

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN  
PARQUE NACIONAL ZOOLOGICO LA AURORA & PARQUE NACIONAL  
NACIONES UNIDAS (DEFENSORES DE LA NATURALEZA)  
PERIODO DE REALIZACIÓN  
ENERO 2013 – ENERO 2014

INVESTIGADOR: OSCAR ALBERTO ROJAS CASTILLO  
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Lic. GABRIELA ARMAS



## **SERVICIO Y DOCENCIA EDC**

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. CUADRO DE RESÚMEN DE ACTIVIDADES .....	8
2.1 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES PLANIFICADAS .....	8
2.2 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS .....	9
2.3 TOTAL DE HORAS .....	10
3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA DE EDC .....	10
3.1 ACTIVIDADES DE SERVICIO .....	10
3.2 ACTIVIDADES DE DOCENCIA .....	14
3.3 ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS .....	16
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	19
5. ANEXOS .....	19

## **INVESTIGACIÓN EDC**

1. TÍTULO.....	25
2. RESUMEN.....	25
3. INTRODUCCIÓN:.....	25
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	27
5. JUSTIFICACIÓN.....	27
6. REFERENTE TEÓRICO .....	30
6.1 Género <i>Quercus</i> : .....	30
6.2 <i>Quercus lancifolia</i> Schltl. & Cham. ....	32
6.3 <i>Quercus oocarpa</i> Liebm .....	33
6.4 <i>Quercus purulhana</i> Trel.....	34
6.5 Germinación .....	34
6.6 Micorrizas.....	35
6.7 Vivero Forestal.....	36
6.8 Reforestación .....	37
7. OBJETIVOS .....	37
6.1 Objetivo General: .....	37

6.2	Objetivos Específicos:.....	37
8.	HIPÓTESIS .....	38
9.	METODOLOGÍA .....	38
9.1	DISEÑO: .....	40
9.1.1	Población: .....	40
9.1.2	Muestra: .....	40
10.	TÉCNICAS A USAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.....	40
10.1	Recolección de Datos:.....	40
10.2	Análisis de Datos:.....	40
10.3	Instrumentos para Registro y Medición de las Observaciones: .....	41
11.	RESULTADOS.....	41
12.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	47
13.	CONCLUSIONES.....	50
14.	RECOMENDACIONES.....	51
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
16.	ANEXOS .....	53

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA

INFORME FINAL DE DOCENCIA Y SERVICIO  
PARQUE ZOOLOGICO NACIONAL LA AURORA  
PERIODO DE REALIZACIÓN  
ENERO 2013 – ENERO 2014

OSCAR ALBERTO ROJAS CASTILLO  
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Lic. GABRIELA ARMAS  
ASESOR INSTITUCIONAL: MANUEL AGREDA  
Vo. Bo. ASESOR INSTITUCIONAL:\_\_\_\_\_.



## 1. INTRODUCCIÓN

El informe final de la Práctica de EDC es un documento, que se realiza en el EDC al finalizar las actividades de docencia y servicio. Tiene como propósito dejar constancia de lo que se ha realizado a lo largo del año (primeros seis meses de práctica), además tiene como fin la introducción del estudiante al siguiente proceso, el de investigación, con el fin de que este cuente con el tiempo disponible para las actividades de la misma. Además es de gran utilidad para el estudiante ya que la elaboración de un informe final escrito le permite hacer un análisis de lo que se realizó y la presentación oral le permite socializar su experiencia personal con los profesores y sus compañeros así como fortalecer sus habilidades y destrezas en la presentación oral de proyectos (Alquijay & Armas, 2013, p. 29).

En las fechas entre Enero 2013 y Junio 2013 se brindó apoyo a dos unidades zoológicas y a una unidad botánica. En la primera fase del servicio pre-establecido se brindó apoyo a la unidad de práctica del Museo de Historia Natural por 4 hrs. diarias del 4 de febrero al 15 de febrero; en la colección de reptiles y anfibios, con el fin de mantener las colecciones en la mejor condición posible y brindar apoyo en actividades diarias, mantenimiento de la base de datos, realización de etiquetas, revisión de reactivos y frascos, etc. Para ello se empleó la metodología propuesta por el Lic. Carlos Vásquez (Asesor EDC). En la segunda parte de la práctica pre-establecida se brindó apoyo por 4 hrs. diarias del 18 de febrero al 1 de marzo. Se apoyó, a la colección botánica del Herbario BIGU, en actividades rutinarias, realización de etiquetas, revisión de la base de datos, herborización, etc. Empleando la metodología aprendida durante la carrera de Biología, con la supervisión del Lic. Carlos Avendaño. En el mes de marzo se inició la siguiente sección del EDC la cual se llevó a cabo por un tiempo aproximado de 385 hrs (es decir el 40% de las 960 hrs. asignadas a prácticas de EDC elegidas por el estudiante). Al ser está el Zoológico la Aurora las actividades que se llevaron a cabo fueron: En servicio, el cuidado diario de los animales del Depto. Educativo que involucra la limpieza de jaulas, recipientes de comida y animales (ver anexo No. 1). Se alimentó a los animales y se apoyó en su entrenamiento; con fin de emplear animales entrenados en charlas educativas. Se apoyó con material interactivo en los recorridos lo que disminuyó la monotonía de los mismos. También se trabajó con las colecciones de huesos y plumas presentes en el Depto. para contar con una ordenada y etiquetada colección zoológica de cráneos, plumas. Se apoyó al departamento técnico en la realización de juguetes y otros artefactos para el enriquecimiento de los animales.

Cada dos meses se presentó de forma oral y escrita informes, reportando las actividades realizadas y los resultados obtenidos. Durante estos meses también se llevó a cabo parte de la fase de investigación, logrando elaborar un protocolo para la investigación "Pruebas de germinación de organismos del género *Quercus*", el cual se ejecutara en las fechas posteriores al mes de Junio y abarcarán las horas restantes del EDC, (es decir 575 hrs.) En la Institución de Defensores de la Naturaleza, específicamente con la Alianza de Pino-Encino para

que en un futuro pueda disminuirse el estado crítico de la eco-región pino-encino (Alianza Pino-Encino, 2003).

## 2. CUADRO DE RESÚMEN DE ACTIVIDADES

Explicación Porcentual	% totales	Porcentaje de Servicio no pre-establecido, docencia e Investigación	Horas	
<b>Total de la práctica de EDC</b>	100 %			1040 hrs
<b>Servicio pre-establecido</b>	7.7 %			80 hrs
<b>Total de la práctica - Servicio preestablecido</b>	92.3 %	100%	960 hrs	
<b>% de Servicio y Docencia</b>	37 %	40 %	384 hrs	
<b>% de Investigación</b>	55.3 %	60 %	576 Hrs	

### 2.1 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES PLANIFICADAS

Programa/ Actividades	Fecha Propuesta	Horas EDC Asignadas	Horas EDC Realizada s	Horas EDC acumulad as	% según tiempo propues to
Realización de Etiquetas para especímenes	5/02/2013- 15/02/2013	8 hrs	8	8	10.00
Preparación de ranas para futura introducción a Colección Zoológica.	5/02/2013	2 hrs.	2	10	12.50
Revisión de la calidad y la cantidad de alcohol de cada frasco de la colección de anfibios y reptiles.	6/02/2013 8/02/2013	13 hrs.	13	23	28.75
Introducción de Especímenes a Colección Zoológica:	8/02/2013 14/02/2013	15 hrs.	15	38	47.50
Brindar apoyo en el montaje de Exposición de Moluscos	15/02/2013	2 hrs.	2	40	50.00
<b>Actividades de Servicio Unidad Zoológica MUSHNAT</b>	5/02/2013- 15/02/2013	40 hrs.	40	40 hrs.	50%
Montaje de Muestras de organismos vegetales.	19/02/2013- 21/03/2013	15 hrs.	15	55	68.75



Inventariar Muestras de organismos vegetales ya montadas.	22/02/2013-25/02/2013	9 hrs.	9	64	80.00
Intercalar Muestras de organismos vegetales ya inventariadas.	26/02/2013-1/03/2013	16 hrs.	16	80	100
<b>Actividades de Servicio Unidad Botánica (BIGU)</b>	18/02/2013-1/03/2013	40 hrs.	40 (un poco más)	80	100% Pre-establecido

Cuidado de animales	Marzo-Junio	160 hrs	104 hrs	104	27.08
Mantenimiento de colección de referencia.	Abril-Junio	30 hrs	35 hrs	139	36.20
Apoyo al Depto. Técnico	Marzo-Junio	Indefinidas	18 hrs	157	40.89
Construcción de material para implementación de recorridos.	Marzo	7.5 hrs	4 hrs	161	41.93
<b>Actividades de Servicio en el Parque Nacional Zoológico la Aurora</b>		<b>197.5 hrs</b>	161hrs	161	41.93%

Charlas	Marzo-Junio	Indefinidas aprox. 50	65hrs	226	58.85
Recorridos guiados	Marzo-Junio	Indefinidas aprox. 50	30 hrs	256	66.67
Curso de estimulación temprana	Marzo-Junio	Indefinidas aprox. 50	30 hrs	286	74.48
Noches de luna	Abril-Junio	16 hrs	16 hrs	302	78.65
<b>Actividades de Docencia en el Parque Nacional Zoológico la Aurora</b>		<b>166</b>	141	302	78.65%

<b>Realización de Material escrito para Informes y protocolos de EDC</b>			80 hrs fijas	382	99.48%
--	--	--	--------------	-----	--------

## 2.2 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

Actividades de Servicio	Fecha	Horas
-------------------------	-------	-------

Apoyo al Depto. Educativo en la búsqueda de personas pérdidas en el Parque zoológico la Aurora	Marzo-Junio	5 hrs
<b>Actividad de Docencia</b>		
Curso de Etnobiología y Etnoecología	21/02/2013	1:30 hrs
Proceso de Acetólisis efectuado por el Dr. Charles Turton	28/02/2012	2 hrs
Estancia de Investigación en la Universidad Nacional Autónoma de México en la Facultad de Ciencias del Mar y Limnología	3 de Junio – 28 de Junio	160hrs
<b>Actividad de Investigación</b>		
Reunión con Lic. Rafael Ávila	22/01/2013	2 hrs
Reuniones con Lic. Rafael Ávila		4:30hrs.
<b>TOTAL</b>		<b>15 hrs.</b>
<b>PORCENTAJE TOTAL EN CONTRASTE A ESPERADO</b>		<b>114.5%</b>

