.** Ensayo de introducción de especies *Eucalyptus saligna* (izq.), Huertos semilleros clonales de *Pinus* spp (der.).

El sistema RITA® nutre y oxigena los cultivos de plantas mediante inmersión intermitente de un medio de cultivo líquido. El recipiente con un volumen de 0,9 L suspende los cultivos mediante un disco de tipo cesta.

Al bombear aire filtrado estéril a baja presión a la cámara, hace que el medio líquido se dirija hacia arriba y bañe el cultivo.

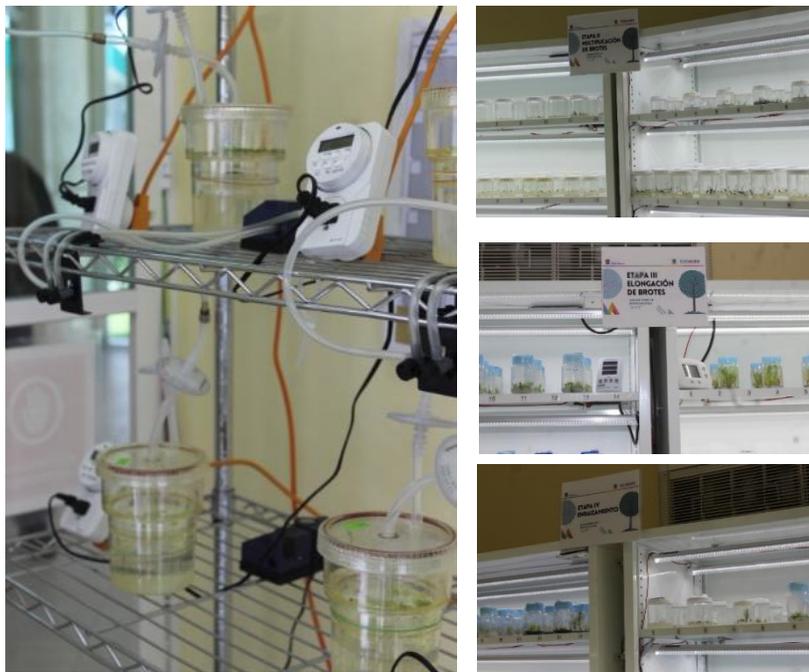
El flujo de aire oxigena y agita el medio. Cuando se apaga el flujo, la presión cae y el medio regresa al fondo del recipiente.

Todos los componentes son esterilizables en autoclave y reutilizables.

Usando válvulas de solenoide y colector, una bomba de aire puede operar varios recipientes automáticamente.

El sistema de inmersión temporal RITA® para cultivo de plantas *in vitro* asegura mejores rendimientos en comparación con el cultivo en un medio de gel.

- Manipulación sencilla de plantas y medios
- Nutrición mejorada: la planta está en estrecho contacto con el medio durante el proceso de inmersión
- La planta está cubierta por una película capilar (Polisulfona) durante el período restante de su inmersión.
- Marcada reducción de la asfixia
- Renovación completa de la atmósfera cultural en cada inmersión
- Control de procesos morfológicos modificando la frecuencia y duración de la inmersión



**Figura 6.** Sistema RITA®. Etapas del cultivo *in vitro*. I. Germinación. II. Multiplicación de Brotes. III Elongación de brotes. IV Enraizamiento.

## COMISIÓN NACIONAL FORESTAL CONAFOR

Objetivo de la visita fue intercambiar experiencias con los productores de la Reserva Forestal Multifuncional sobre producción forestal comercial, reducción de la deforestación, diversificación de productos como madera, aceites, árboles de navidad, conservación de suelos, captura de carbón, plantas

medicinales y sustentabilidad. La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) fue creada por decreto presidencial el 4 de abril del 2001, es un Organismo Público Descentralizado cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes, programas y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable.

### Reserva Forestal Multifuncional CONAFOR, Puebla.

Se conoció prácticas relativas a la conservación de la biodiversidad en bosques bajo gestión sostenible. Plantación de *Pinus montezumae* en curvas de nivel después de la cosecha. Los ejidos (comunidades y pymes forestales) están muy involucrados en las buenas prácticas para el manejo sustentable del bosque nativo mejicano, el recurso hídrico (instalación de gaviones), el cuidado de la regeneración de los bosques y la protección de la erosión (plantación en curvas de nivel)



Figura 7. Plantación de *Pinus montezumae* en curvas de nivel en Puebla.

### Bosque de Niebla, Michoacán

En las regiones montañosas del centro de México, existe un tipo particular de bosque muy diverso y complejo, reducto de grandes bosques anteriores a las glaciaciones, que ha sido definido por investigadores como una selva bajo un bosque templado, de gran humedad ambiental y que entre otros nombres ha sido denominado Bosque de Niebla, el cual presenta una extraordinaria biodiversidad y belleza.

### UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO, ESTACIÓN FORESTAL ZOQUIAPAN

Se visitó la estación forestal experimental donde se evalúa la influencia de la cobertura, la pendiente y la profundidad en el carbono y el nitrógeno del suelo, con el objetivo de promover la sostenibilidad y se compartió con investigadores de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo en esta estación experimental.

Se conoció prácticas sobre la influencia de la cobertura, la pendiente y la profundidad, sobre el carbono y el nitrógeno del suelo en parcelas forestales y se pudo apreciar que en estos ecosistemas nativos el cambio climático tiene un efecto en la aparición de insectos que afectan la supervivencia de los árboles, situación similar a lo que ocurre con el bosque nativo chileno.

Se visitó también un campo experimental donde se evalúa la diversidad genética de *Eucalyptus* y se pudo compartir conocimientos sobre el mejoramiento genético de especies de este género.

Se sostuvo reuniones con investigadores de la División de Ciencias Forestales de la Universidad de Chapingo, Chapingo México, se conoció ensayos de injertación de *Pinus* en invernaderos y algunas prácticas de evaluación de la diversidad de especies de *Pinus* en *Arboretum* del Campo Experimental, Chapingo.



**Figura 8.** Visita a Universidad de Chapingo.

Finalmente se participó en un encuentro con investigadores del posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, se presentó el proyecto CHI5052 y se tuvo la oportunidad de intercambiar opiniones sobre este.

**IAEA**  
International Atomic Energy Agency

National Project Document Template  
Country Name CHILE  
Priority No. CH2018005

**Nuclear techniques to improve the adaptation and productivity of forest species facing climate change**

**INFOR**

**Objetivo General**  
Contribuir a bosques saludables y sostenibles en el marco de la Política Forestal Chilena (2015-2035)

**Objetivo Específico**  
Mejorar la productividad y adaptabilidad de las especies forestales afectadas por el cambio climático.

**PRODUCTOS**

- Recursos humanos capacitados en técnicas nucleares y en selección genética asistida para el mejoramiento de árboles.
- Incorporación de nuevas tecnología para la generación de nuevo material genético.
- Obtención de semillas y clones adaptados al cambio climático

La galería de imágenes muestra: un paisaje forestal, un laboratorio con equipos científicos, un árbol joven en un vivero, y un cultivo de plantas en un invernadero.

**Figura 9.** Presentación de proyecto CHI5052 en Colegio de Postgraduados de Montecillo.

### VISITA A PURHÉPECHA PLATEAU, MICHOACAN

Se realizó una visita de campo sobre Ecosistemas Forestales y Manejo Ambiental Sustentable en los Bosques Templados Lluviosos de la Meseta Tarasca en el Estado de Michoacán con productores de la región e investigadores del INIFAP.

Se revisaron las estrategias para promover el desarrollo forestal a través de las políticas gubernamentales en Michoacán.

Se visitó también la Comisión Estatal Forestal de Michoacán (COFEM). Con el propósito de obtener información sobre estrategias de caracterización, conservación y mejoramiento de árboles forestales en el altiplano Purhépecha se visitó el Tecnológico Nacional. Campus Purhépecha, y se sostuvo encuentros con autoridades e investigadores de este campus.

### UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Se visitó la Facultad de Agrobiología UMSNH y el Nuevo San Juan Paranguaricutiro, en relación a experiencias relacionadas con Invertir en recursos comunes para el desarrollo inclusivo y sostenible, con productores e investigadores de la UMSNH e INIFAP, y se recorrió el Campo Forestal Experimental INIFAP.

Fue posible conocer enfoques para el manejo forestal sustentable en áreas comunales por parte de pequeños productores en temas relacionados con selección de material genético, propagación, establecimiento y aprovechamiento de los recursos forestales, principalmente de especies de *Pinus*.