### 2.3 TOTAL DE HORAS

Servicios Pre-establecidos	<b>80 hrs</b>
Servicio y Docencia en Parque Zoológico la Aurora	<b>302 hrs</b>
Realización de informes y reuniones de socialización de EDC	<b>80 hrs</b>
No Planificadas	<b>185 hrs</b>
<b>TOTAL</b>	<b>537 hrs</b>
<b>Esperadas= 40% de 960 + 80 (Pre-establecido)</b>	<b>469 hrs</b>

### 3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA DE EDC

#### 3.1 ACTIVIDADES DE SERVICIO

##### A. Actividades de Servicio Pre-establecido: Unidad Zoológica (MUSHNAT)

##### 1. Realización de Etiquetas para especímenes.

- Objetivos: Contar con un gran número de etiquetas para poder colocarle a los especímenes y de esta forma habilitarlos para la introducción a la base de datos.
- Descripción: Se empleó papel especial de algodón numerado, cordones delgados de algodón y tijeras para amarrar y cortar etiquetas numeradas y de esta forma contar con etiquetas para nuevos especímenes.
- Resultados: Aprender y familiarizarse con el método de realización de etiquetas en el MUSHNAT.
- Objetivos alcanzados: Se logró realizar un gran número de etiquetas, empleando paciencia y siendo meticulosos al efectuar dicho procedimiento.
- Limitaciones presentadas: Ninguna.

## **2. Preparación de anfibios para futura introducción a Colección Zoológica.**

- **Objetivos:** Enriquecer la colección zoológica de anfibios en el MUSHNAT.
- **Descripción:** Se introdujo un grupo de ranas en cámaras de anestesia durante aproximadamente 45 min, hasta que estuvieran muertas, posteriormente se les inyectó formalina para fijarlas, y finalmente se introdujeron en un contenedor con formalina para terminar de fijarlas.
- **Resultados:** Se propuso preparar 8 ranas para ingresarlas a la colección.
- **Objetivos alcanzados:** Se fijaron los cuerpos de 8 ranas con formalina.
- **Limitaciones presentadas:** Algunas ranas revivieron durante el procedimiento, al contarse solamente con anestesia diluida previamente utilizada.

## **3. Revisión de la calidad y la cantidad de alcohol de cada frasco de la colección de anfibios y reptiles.**

- **Objetivos:** Conservar los especímenes de la colección zoológica de referencia de anfibios y reptiles.
- **Descripción:** Para conservar la colección zoológica de referencia de anfibios y reptiles, se revisaba el nivel de alcohol de cada frasco, y si este no era el suficiente se le agregaba el volumen necesario de alcohol al 70% (mezcla que se realizaba previo a verificar el nivel), para que el organismo no se encontrara en contacto con el medio exterior, ya que este los degrada.
- **Resultados:** Conservar la mayoría de los organismos de la colección zoológicas de anfibios y reptiles del MUSHNAT.
- **Objetivos alcanzados:** Se aforaron más de 350 frascos, atrasando el proceso de su descomposición, pero algunos organismos fueron decantados por presentar una descomposición avanzada, imposibilitando su recuperación.
- **Limitaciones presentadas:** Muchos frascos contenían organismos completamente destruidos por la ausencia de alcohol en sus frascos, por lo que tuvieron que ser eliminados, además algunos frascos carecían de cierre hermético por lo que se agregó plástico a algunas tapaderas habilitando el respectivo cierre de los contenedores.

## **4. Ingreso de especímenes a Colección Zoológica:**

- **Objetivos:** Separar a los organismos de la misma especie en distintos frascos con alcohol, para introducirlos a la colección de referencia.
- **Descripción:** Con ayuda de la libreta de campo de Carlos Vásquez y con la información en las etiquetas, se separaron los organismos por especie en distintos botes y posteriormente estos fueron aforados con alcohol al 70%.
- **Resultados:** Separar aproximadamente 600 o más organismos colectados según sea su especie.
- **Objetivos alcanzados:** Se logró separar eficientemente a aproximadamente 600 organismos según su especie.

- Limitaciones presentadas: En muchos casos se acababa el alcohol al 70% pero se realizaba nuevamente una mezcla entre alcohol al 95% y agua, para contar con el material requerido completo.

## **5. Brindar apoyo en el montaje de Exposición de Moluscos**

- Objetivos: Contar con el material localizado en la USAC necesario para la ejecución de exposición de Moluscos en el MUSHNAT.
- Descripción: Se trasladaron Biombos metálicos de la Universidad de San Carlos de Guatemala al MUSHNAT.
- Resultados: Viajar a la USAC y regresar al museo con el material para exposición en menos de una hora.
- Objetivos alcanzados: Se viajó a la Universidad y se regresó al museo con el material para exposición en aproximadamente dos horas y media.
- Limitaciones presentadas: El material estaba construido a base de hierro bastante grueso, por lo que resultó una tarea bastante complicada movilizar este material. Además en ese día el edificio, donde se encontraba el material, estaba inaccesible por el bautizo de Agronomía, pero después de un largo tiempo de diálogo se pudo establecer un acuerdo, para que nos dejarán entrar.

## **B. Actividades de Servicio Pre-establecido Unidad Botánica (BIGU)**

### **1. Montaje de muestras de organismos vegetales.**

- Objetivos: Llevar a cabo el montaje de organismos,
- Descripción: Se pegaron muestras de plantas con goma en papel textcote, de una forma estética y siempre colocando la información respectiva de cada planta, con el respectivo sello del herbario.
- Resultados: Enriquecer el contenido del herbario, de una forma estandarizada y ordenada.
- Objetivos alcanzados: Se llevó a cabo el montaje de forma estética de una gran cantidad de muestras.
- Limitaciones presentadas: Ninguna.

### **2. Inventariar muestras de organismos vegetales.**

- Objetivos: Inventariar las plantas previamente montadas.
- Descripción: Se registró en la base de datos no digital del herbario, el nombre científico, colector, número de colecta, etc. De las muestras previamente montadas, colocando un sello con el número respectiva de la muestra.
- Resultados: Enriquecer el contenido del herbario, de una forma estandarizada y ordenada.

- Objetivos alcanzados: Se inventarió exitosamente un gran número de muestras.
- Limitaciones presentadas: Ninguna.

### **3. Intercalar Muestras de organismos vegetales ya inventariadas.**

- Objetivos: Intercalar en gabinetes preestablecidos las muestras previamente inventariadas, organizando el contenido del herbario.
- Descripción: Se integró la muestra montada, inventariada y con su respectiva camisa, al armario donde se encuentra el tacuche de su especie.
- Resultados: Enriquecer el contenido del herbario, de una forma estandarizada y ordenada.
- Objetivos alcanzados: Se enriqueció el contenido del herbario, de una forma estandarizada y ordenada.
- Limitaciones presentadas: Ninguna.

## **C. Actividades de Servicio en el Parque Nacional Zoológico la Aurora**

### **1. Cuidado de animales**

- Objetivo: Atender y brindar los cuidados necesarios de los animales del departamento de Educativo los cuales se enlistan en el anexo No. 1.
- Descripción: Diariamente se limpiaron las jaulas de los animales, así como sus recipientes de alimento; también se les brindó alimento y una vez por semana se sacaron a asolear a los animales. Además de forma indirecta se habitúan a los animales al trato con personas para el empleo de estos en charlas y cursos como contacto “directo” con la naturaleza.
- Resultados: Cuidar a los animales para promover una buena salud y comodidad en estos.
- Objetivos alcanzados: Se ha promovido una buena salud y comodidad a los animales con el buen cuidado que se les ha brindado diariamente.
- Problemas y limitaciones: Algunos animales han intentado atacarnos por defensa propia, como la guacamaya mientras limpiamos sus jaulas, pero no se han generado lesiones severas.

### **2. Mantenimiento de colección de referencia.**

- Objetivos: Limpieza, enriquecimiento, ordenación de la colección de cráneos y plumas del Parque Nacional Zoológico la Aurora.
- Descripción: Se llevaron a cabo preparaciones de cráneos y esqueletos, además se etiquetaron las plumas y se ordenaron las mismas.
- Resultados: Mantener una colección de referencia presentable, para que pueda emplearse en charlas y talleres.

- **Objetivos Alcanzados:** Se ha llevado a cabo la preparación de un esqueleto de *cocodrilus acutus* y se ayudó a desmantelar el cráneo y la pata de un canguro. También se está llevando a cabo la descripción de las etiquetas de las plumas.
- **Problemas y limitaciones:** Aún no se cuenta con gabinetes, pero se está tramitando para que estos sean donados al zoológico.

### **3. Apoyo al Depto. Técnico**

- **Objetivos:** Brindar apoyo en la fabricación de juguetes, alimento y otros suplementos para los animales, además de ayudar en el cuidado de animales de pediatría, y otras actividades como la de Jaulero por un día y la realización de etogramas.
- **Descripción:** Siguiendo las instrucciones del personal del depto. Técnico se fabricaron juguetes y otras cosas de utilidad para los animales, también se llevó a cabo la actividad jaulero por un día que consistió en llevar a cabo la limpieza de la jaula del elefante con ayuda del personal del depto. educativo.
- **Resultados:** Que el zoológico cuente con el equipo necesario para el enriquecimiento de los animales y en la actividad jaulero por un día, que el personal de los distintos departamentos se familiaricen con las actividades del personal de mantenimiento y de esta forma valorar más el trabajo de estas personas.
- **Objetivos alcanzados:** Una serie de utensilios de enriquecimiento fueron fabricados para el entretenimiento de mapaches (*Procyon lotor*) y monos capuchinos (*Cebus capucinus*). También se paseó a los burros de la granja. Y se llevó a cabo la importante actividad de jaulero por un día.
- **Problemas y limitaciones:** Ninguna.

### **4. Construcción de material para implementación de recorridos.**

- **Objetivos:** Apoyar con material físico para la elaboración de recorridos y además con material virtual si es necesario.
- **Descripción:** Se brindó apoyo en la realización de material para implementación en recorrido.
- **Resultados:** Llevar a cabo recorridos de una manera ordenada, entretenida y estandarizada.
- **Objetivos alcanzados:** Se han elaborado carteles simples para la facilitación de recorridos de África en niños pequeños.
- **Problemas y limitaciones:** Ninguna.

## **3.2 ACTIVIDADES DE DOCENCIA**

### **D. Actividades de Docencia en el Parque Nacional Zoológico la Aurora**

## **1. Charlas**

- **Objetivos:** Informar a personas de todas las edades sobre temas relacionados con el zoológico y el cuidado del medio ambiente.
- **Descripción:** Se brindó apoyo en charlas de animales cuya duración fue de aproximadamente 45 min. Estas se llevaron a cabo en función de ciertos temas sobre el zoológico, animales silvestres, diferencias entre los animales, el cuidado del medio ambiente o animales específicos. En cada charla se emplean recursos audiovisuales y además se cuenta con material biológico como: Plumas, huevos, cráneos, animales vivos, etc.
- **Resultados:** Participar en charlas mostrando y explicando material biológico a distintos grupos de personas.
- **Objetivos alcanzados:** Se brindó apoyo en aproximadamente en 20 charlas, de distintas formas, ya sea hablando, sosteniendo y enseñando animales a las personas a las que se les da la charla, apoyando en el orden de las mismas, y asistiendo con el material físico necesario para las charlas.
- **Problemas y limitaciones:** Ninguna.

## **2. Recorridos guiados**

- **Objetivos:** Explicar características biológicas, comportamiento, curiosidades y de algunos animales.
- **Descripción:** Se asistió al personal del Depto. Educativo en el procedimiento de recorridos guiados, de aproximadamente 1 hora, los recorridos realizados fueron: “África”, “Animales de la Granja” y recorridos en la exposición “Pingüino de Humboldt”.
- **Resultados:** Que las personas, de todas las edades puedan estar informados sobre algunos de los aspectos más curiosos sobre la biología, etología y anatomía de algunos de los animales. “Ya que uno cuida lo que ama y ama lo que conoce” (Escuela urbana mixta, 2010).
- **Objetivos alcanzados:** Se logró brindar apoyo en varios recorridos, logrando así que las personas pudieran conocer generalidades de los animales.
- **Problemas y limitaciones:** Ninguna.

## **3. Curso de estimulación temprana**

- **Objetivos:** Apoyar con el curso de estimulación temprana con el fin de brindar un mejor servicio a los niños y padres que asistan.
- **Descripción:** Se generó ayuda en el curso para niños, con manipulación de animales, apoyo en su realización y cuidado del material didáctico.
- **Resultados:** Apoyar al personal del zoológico para generar un ambiente ideal para que se lleve a cabo el curso de manipulación temprana.
- **Objetivos alcanzados:** Se ha brindado apoyo en los cursos de estimulación temprana de distintas formas: Acompañando al grupo en los recorridos, la

preparación del salón para el curso así como la ordenación y limpieza anterior y posterior al curso.

- Problemas y limitaciones: Ninguna

#### **4. Noches de luna**

- **Objetivos:** Brindar ayuda al personal del zoológico la Aurora en actividades de noches de luna.
- **Descripción:** Se apoyó en charlas de huesos, pieles y distintos animales durante las noches de luna en el Parque Zoológico la Aurora. Así también como en el orden y decoración del recinto donde se llevan a cabo las charlas.
- **Resultados Parciales:** Apoyar al personal del zoológico para la realización de las actividades de noches de luna.
- **Objetivos alcanzados:** Se logró apoyar al proyectos Noches de Luna del Parque Zoológico la Aurora, brindando charlas de huesos, pieles y distintos animales así también con decoración y orden del recinto donde se llevan a cabo las charlas del Depto. Educativo.
- **Problemas y limitaciones:** Horario de inició traslapado con el horario de clases de la Universidad.

### **3.3 ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS**

#### **A. Servicio:**

##### **1. Apoyo al Depto. Educativo en la búsqueda de personas pérdidas en el Parque zoológico la Aurora**

- **Objetivos:** Brindar apoyo al Depto. Educativo en la búsqueda de personas pérdidas en el parque Nacional Zoológico la Aurora.
- **Descripción:** Empleando megáfonos y pitos se recorrió la totalidad del parque Nacional Zoológico la Aurora repitiendo los nombres de las personas pérdidas, con el fin de encontrarlas y llevarlas a las instalaciones del Depto. Educativo.
- **Resultados:** Apoyar al Depto. Educativo en la búsqueda de personas pérdidas dentro del parque Nacional Zoológico la Aurora.
- **Objetivos alcanzados:** Se pudo apoyar al Depto. Educativo con más de 10 personas pérdidas, principalmente niños y personas de la tercera edad.
- **Limitaciones presentadas:** Ninguna

#### **B. Docencia:**

##### **1. Curso de Etnobiología y Etnoecología impartido por el Lic. Rafael Monroy.**



- **Objetivos:** Asistir al curso de Etnobiología y Etnoecología aprovechando toda la información sobre las experiencias de Lic. Rafael Monroy.
- **Descripción:** El curso expuesto trató sobre experiencias que el Lic. Monroy ha vivido como etnoecólogo.
- **Resultados:** Aprender sobre la Etnobiología y Etnoecología y cómo aplicarla a nuestra práctica profesional.
- **Objetivos alcanzados:** Se amplió el conocimiento sobre las implicaciones que se tienen al encontrarse asociados de manera profesionalmente a una comunidad. Además las implicaciones que se tienen como biólogo y como persona al efectuar investigaciones de campo en áreas donde existen comunidades humanas, ya que uno queda expuesto a sus reglas y limitaciones, por lo que se debe actuar con mucho respeto y con mucho cuidado, evitando ofensas y actitudes que puedan no ser bien vistas por la comunidad. Algunos consejos que el Lic. Monroy estableció son: Por respeto, se debe aceptar la comida que se es ofrecida, y en ocasiones se pueden otorgar algunos regalos que beneficien la relación, se debe tener una idea previa de las tradiciones y la forma de ser de la comunidad, evitando siempre el complejo de superioridad, que se observa ocasionalmente en estudiantes universitarios.
- **Limitaciones presentadas:** El horario se traslapaba con el horario de servicio pre-establecido, por lo que se habló con el Dr. Carlos Avendaño con el fin de reponer las horas del servicio pre-establecido en otro momento.

## **2. Proceso de Acetólisis efectuado por el Dr. Charles Turton.**

- **Objetivos:** Aprender la práctica del proceso de Acetólisis.
- **Descripción:** Procedimiento para determinación del polen en una muestra de suelo. Al iniciar se debe aplastar la solución de lodo con un mortero y un pistilo. Posteriormente se debe llevar a cabo una separación por diferencia de densidades está se lleva de 20 a 30 veces en el laboratorio. Consiste en que al agitar el mortero con agua y lodo, el polen (menos densidad) se quedará flotando en el agua, decantando el sustrato (lodo) que queda en el recipiente. Seguidamente se debe filtrar la solución, para esto se utiliza un tamiz plástico de 150 micras, en el cuál se filtra 2 veces. Se realiza un tercer filtrado al vacío con un kitazato en un tamiz de 7 micras. Finalmente se decanta el filtrado y se conservan las estructuras encontradas en el filtro. Las cuales se almacenan para continuación y análisis de la metodología de laboratorio.
- **Resultados:** Poder obtener muestras de polen a partir de sustrato.
- **Objetivos alcanzados:** Solamente se pudo efectuar el proceso de acetólisis pero se desconocen los resultados.
- **Limitaciones presentadas:** Al ser una práctica bastante larga, no se pudo asistir al segundo proceso por lo que solo se conoció el procedimiento y no los resultados.

### **3. Estancia de Investigación en la Universidad Nacional Autónoma de México en la facultad de Ciencias del Mar y Limnología.**

- **Objetivos:** Aprender sobre la metodología que emplean en la facultad de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM para determinación de paleo-climas.
- **Descripción:** Se trabajó inicialmente la metodología para determinar foraminíferos con muestras extraídas de núcleos de sustrato de las costas de México, estas muestras debían ser introducidas en agua con detergente por 24 hrs, se debía pesar la muestra, posterior a esto debían introducirse en el horno por 4-6hrs., después de enfriarse se pesaba el sustrato, posterior a esto debía lavarse con agua y tamizarse con presión hasta quedar solamente los granos de arenisca, que es el tamaño promedio de los foraminíferos, posterior a esto las muestras eran observadas en estereoscopios y de esta forma eran aislados manualmente los foraminíferos bentónicos de los planctónicos. También se asistió a clases de paleo-climas y metodologías de determinación de estos impartidas por la Dra. María Luisa Machaín.
- **Resultados:** Ampliar el conocimiento sobre paleo-climas y algunas de las metodologías para determinarlos.
- **Objetivos alcanzados:** Se trabajó con una muestra obtenida de la costa del Océano Pacífico de México, "facies 1", extraído mediante el buque, "Puma", perteneciente a la UNAM.
- **Limitaciones presentadas:** El precio de la estancia en México era realmente elevado, pero gracias a ahorros se pudo llevar a cabo esta enriquecedora experiencia.

### **C. Investigación:**

#### **1. Reunión con el Lic. Rafael Ávila**

- **Objetivos:** Discutir sobre las implicaciones de la investigación con el género *Quercus*.
- **Resultados:** Desarrollar el proceso experimental.
- **Objetivos alcanzados:** Llegar a un acuerdo entre el proceso que requiere mi experimentación y como esta puede estandarizarse.
- **Limitaciones presentadas:** Existe cierto retraso en el proyecto de la realización del vivero, al no contar con la autorización del empleo de fondos para el agua, que es de alta importancia en las pruebas de germinación de semillas.