**PROFESIONALES E INVESTIGADORES CONTACTADOS DURANTE LA GIRA TÉCNICA**

<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>
Dra. Verónica Elizabeth Badillo Almaraz	ININ. Directora de Investigación Científica
Dra. Norma Alicia Hernández Beltrán	ININ. Gerente de Ciencias Básicas
Dr. Luis Robledo Arratia	ININ. Jefe del departamento de Biología
Biól. Josefina González Jiménez	ININ. Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales. Depto. Biología
M C. Juan Manuel García Andrade	ININ. Proyecto Fitomejoramiento. Depto. Biología
Ing. Roberto Raya Arredondo	ININ, Reactor Nuclear
Dr. Rogelio Flores Velázquez	INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF) DIRECTOR
Dr. Carlos Román Castillo Martínez	INIFAP. Responsable Laboratorio de Biotecnología CENID-COMEF
Dra. Florencia García Campuzano	INIFAP. Responsable Laboratorio de Biología Molecular Forestal
MC. Gaudencio Benítez Molina	PROBOSQUE- Titular de la Unidad de Conservación de Suelos Forestales
Ing. José Alfonso García Hernández	PROBOSQUE. Director de Restauración y Fomento Forestal
Ing. Iván Delfino Gómez Patiño	PROBOSQUE. Jefe de Departamento de Producción de Planta
Geog. Sergio Cuevas Solorzano	PROBOSQUE. Jefe de Departamento de Apoyo a las plantaciones Comerciales
C.P. Bernardo Iván Calderón Contreras	PROBOSQUE. Jefe de Departamento de Asistencia Técnica a la Producción Forestal
MC Armandina de la Cruz Olvera	PROBOSQUE. Jefa del Laboratorio de Biotecnología Forestal
Ing. Norberto Sánchez Martínez	TECSSAGRO. Tecnología Sustentable al servicio del Agro.
Dr. Carmen Ayala Sosa	Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales DICIFO. Profesor
M.C. David García Cántora	Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales DICIFO. Director de Investigación
Ing. Héctor Daniel Camacho Gurrola	Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales DICIFO. Jefe del Vivero
Ing. Isaac Ramírez Barraza	Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales DICIFO. Estación experimental Zoquiapan
Dr. Hugo Ramírez Maldonado	Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales DICIFO. Investigador
Dr. Javier Santillán Pérez	Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales DICIFO. Subdirector de Investigación y Servicio
Dr. Enrique Serrano Gálvez	Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales DICIFO. Director
Ing. Jorge Espejel Morales	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Productor de árboles de navidad, ecoturismo y asesor del Ejido de Atlatlauhualquitepec, Puebla
Ing. Manuel Morales Martínez	Presidente de la Asociación Regional de Silvicultores de Chignahuapan, Zacatlán, Puebla. Ejido Llano Verde, Chignahuapan, Puebla
Dr. Jesús Vargas Hernández	Colegio de Postgraduados
Dr. José Donaldo Ríos	Colegio de Postgraduados
Dr. Carlos Ramírez Herrera	Colegio de Postgraduados
Dr. Marcos Jiménez casas	Colegio de Postgraduados
Dr. Héctor de los Santos	Colegio de Postgraduados
Dr. Jesús García Magaña	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología
Dra. Patricia Delgado Valerio	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología
Dra. Martha Elena Pedraza Santos	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología. Experta en orquídeas
Ing. Fidel Carrillo Quiroz	Director de Delegaciones Regionales de SADER
M.C. Gregorio Anguiano Echevarría	Asesor Forestal, Ejido Nuevo San Juan Parangaricutiro. Michoacán
Ing. Francisco Sánchez Macías	Responsable de Vivero Forestal Comunal San Francisco Cherán.

	Michoacán.
M.C Gamaliel Valdivia	Tecnológico de Los Reyes, Michoacán. Investigador en zarzamora.
M.C Eréndira Rubio Ochoa	Estudiante de Doctorado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Estudio de Radiosensibilidad en Opuntia
Lic. Diego Ayala Durán	Jefe del Departamento de Vinculación. Tecnológico Superior Purhépecha. Cherán

El autor dispone de contactos telefónicos y de correo electrónico para todos estos profesionales e investigadores. A través de él ([parojas@infor.cl](mailto:parojas@infor.cl)) pueden ser contactados.