#### **2. Reuniones con el Lic. Rafael Ávila**

- **Objetivos:** Perfeccionar algunos aspectos de la investigación que se llevará a cabo en el programa de EDC, biología 2013.
- **Descripción:** Se llevó a cabo una reunión con el Lic. Rafael Ávila para discutir algunos aspectos de la investigación.

- Resultados: Llegar a un acuerdo sobre la metodología a emplear y enriquecer la bibliografía de investigación.
- Objetivos alcanzados: Se logró llegar a un acuerdo, además me brindo bibliografías de mucha utilidad para el tema de investigación.
- Limitaciones presentadas: Al estar fuera de la capital la reunión se llevó a cabo por SKYPE, la primera desde Defensores de la Naturaleza y la segunda desde mi casa.

### 3. Elaboración de perfil y protocolo de Investigación.

- Objetivos: Aclarar las ideas de investigación y perfeccionarlas con el apoyo de los revisores de los mismos.
- Descripción: Se llevó a cabo varias presentaciones orales y escritas del perfil y protocolo de investigación con el fin de perfeccionar la investigación ejecutada por los estudiantes y además mejorar la habilidad de exposición oral de los mismos.
- Resultados: Llevar a cabo las presentaciones orales y escritas del perfil y protocolo de investigación
- Objetivos alcanzados: Se llevó a cabo una serie de presentaciones de la investigación a distintos licenciados, mejorando no solo el contenido de la investigación sino la habilidad de exposición oral.
- Limitaciones presentadas: Ninguna

### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alianza Pino-Encino. (2003). Ecosistema de Pino-Encino. Recuperado de: <http://www.alianzapinoencino.org/pages/ecosistema-de-pino-encino.php>

Alquijay, B & Armas, G. (2013) *Programa analítico para la realización de la práctica de EDC para los estudiantes de la carrera de Biología (p.4-7)*. Guatemala (Ciudad); Universidad de San Carlos de Guatemala.

### 5. ANEXOS

#### Anexo No. 1

#### Listado de animales del dpto. Educativo

Nombre científico	Nombre común	Cantidad
<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris	1
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán de Harris	2
<i>Elanus leucurus</i>	Milano	1
<i>Bubo virginianus</i>	Tecolote Real	1

<i>Strix virgata</i>	Tecolote de montaña	1
<i>Tyto alba</i>	Lechuza	1
<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	1
<i>Cacatua Goffini</i>	Cacatua goffiniana	1
<i>Cacatua alba</i>	Cacatua de sombrilla	1
<i>Brotogeris jugularis</i>	perica señorita	1
<i>Gallus gallus</i>	Gallina	1
<i>Chinchilla chinchilla</i>	Chinchilla	2
<i>Cavia porcellus</i>	Cuyo	2
<i>Petaurus breviceps</i>	Petauro	2
<i>Atelerix albiventris</i>	Erizo	10
<i>Boa constrictor</i>	Masacuata	2
<i>Caiman crocodrilus</i>	Caimán	2
<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga	1

<b>Cajas para alimentación de los animales</b>	
Cajas de ratones	
Caja de rata	
Cajas de tenebrios	



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

## INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

APARTADO POSTAL 70-305

MÉXICO 04510, D.F.

### A Quien Corresponda:

Por este medio hago constar que el estudiante Oscar Alberto Rojas Castillo, de octavo semestre de la carrera de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), realizó durante el mes de Junio del año 2013 una estancia de investigación en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde se trató el tema de Microfósiles como indicadores paleoclimáticos bajo la tutoría de la Dra. María Luisa Machain Castillo

Atentamente,

Ciudad Universitaria, D.F., a 28 de junio de 2013.

*Mrs. Luisa Machain*

Dra. María Luisa Machain Castillo  
Profesora-investigadora  
ICML-UNAM





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN  
“DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA DE 3 SUSTRATOS PARA LA GERMINACIÓN DE  
LAS ESPECIES: *QUERCUS LANCIFOLIA* SCHLTDL. & CHAM., *QUERCUS*  
*PURULHANA* TREL. Y *QUERCUS OOCARPA* LIEBM., EN EL PARQUE NACIONAL  
NACIONES UNIDAS”.  
PARQUE NACIONAL NACIONES UNIDAS  
PERIODO DE REALIZACIÓN  
ENERO 2013 – ENERO 2014

INVESTIGADOR: OSCAR ALBERTO ROJAS CASTILLO  
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Lic. GABRIELA ARMAS  
ASESOR INSTITUCIONAL: Lic. RAFAEL ÁVILA  
Vo. Bo. ASESOR INSTITUCIONAL: \_\_\_\_\_.





## 1. TÍTULO

“DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA DE 3 SUSTRATOS PARA LA GERMINACIÓN DE LAS ESPECIES: *QUERCUS LANCIFOLIA* SCHLTDL. & CHAM., *QUERCUS PURULHANA* TREL. Y *QUERCUS OOCARPA* LIEBM., EN EL PARQUE NACIONAL NACIONES UNIDAS”.

## 2. RESUMEN

El ecosistema de pino-encino de Guatemala es muy importante social y ecológicamente, ya que alberga dentro de sus límites a más de 37 pueblos indígenas, los cuales dependen de bienes como la leña para su subsistencia; y también presenta una alta biodiversidad contando con 10 especies de pino y más de 80 especies de encinos, además de un gran número de especies de flora y fauna asociadas. Lamentablemente la ecorregión se encuentra bajo mucho impacto antropogénico como resultado de la sobreexplotación de recursos como leña, subproductos, biota, etc. y debido también a prácticas con metodologías poco elaboradas que repercuten en incendios forestales y perturbación del hábitat. Como resultado de esta problemática la Alianza de Pino-encino en Guatemala ha llevado a cabo acciones que permiten un uso sostenible, incluyendo entre estas el establecimiento de viveros en distintas regiones del país, lamentablemente se carece de una metodología estándar que permita el aumento de la efectividad de producción de las plántulas. Por lo que mediante la siembra de: 1506, 828 y 705 semillas de 3 especies de encino (*Quercus lancifolia* Schtdl. & Cham., *Quercus purulhana* Trel. Y *Quercus oocarpa* Liebm.) repartidas de forma equitativa se buscó comparar la eficacia de germinación de 3 sustratos distintos (S1: Tierra + arena (8:3); S2: Tierra; S3: Tierra + Arena + Sustrato orgánico de *Quercus* (8:3:3)) para poder emplearlo en la metodología de estos viveros. Resultando el sustrato S3 como el más eficaz para la germinación de estas especies de encino, debido a su alta retención de semillas y a su textura la cual permite características óptimas en cuanto a la disponibilidad de humedad, drenaje y ventilación.

## 3. INTRODUCCIÓN:

La ecorregión de pino-encino de Guatemala es un ecosistema de alta importancia ecológica y social puesto que estas regiones cuentan con 10 spp. de pinos, más de 80 spp. de encinos y una gran diversidad de especies de latifoliadas y algunos géneros como *Alnus* y *Liquidambar*, las cuales se relacionan con una fauna muy diversa caracterizada por: 282 spp. anfibios, 448 spp. de reptiles, 1,323 aves y 718 mamíferos; entre los cuales se encuentra un gran porcentaje de especies endémicas y en peligro (UVG, 2010, p. 2; Pérez et al, 2008, p.9); además los límites de la ecorregión albergan a 37 pueblos indígenas cuya sobrevivencia

depende de numerosos productos forestales, subproductos y servicios ambientales que los bosques de pino-encino les brindan (Pérez et al, 2008, p.3).

Lamentablemente grandes áreas de bosques de pino encino han sido transformadas en tierras ganaderas y/o agrícolas y muchas otras se han perdido debido a fenómenos y procesos antropogénicos, entre los cuales se pueden mencionar el alto crecimiento demográfico, el avance rápido de la frontera agrícola, la deforestación, la extracción de leña, el aumento masivo en agricultura y ganadería, y entre otras las prácticas forestales con metodologías poco elaboradas que repercuten en incendios forestales, modificación y perturbación del hábitat (Pérez et al de la Naturaleza, 2008, p.9; UVG, 2010, p. 2.); el conjunto de estas actividades provocan que esta zona se encuentre en un estado crítico de peligro, según el World Wide Fund for Nature (WWF) (Alianza Pino-Encino, 2003). Debido al impacto ya mencionado y a problemas relacionados al cambio climático, en la actualidad solo se cuenta con una cobertura boscosa de 26,728.35 km<sup>2</sup>, es decir un 26% del área total que cubrieron los bosques de pino-encino centroamericanos en un pasado histórico (Pérez, 2008, p.9). Por esta razón se han llevado a cabo varios esfuerzos con el fin de combatir dicha problemática, sin embargo estos se han enfocado en reforestaciones preferentes del género *Pinus*, al ser arboles más fácil de propagar que los de encino y otras especies. Esta preferencia por el pino también es debida a la política nacional forestal ya que presenta una tendencia general que consiste en la centralización del aprovechamiento forestal, en el cual el pino presenta una mayor ventaja, sin embargo a pesar de la importancia estructural del encino en la ecorregión (al relacionarse con numerosas especies de flora y fauna) (Pérez et al de la Naturaleza, 2008, p.9), no hay evidencia de llevar a la práctica programas de reforestación con *Quercus*, debido entre otras causas a la ausencia de viveros que lo reproduzcan, como consecuencia de su lento metabolismo, su germinación ineficiente, propagación tardía y muchas veces ausente (Pérez et al de la Naturaleza, 2008, p.9; UVG, 2010, p. 2.). Lo anterior provoca que el género *Quercus* se encuentre en un estado muy delicado e incluso muchas de las especies pertenecientes a este han sido catalogadas en el listado IUCN como especies en peligro (IUCN, 2012).

La alianza de Pino-Encino para combatir el deterioro forestal antes mencionado y la modificación que sufre el ecosistema ha implementado numerosos proyectos no solo en Guatemala sino también en algunos países de Centro América y en México, incluyendo la promoción para el establecimiento de viveros forestales para el desarrollo de encinos, como parte de este proyecto, se incluyó al Parque Nacional Naciones Unidas (PNNU) como área de estudio permitiendo la realización de la presente investigación de EDC, de la carrera de Biología, con la

que se determinó cual era el mejor sustrato para la germinación de las especies utilizadas, a partir de materiales disponibles en el parque, basado en el porcentaje de germinación de tres especies *Quercus lancifolia* Schltdl. & Cham., *Quercus purulhana* Trel. y *Quercus oocarpa* Liebm.

Los sustratos bajo estudio fueron: suelo del PNNU (control, al ser la forma natural en la que se propagan estos árboles), suelo + arena del PNNU y suelo + arena del PNNU + compost de encino empleado para facilitar la formación de micorrizas en el desarrollo de la plántula (Ruano, 2001, p.150).

La metodología empleada en la investigación fue similar a la propuesta por ISTA en 1993, con algunas variaciones entre las cuales se puede mencionar la ausencia de escarificación mecánica debido al alto número de semillas con las que se trabajó y el aumento a 72 horas del proceso de hidratación, el cual fue un consejo de los guardarrrecursos del parque. Debido a que estas semillas son recalcitrantes, sensibles a la desecación, se requirió colectarlas poco tiempo después de su caída (4-6 días como máximo) evitando así la pérdida de agua (Roberts, 1973, p. 499-514). Como tratamiento pre-germinativo las semillas fueron sumergidas durante 72 horas en agua, suavizando la cubierta de las mismas para favorecer la germinación, luego se decantaron las semillas flotadoras al asociarse estas con pérdida de viabilidad por consecuencia de pérdida de endospermo (Sobriño, et al, sf, p.1-2; Conabio, sf, p.123-125; Roberts, 1973, p. 499-514). Posterior las semillas que no flotaron fueron sembradas en los distintos sustratos: Suelo de PNNU, Arena + suelo del PNNU y Arena + suelo del PNNU + materia orgánica (proveniente de hojas y ramas de dichas especies de *Quercus*), luego se cubrieron con monte y se regaron cada vez que el sustrato parecía secarse, para evitar alta pérdida de agua. Posterior a esto se realizaron observaciones cada semana hasta completar 35 días, que es el tiempo límite estándar para la germinación (Roberts, 1973, p. 499-514).

El fin primordial de la presente investigación fue el de estandarizar un sustrato para emplearlo en la propagación de especies del género *Quercus* en el PNNU, además se determinó en que fechas la germinación era superior con el fin de poder utilizar esta información en lo que respecta a la propagación del género en viveros y aumentar así la efectividad de este proceso.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

La ecorregión de Pino Encino de Centroamérica, abarca territorialmente desde Chiapas, el sur de México, hasta el noroeste de Nicaragua, y la mayor diversidad

tanto de *Pinus sp.* como de *Quercus sp.* de esta ecorregión se concentra en Guatemala, por lo que recae en nuestro país una mayor responsabilidad para la conservación del área, lo que es muy importante considerando que los bosques de pino-encino conforman ecorregiones terrestres prioritarias que se encuentran formadas por asociaciones vegetales de gran importancia tanto biológica-ecológica, como social (UVG, 2010, p. 2).

En términos ecológicos, la ecorregión es muy importante, al contar con una alta riqueza en biodiversidad, pues contiene un alto número de especies endémicas de: Plantas, al encontrarse asociada a especies latifoliadas como las de género *Ostrya* además a especies arbóreas como *Alnus* y *Liquidambar*, sin olvidar un total de 10 especies de pinos y 42 especies de encinos; fauna, la ecorregión cuenta con alrededor de 282 especies de anfibios, siendo Guatemala y el estado de Chiapas (México) los más ricos en salamandras y anfibios endémicos, también se han reportado 448 especies de reptiles, 1,323 aves y 718 mamíferos y cumple además una muy importante función en lo que respecta a aves migratorias al funcionar como una ruta migratoria trans-regional para por lo menos 225 especies de estas (UVG, 2010, p. 2). Además de su importancia ecológica, la ecorregión de pino-encino tiene una gran importancia social, al brindarle diversos bienes y recursos, entre estos leña, recreación, madera y alimentación, a aproximadamente treinta y siete pueblos indígenas que habitan entre sus límites (UVG, 2010, p. 2).

Sin embargo, marcados problemas sociales como la pobreza extrema han influido en el equilibrio entre la conservación de los recursos y la sobrevivencia de los pueblos, tendiendo a una explotación exagerada de los bosques debido a prácticas forestales insostenibles. Entre estas, la extracción de leña, la agricultura y ganadería extensiva como consecuencia del crecimiento demográfico y algunas de las prácticas culturales con metodologías poco elaboradas que repercuten en incendios forestales (tumba, roza y quema) y transformación del bosque (plantaciones de pino o de plantas exóticas); Provocando que esta zona se encuentre en un estado crítico de peligro, según el World Wide Fund for Nature (WWF) (UVG, 2010, p. 2; Pérez, 2008, p.9; Alianza Pino-Encino, 2003).

Las acciones centradas en reducir la pérdida de cobertura de la ecorregión han girado en torno a reforestaciones con el apoyo de comunidades locales, sin embargo a pesar de la gran importancia estructural del encino, al asociarse a numerosas especies de flora y fauna manteniendo así una considerable diversidad en el área, la mayoría de reforestaciones se concentran solamente en el género *Pinus* al ser este un árbol más fácil de propagar que el encino y de preferencia ante la política nacional forestal al presentar esta una tendencia general que consiste en la centralización del aprovechamiento forestal, para lo cual el pino presenta una mayor ventaja sobre el encino y otras especies debido a su rápido

crecimiento y menor costo de inversión, sin embargo no hay evidencia de llevar a la práctica programas de reforestación con *Quercus*, debido entre otras causas a la ausencia de viveros que lo reproduzcan por su lento metabolismo y su germinación ineficiente como consecuencia de la rápida pérdida de viabilidad por desecación, depredación por insectos y roedores y su propagación tardía o ausente (Alianza Pino-Encino, 2003). Esto provoca no solo que numerosas especies pertenecientes al género *Quercus* se encuentre en un estado muy delicado e incluso catalogado en el listado IUCN como especies en peligro de extinción (IUCN, 2012), sino la transformación de los bosques de pino-encino en bosques de pino (Alianza Pino-Encino, 2003).

Resulta recalcar que el mantenimiento del alto grado de diversidad biológica se da con la condición mixta de los componentes principales del bosque, es decir pino y encino. Por lo tanto debido a la tala selectiva que existe en los árboles de encinos al ser estos utilizados como leña y para producir carbón y al ser el género *pinus* el preferente para la política nacional de reforestación se requiere de la implementación de procesos que se enfoquen en la conservación y restauración del género *Quercus* en estos ecosistemas y lamentablemente muy pocos de estos procesos han sido llevados a cabo (Pérez, 2008, p.35).

## **5. JUSTIFICACIÓN**

La problemática actual en que se encuentra embebida la ecorregión de pino-encino, puede llegar a causar la desaparición parcial o total de ecosistemas, además de la extinción local de especies vegetales y animales asociados a la región, y también la pérdida de los bienes y servicios ambientales que proporcionan este tipo de bosques, los cuales son vitales para la subsistencia de numerosas comunidades humanas. La Alianza de Pino-Encino viene siendo clave para la problemática anteriormente mencionada ya que entre sus objetivos se encuentran lo que es la conservación de la biodiversidad y el manejo de los recursos naturales, además tiene interés particular en colaborar en programas, proyectos y acciones conjuntas de conservación y manejo de los bosques de pino-encino y su biodiversidad (Arizaga, 2009, p.19).

La alianza de pino-encino ha iniciado la implementación de acciones que tienen como fin la conservación del género *Quercus*, a lo largo de México y el norte de Nicaragua (Alianza Pino-Encino, 2003). En Guatemala esta ha gestionado proyectos que promueven la conservación y el uso sostenible de los bosques de pino encino, incluyendo entre estos el fortalecimiento y promoción de viveros en toda la ecorregión dentro de la que se incluyen los municipios de Zaragoza, Chimaltenango, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, Jalapa, San Jerónimo,

Baja Verapaz y Santiago Atitlán, Sololá. Recientemente se ha incluido en este esfuerzo al parque Nacional Naciones Unidas (PNNU) pretendiendo con ello fortalecer la conservación de las especies de encino y la restauración de sus distribuciones originales. Para llevar a cabo este programa en el PNNU, el cual consiste en la implementación de viveros de especies originarias del área como lo son algunas especies del género *Quercus*, resulta necesario determinar y estandarizar una metodología de alta eficiencia para la propagación de *Quercus* en estas condiciones ambientales (Alianza Pino-Encino, 2003).

Por lo que en la presente investigación realizada en el año 2013, durante los meses de febrero a finales de diciembre, con el programa de EDC, de la carrera de biología USAC en apoyo con Defensores de la Naturaleza (Lic. Rafael Ávila y Licda. Silvia Roy) y con la asesoría de la Licda. Gabriela Armas, se compararon tres sustratos (Suelo de PNNU, Arena + suelo del PNNU y Arena + suelo del PNNU + materia orgánica) con el fin de estandarizar el sustrato más eficaz con componentes extraídos del parque, para la futura realización de reforestaciones en el PNNU.

## **6. REFERENTE TEÓRICO**

### **6.1 Género *Quercus*:**

Género conocido comúnmente como encino o roble, es un grupo de gran variedad de plantas dicotiledóneas, arbóreas, capaces de medir hasta 20 metros, y arbustos de hojas perenes y deciduas perteneciente a la familia Fagácea, encontradas alrededor del mundo en Europa, Asia, África y América. Algunos requieren condiciones tropicales, mientras que la mayoría habitan en condiciones templadas en el Norte. Son de naturaleza monoica, que se estima, se originaron hace unos 90 millones de años. Regularmente presentan hojas alternas que pueden ser caduceas o perennes, la forma de estas es muy variable, incluso dentro del mismo árbol según el sitio donde estén las hojas o dependiendo de la edad. Sus flores son pequeñas, verdes o amarillas, y se presentan en amentos (largos y colgantes las masculinas y cortos las femeninas o incluso solitarias). Lo más característico de este género es su fruto denominado nuez copulada o bellota, un fruto seco, indehiscente y monospermo, con su típico gorro o capuchón semiesférico en la base llamado cúpula. Suelen medir de 1 a 5 cm. de longitud. Estos árboles se propagan sexualmente por sus bellotas, las cuales pierden su viabilidad rápidamente si son expuestas al secado, (Plant & Flower Enciclopedia, 2010; Calva, 2010, p. 32).

El género *Quercus* incluye aproximadamente 600 especies, principalmente del hemisferio Norte, que en muchos casos llegan a hibridarse. Contiene generalmente arboles longevos, de metabolismo lento, resistentes a las adversidades y con buena madera, empleada para la construcción de barcos de las mejores, techos de edificios públicos, iglesias, catedrales, etc. además se emplea comúnmente en la realización de puertas, muebles y en la extracción de corcho. Sus bellotas son regularmente empleadas para la alimentación del ganado porcino, y básicas en la alimentación de algunos roedores como ardillas, ratones y también aves (Plant & Flower Enciclopedia, 2010). También se conoce que los indios americanos se alimentaban de las bellotas, principalmente de las provenientes de encinos blancos, al ser este más dulce y de sabor más agradable, además estas han sido parte del alimento en muchas personas en Guatemala, al menos en época de hambre (Standley & Steyermark, 1952, p.372).

Resultan muy útiles para el ser humano, entre sus principales usos se encuentran: Como madera, ya que la madera de encino, que a nivel mundial es considerada de alta calidad, es empleada como materia prima básica para la construcción, al ser madera compacta puede transformarse en brasa durable puede emplearse para leña o para elaboración de carbón, las cuales constituyen dos de las principales fuentes de energía doméstica en Guatemala confecciones de artesanías, elaboración de muebles e implementos agrícolas (Calva, 2010, p. 33). Se emplea además como alimento para el ganado y para diversas aplicaciones en el sector industrial, empleándose la corteza en trabajos de peletería debido a la alta concentración de taninos que poseen, en ocasiones la corteza de estos resulta útil para calmar dolencias dentales, las hojas se emplean como antidiarreicos y astringentes y los amentos como calmantes contra el vértigo y la epilepsia (Plant & Flower Enciclopedia, 2010). Las hojas caídas de estos árboles se emplean como fertilizante, además muchas veces estas dan lugar a hongos formadores de micorrizas, siendo importante para otros encinos u otras plantas (Standley & Steyermark, 1952, p.372).

Desde una visión ecológica los encinos son proveedores de servicios ambientales y son muy importantes en la producción de oxígeno, captura de dióxido de carbono, además son filtradores del ruido, agentes reductores de la erosión del suelo, importantes en el ciclo de agua interviniendo en la infiltración de agua al subsuelo y actúan como hospederos naturales de ardillas, pájaros, avispas, abejas, escarabajos, orquídeas, líquenes, etc. (Plant & Flower Enciclopedia, 2010).

La distribución geográfica de este género data desde México hasta Centroamérica, habitando preferentemente en barrancos o áreas con pendientes elevadas que dan lugar a un ambiente relativamente seco, también se encuentran

en los bosques de pino encino entre los 700 a 2300 msnm y en suelos pedregosos y someros (Arizaga, 2009, p.56).

Para llevar a cabo la reproducción sexual del encino se requiere tener un alto número de semillas, debido a la baja tasa de propagación de estos. La recolección de semillas debe realizarse en las fechas donde los árboles están fructificando la cual varía mucho según la especie, pero suele ser desde abril o mayo en adelante, Las bellotas pueden ser colectadas durante su caída inmediata (no más de una semana después que haya caído al piso) o de forma directa al ser tomadas de ramas cuando estas se encuentren maduras. Regularmente deben almacenarse de forma cuidadosa pudiendo ser aprovechables solamente durante tres meses en condiciones donde no estén expuestas al sol directo, ya que las bellotas son altamente vulnerables al secado (Calva, 2010, p. 33).

En lo que respecta a la siembra, las semillas pueden depositarse tanto en tabloncillos como en bolsas plásticas (Calva, 2010, p. 33). El sustrato debe presentar alta porosidad compuesta tanto por poros grandes y poros pequeños. Los poros grandes permiten que exista aireación y la semilla pueda abastecerse de oxígeno, el cuál es necesario para la producción de energía, hasta poder llevar a cabo los procesos fotosintéticos. Los poros pequeños le permiten a la semilla entrar en contacto con el agua para que pueda llevar a cabo sus funciones metabólicas. Uno de los materiales que presenta la característica de porosidad alta es el arena, esta se combina con la tierra pudiendo así mantener en el sustrato tanto poros grandes (por arena y materia de mayor tamaño) como poros pequeños (tierra y granos de arena pequeños) (Martínez, 1994 citado en Rodríguez, 2010, p.9). La germinación de estos puede durar entre un lapso de 4 a 8 semanas, generalmente el género *Quercus* presenta porcentajes relativamente bajos de germinación, por lo que resulta necesario trabajar con cantidades grandes de semillas para obtener resultados significativos (Calva, 2010, p. 33).

## **6.2 *Quercus lancifolia* Schltl. & Cham.**

Habita en bosques montanos usualmente mixtos preferentemente secos o en ecosistemas de pino-encino que datan altitudes entre los 500 a 2400 msnm. En los países como Guatemala (Alta Verapaz, Escuintla, Guatemala, Sololá, Suchitepéquez, Quetzaltenango, San Marcos), México (Chiapas), Honduras y Costa Rica (Standley & Steyermark, 1952, p.389).

En el año 1952 según Standley & Steyermark esta especie era conocida como *Quercus pilaria* Trelease. Es un árbol de mediano a gran tamaño, llegando hasta 25 metros de altura con ramas esbeltas de 1 a 2 cm de grosor, esparcidamente pilosas y café, tornándose glabras y grises. Presenta lenticelas escamosas, nudos o brotes subglobosos de 3 mm de largo y 2.5 a 7 cm de grosor hojas usualmente 15 cm de largo y 4 cm de grueso lanceoladas a oblanceoladas, casi siempre acutadas, subcordadas o cuneadas en la base, márgenes ligeramente serrados después de la mitad, con superficie superior e inferior ciertamente



lustrosa, una costa y nervios seríceos al principio y glabros casi todo. Los nervios laterales de 12 a 15 pares, peciolos de 4mm de largo y glabros en la base (Standley & Steyermark, 1952, p.389-390).

Floración de diciembre a abril y fructificación de julio a septiembre, se conoce que esta especie suele tener polimorfismos vegetales, como la presencia de 3 formas diferentes de hojas a los largo de su distribución. Además se conocen híbridos entre esta especie y *Q. bumelioides* y *Q. insignis*, lo cual da lugar a mayor número de polimorfismos (Tropicos, 2009).

Tasa de germinación: Sin información disponible.

### **6.3 *Quercus oocarpa* Liebm**

Especie nativa en los países: Belice; Guatemala; Honduras; México (Chiapas) y Nicaragua, se le considera una especie vulnerable según la IUCN debido a la sobreexplotación para leña y madera (IUCN, 2013).

*Quercus oocarpa* es un árbol de crecimiento lento que llega a medir de 6 a 30 metros en altura y más de 60 centímetros de diámetro. Este árbol presenta un tronco alto con morfología cilíndrica y una corteza café-grisácea. Las ramas presentan un denso y fulvinoso tomento que se torna glabro y gris o café claro con algunas lenticelas. Las yemas son redondas y glabras, con estípulas caduceas. Las hojas son alternadas, aparentemente perennes, con una textura semejante a papel, delgadas, de un largo de 10 a 30 cm y de 3 a 14 cm de grosor. Presentan además una morfología de oblanceolada a ovada casi elíptica, un base redonda o cuneada, un ápice acuto, además presenta un margen de ondulado a poco dentado, pero no entero (Standley & Steyermark, 1952, p. 390; Fournier, s.f, p. 685).

La especie *Quercus oocarpa* crece en bosques montanos o montanos bajos con suelos de secos a poco húmedos entre altitudes de 700 a 2300 msnm, pero son más abundantes de 1400 a 1900 msnm. Habitan en áreas con precipitaciones de 2200 a 3000 mm por año y temperaturas desde 14 a 18 °C. La madera de este árbol es pesada, con albura blanca y una médula café, textura áspera y poco lustrosa; esta suele ser muy durable y se emplea para elaborar suelos, herramientas de agricultura, carbón de leña, postes para cercas, bases de ferrocarril, barriles para almacenaje de vino y puestos de minas (Standley & Steyermark, 1952, p. 390; Fournier, s.f, p. 685).

La especie florea regularmente en marzo y se han reportado bellotas maduras de esta especie en los meses de mayo, julio, septiembre y noviembre. En Costa Rica *Q. oocarpa* florece desde Marzo hasta agosto con un aumento marcado en Abril y Julio, siendo los frutos observables desde Mayo hasta enero. Los amentos masculinos miden de 3 a 7 cm de longitud y permanecen llenos de flores en los

tomentosos raquis. Flores femeninas son pequeñas de 5 a 30 mm de largo. Los frutos son solitarios con una copa de 2 a 4 cm de largo y 3 a 4 cm de ancho. Las bellotas maduras miden de 4 a 5 cm de largo y de 2 a 5 cm de ancho (Standley & Steyermark, 1952, p. 390; Fournier, s.f, p. 685).

Tasa de germinación: Sin información disponible.

#### **6.4 *Quercus purulhana* Trel.**

Especie nativa de los países: Belice, Guatemala (principalmente en purulhá), Honduras, Nicaragua, México. En bosque montanos y sub-montanos que van de secos a ligeramente húmedos entre los 300 a 1400 msnm, con preferencia a suelos secos, no demasiado duros. También se encuentran entre las especies dominantes de los ecosistemas de pino-encino (Tropicos, 2010).

*Quercus purulhana* Trel. Es una especie que comprende árboles de 6 a 20 metros de altura, reportándose algunos de hasta 25 metros. Esta especie posee Ramas moderadas o ligeramente gruesas de 2 a 4 mm de grosor, con coloración café-rojiza, al inicio esparcidamente veloso volviéndose glabro, nudos de 2 mm de largo ovoides pudiendo ser pilosos o glabros, hojas moderadamente delgadas de 10 a 20 cm de largo y de 4 a 13 cm de grueso, con morfología obovada a oblonga-elíptica, con ápice redondeado a acuto, una base subcordada a profundamente cordada y oscurecida. Puede presentar dientes redondeados a mucronados con márgenes cartilagosos planos o revolutos, superficie superior ciertamente lustrosa y superficie inferior densamente fulvina con pelos cortos. Nervios glabros, superficie cerosa, nervios laterales de 11 a 15 pares por hoja, ciertamente impresos en superficie superior. Peciolos de 3 a 5 mm de largo con corteza café-rojiza puberulento o glabro. Amentos estaminados de 4 cm de largo laxamente floreado, con raquis tomentoso. Amentos pistilados de 2 a 4 cm de largo con 2 a 4 flores. Frutos anuales solitarios con pedúnculos de 1.5 a 2.5 cm de largo, copa inmadura de 10 mm de grueso con forma acopada y escamas prominentes en la base, ápice delgado y laxamente apresado (Standley & Steyermark, 1952, p.392).

Floración en las fechas de abril y mayo, siendo la fructificación de junio a agosto, forma estrechas relaciones con otras especies de encino como *Q. magnoliifolia* Née del centro y oeste de México y con *Q. segoviensis* en Belice y Nicaragua (Tropicos, 2010).

Tasa de germinación: Sin información disponible.

#### **6.5 Germinación**

Se le conoce con el término germinación al conjunto de fenómenos y procesos que se producen en la semilla desde que el embrión comienza a crecer hasta la

formación de la radícula y el origen de la plántula. La cual puede vivir por sí misma, independiente del alimento almacenado en la semilla. Para que pueda generarse este proceso correspondiente a la germinación se tienen que reunir una serie de condiciones y variables, tanto en la semilla como en el ambiente que la rodea. Cuando todas estas condiciones se han reunido, se da lo que es la germinación, el cual incluye ciertas etapas: Imbibición o hidratación, digestión y elongación (Cuadra, 1992, p.4). Imbibición o hidratación es el proceso durante el cual la semilla absorbe (embebe) agua hinchándose. El agua que rodea a la semilla pasa a través de las envueltas seminales, penetra en su interior y al llegar al embrión, en cantidad suficiente, éste se activa y comienzan los procesos que terminarán en el desarrollo de la planta. Digestión y transporte de alimentos se le conoce al proceso en el que ocurre la liberación de enzimas digestivas que disuelven parte del alimento absorbido desde el tejido de almacenamiento de la semilla; y es debido a esta alimentación que el embrión puede llevar a cabo eficazmente el intercambio gaseoso y crecer. La Elongación celular es el proceso en el que las células embrionarias atraviesan un crecimiento del embrión debido al aumento del tamaño de las células y no a la mitosis. El embrión utiliza las proteínas, las grasas y los hidratos de carbono, digeridos y absorbidos desde el tejido de almacén de alimentos, para respirar y para alargar sus células. La multiplicación celular no comenzará hasta que no haya terminado este proceso de alargamiento celular. Y es en esta etapa donde la germinación se hará evidente (Cuadra, 1992, p.4-5).

## **6.6 Micorrizas**

Micorriza es el término que refiere a una asociación simbiótica mutualista entre raíces de plantas superiores y ciertos grupos de hongos. Estos hongos dependen del vegetal para el suministro de carbono, energía y de un nicho ecológico al momento en que estos les brindan nutrimentos minerales al vegetal como P, además de impartir otros beneficios, como la estimulación de sustancias reguladoras de crecimiento, incremento de la tasa fotosintética, ajustes osmóticos, aumento de la fijación de N, tolerancia al estrés ambiental y mejoramiento de la agregación del suelo protección a plagas (Bethlenfalvay y Linderman 1992, p.45-60). El uso de la simbiosis micorrítica en reforestación ha sido ampliamente estudiada y su efectividad demostrada al Jugar un papel importante especialmente en el establecimiento de plántulas bajo condiciones hostiles, el incremento de suministro de nutrientes mediante dos procesos, uno físico que consiste en que el hongo es capaz de extenderse y explorar de forma más efectiva la superficie del suelo y un mecanismo bioquímico al incrementar la afinidad de la raíz micorrizada, facilitando la obtención de nutrientes y de agua, al favorecer el transporte de agua

a las raíces de la planta. También tiene una función defensora al proteger a la planta contra organismos patógenos, sin mencionar que son de vital importancia para la germinación de algunas semillas (CAMPUBRÍ, et al, 2000, p. 38-41).

La micorrización, es un proceso de introducción y establecimiento de micorrizas en especies vegetales determinadas. Puede llevarse a cabo en especies de encino y pino, mediante la recolección de tierra y material orgánico en proceso de descomposición perteneciente al tipo de árbol que se busca germinar. Posterior a la recolección el material obtenido se mezcla con la tierra que va a ser empleada para el llenado de las bolsas en el vivero (Ruano, 2001, p.150).

## **6.7 Vivero Forestal**

Los viveros forestales son sitios en los que se dedican especialmente a la producción de plántulas de distintos árboles, hierbas, etc. algunos los definen como lugares de permanencia de plantas en su proceso de multiplicación donde el manejo y la atención dependerá en gran parte de calidad de los individuos producidos (Huacho, 2000, p.3).

Entre los componentes fundamentales de un vivero podemos mencionar un terreno de buenas características, cercas, fuentes seguras de agua, plántulas y semillas, personal capacitado, herramientas como palas, rastrillos, etc. y recursos económicos. Según la calidad del vivero se puede contar con componentes complementarios como bodegas, cortinas rompe-vientos, caminos, equipo permanente de riego, maquinaria, germinadores, etc. (Ruano, 2001, p. 5).

Los viveros forestales pueden clasificarse de varias maneras, por tiempo de permanencia se dividen en viveros permanentes, donde existen muchas producciones concentradas en el mismo sitio y temporales que son de una producción única en el sitio. También pueden clasificarse por el objetivo de producción dividiéndose en producción comercial, cuando el objetivo del vivero es obtener ganancias monetarias; para fines de investigación, cuando se busca llevar a cabo experimentos biológicos en ellos; y viveros de conservación que se emplean para conservar especies. En cuanto al nivel de organización se dividen en familiar, el vivero es administrado por una o pocas familias; comunal cuando es administrado por una o algunas pocas comunidades. El vivero también puede ser privado, al ser una empresa el que lo administra o regional al ser administrado por un país (Ruano, 2001, p. 5).

## **6.8 Reforestación**

La reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles, arbustos o hierba. En sí esta actividad contempla la siembra de árboles para producción o para proteger el medio ambiente (Calva, 2010, p. 21-23; Vivir mejor, 2010, p. 11). Entre los beneficios asociados de la plantación de árboles se encuentran: La recuperación de zonas degradadas, además proporcionan belleza al paisaje y sirven para la recreación de las personas y lugar para la fauna, también contribuyen a descontaminar el ambiente al liberar oxígeno y tomar el dióxido de carbono que existe en la atmósfera, proveen productos importantes para el ser humano, dígame leña, madera, carbón y otros, contribuyen a la producción de agua y a evitar inundaciones y también a que se laven los suelos (Calva, 2010, p. 21-23). Para que la reforestación se lleve a cabo se deben ejecutar una serie de pasos, como base se debe realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio a reforestar y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, el medio de transporte, las herramientas a utilizar, la preparación del suelo, el diseño, los métodos, los puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, la protección, el mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación (Vivir mejor, 2010, p. 11). El primer paso es la selección del terreno, seguido de la selección de la especie a reforestar, posterior a esto bien la limpieza del terreno, el trazado de marcación, el ahoyado o formación del agujero que consiste en abrir agujeros de 30 cm de ancho por 30 cm de alto y por último la respectiva plantación de los árboles que consiste en quitar la bolsa plástica del pilón y la introducción al agujero al nivel del terreno perforado (calva, 2010, p. 52).

## **7. OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo General:**

Contribuir a la generación de información que permita la determinación de las mejores condiciones de vivero para la germinación de *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham., *Quercus purulhana* Trel. y *Quercus oocarpa* Liebm.

### **6.2 Objetivos Específicos:**

Estandarizar procesos metodológicos para la germinación de *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham., *Quercus purulhana* Trel. y *Quercus oocarpa* Liebm. en el Parque Nacional Naciones Unidas.

Determinar cuál de los sustratos empleados es el más eficaz para la germinación de semillas de *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham., *Quercus purulhana* Trel. y *Quercus oocarpa* Liebm. en condiciones de vivero en el PNNU.

Elaborar un protocolo para la germinación de semillas de las especies *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham., *Quercus purulhana* Trel. y *Quercus oocarpa* Liebm. para la implementación del vivero forestal en el PNNU.

## 8. HIPÓTESIS

La presencia de materia orgánica en un sustrato específico, incidirá de manera favorable al porcentaje de germinación para las tres especies: *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham., *Quercus purulhana* Trel. Y *Quercus oocarpa* Liebm.

## 9. METODOLOGÍA

*Colecta de semillas e identificación de especies:*

Las semillas de cada encino fueron colectadas en recorridos llevados a cabo ya sea por los guardarrecursos en los alrededores del PNNU, o por mi persona en recorridos llevados a cabo en el Parque Erick Bernabé Barrondo, debido a la poca disponibilidad de semillas de este género en el PNNU.

Posterior empleando la flora de Guatemala, se determinó la especie a la cuál pertenecía cada uno de los bancos de semilla. Determinando las especies de: *Q. lancifolia*, *Q. purulhana* y *Q. oocarpa*.

*Preparación de semilleros, de camas de sustrato y aplicación del fungicida:*

Los límites del semillero se construyeron con tablas y estacas. Este fue dividido en tres (cantidad de sustratos bajo estudio) empleando tablas de madera, para dar lugar a un rectángulo de 2.60 metros de ancho y 4 metros de largo, y con 2 tablas de 5 cm de grosor que separaron el largo en intervalos de 1.3 metros (ver anexo No.2).

Las camas de sustrato para germinación se formaron mezclando distintos materiales encontrados en el parque los cuales fueron arena, tierra y materia orgánica de encino, hasta formar los tres sustratos: S1: Arena + Tierra en

proporciones de 8:3; S2: Solamente Tierra del PNNU y el S3: Arena + Tierra (y algunos días después de la fumigación se le agregará sustrato orgánico) en proporciones de 8:3:3. Los sustratos empleados fueron elegidos debido a su alta disponibilidad en el PNNU. Las concentraciones empleadas fueron elegidas al observarse en estas, cambios lo suficientemente marcados en la textura del suelo sin perderse las propiedades de la matriz del suelo.

Al finalizar la formación de camas de sustrato se empleó el fungicida carbendazil (3 medidas Bayer por bomba) en los sustratos de arena + tierra, tierra y el de arena + tierra (al cual se le agregara el sustrato orgánico de 4 a 5 días después) para determinar si la presencia de hongos en el sustrato orgánico de *Quercus* en el S:3 era un factor importante en lo que respecta a la germinación y/o desarrollo de plántula.

#### *Tratamiento pre-germinativo y La siembra de las semillas*

Al contar con un número suficientemente grande de semillas, estas fueron tratadas por el proceso pre-germinativo propuesto por ISTA (1993) que consistió en la disposición de las mismas en cubetas de agua durante 3 días, descartando las que flotaban y las que presentaban gusanos y seleccionando el resto (Sobrino, et al, sf, p.1-2; Conabio, sf, p.123-125; Roberts, 1973, p. 499-514), obteniendo así 1506 semillas de la especie *Quercus lancifolia* Schltl., 828 semillas de la especie *Quercus purulhana* Trel y 705 semillas de las especie *Quercus oocarpa* Liebm.

La siembra se llevó a cabo en surcos de no más de 3 cm de profundidad, solamente lo suficientemente profundo para que la semilla se encontrara completamente bajo el sustrato, pero no demasiado para que la observación de germinación fuera más simple de realizar. Las bellotas fueron sembradas con la base inferior hacia abajo, puesto que ahí es donde brota la radícula, éstas se separaron entre sí por distancias de aproximadamente 3 a 4 cm, para que sus raíces no se enredaran entre sí y aprovechando al máximo el espacio (Sobrino, et al, sf, p.1-2; Conabio, sf, p.123-125).

#### *Toma y análisis de datos*

La observación del porcentaje de germinación de las semillas se llevó a cabo al pasar 35 días de sembradas, considerando germinada a la semilla que presentaba tejido nuevo en su base (radícula) (Herrera et al, 2006, p.22), e introduciendo la cantidad a la fórmula:  $\text{Semilla germinada} / \text{total de semillas encontradas} \times 100$  para obtener el porcentaje de germinación por sustrato y las semillas no encontradas fueron introducidas en la fórmula  $\text{semillas no encontradas} / \text{total de semillas} \times 100$  para obtener una medida indirecta de la retención de semillas por sustrato. Con estos datos se realizó un análisis descriptivo empleando gráficas de barras.

Los distintos sustratos fueron analizados mediante una prueba de pH en la facultad de agronomía, edificio UVIGER, Universidad de San Carlos de Guatemala. Los datos de la temperatura de las fechas en que se llevó a cabo la

investigación fueron obtenidos de la estación meteorológica de Amatitlán del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) en las oficinas centrales de Guatemala.

## **9.1 DISEÑO:**

### **9.1.1 Población:**

Poblaciones Naturales de *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham., *Quercus purulhana* Trel. Y *Quercus oocarpa* Liebm. del PNNU, y el Parque Erick Bernabé Barrondo.

### **9.1.2 Muestra:**

1506 semillas de la especie *Quercus lancifolia* Schltld., 828 semillas de la especie *Quercus purulhana* Trel y 705 semillas de las especie *Quercus oocarpa* Liebm.

## **10. TÉCNICAS A USAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**

### **10.1 Recolección de Datos:**

El porcentaje de germinación fue detectado de manera visual, tomando como semilla germinada aquella que presentaba tejido nuevo (radícula) en la base inferior de la semilla, al considerarse la salida de la radícula como la fase final de la germinación y el inicio de la fase de crecimiento de la plántula (Herrera et al, 2006, p.22).

### **10.2 Análisis de Datos:**

Se llevó a cabo estadística descriptiva de los porcentajes de germinación y los porcentajes de pérdida de semillas por erosión. Para la representación de ambas variables fueron empleados gráficos de barras, las cuales fueron empleadas para analizar la efectividad de los sustratos tomando en cuenta el porcentaje de germinación de cada especie en cada sustrato y la retención de la semilla, en base al porcentaje de pérdida de semilla.

A pesar de que en el protocolo de investigación se propuso llevar a cabo estadística cuantitativa, esta no pudo llevarse a cabo debido a que la pérdida rápida de viabilidad por desecación de las semillas, imposibilitó el almacenamiento de estas y por lo tanto imposibilitó la realización de réplicas las cuales son requeridas en las pruebas propuestas anteriormente de estadística cuantitativa, además se emplearon porcentajes los cuales no son la mejor opción para la estadística propuesta.



### 10.3 Instrumentos para Registro y Medición de las Observaciones:

La observación del porcentaje de germinación de las semillas se llevó a cabo al pasar 35 días de sembradas, considerando germinada a la semilla que presentaba tejido nuevo en su base (radícula), (Herrera et al, 2006, p.22), e introduciendo la cantidad a la fórmula:  $\text{Semilla germinada} / \text{total de semillas encontradas} \times 100$  para obtener el porcentaje de germinación por sustrato y las semillas no encontradas fueron introducidas en la fórmula  $\text{semillas no encontradas} / \text{total de semillas} \times 100$  para obtener una medida indirecta de la retención de semillas por sustrato. Con estos datos se realizó un análisis descriptivo empleando gráficas de barras.

## 11.RESULTADOS

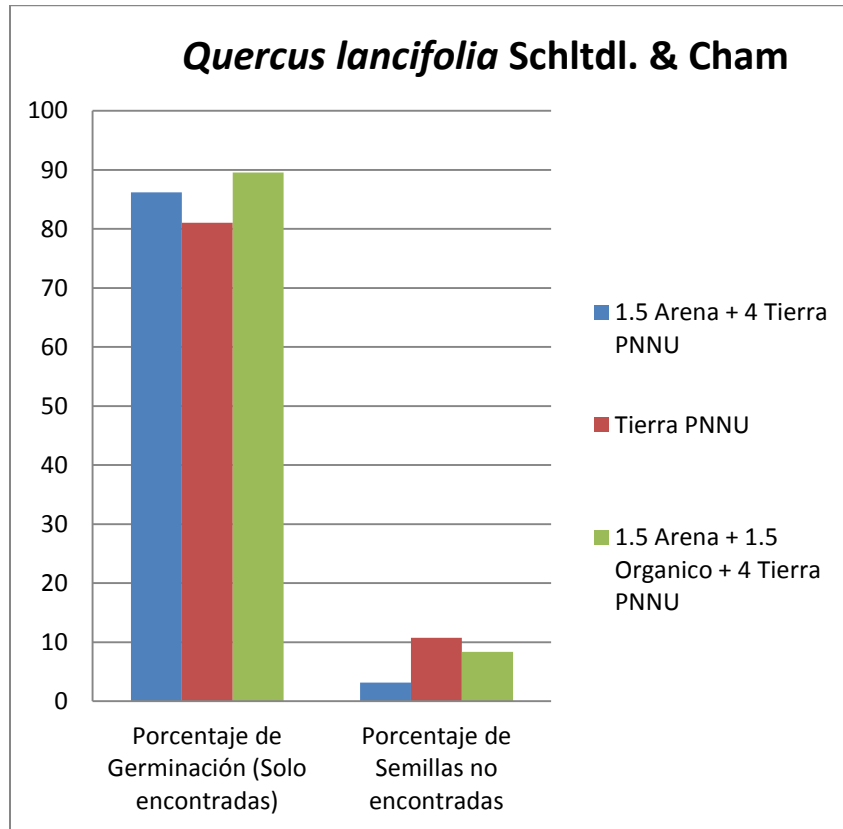
Al coleccionar un número suficientemente alto de semillas se llevó a cabo la siembra, en los tres distintos sustratos. El primer sustrato (S1) estaba compuesto a base de arena y tierra en proporciones de 3:8 respectivamente. Este presentaba una textura granular-arenosa, presentando porosidad que da lugar a la disponibilidad del agua y gases hacia las semillas y permiten un buen drenaje (Martínez, 1994 citado en Rodríguez, 2010, p.9). El segundo sustrato (S2) estaba compuesto a base de tierra, este presentaba una textura más arcillosa, impidiendo en cierto grado el drenaje de agua y al carecer de porosidad la disponibilidad de agua y gases a la semilla es poca (Martínez, 1994 citado en Rodríguez, 2010, p.9). El tercer sustrato (S3) estaba compuesto por una mezcla de tierra, arena y sustrato orgánico de encino en proporciones 8:3:3 respectivamente, este presentaba una textura muy porosa, lo que da lugar a un buen drenaje y accesibilidad de gases y agua para la semilla (Martínez, 1994 citado en Rodríguez, 2010, p.9). Las semillas deben sembrarse inmediatamente después de coleccionar una considerable cantidad de estas, esto se hace para evitar la variable de pérdida de viabilidad, ya que al almacenarse las bellotas están sujetas a pérdida de viabilidad por desecación (Ruano, 2001, p.150). Las semillas se sembraron de forma equitativa en cada uno de los sustratos, y cada dos semanas se contaban para finalmente al 35º día se obtuviera el porcentaje de germinación. Las siembras por especie al depender de la colecta de un número adecuado de semillas y que estas no pueden almacenarse por mucho tiempo, no pudieron llevarse a cabo en las mismas fechas por lo que aunque se encontraban en el mismo sitio, las condiciones climáticas variaban. Las fechas a las que se llevaron a cabo las siembras por especie son las siguientes: La siembra de las semillas *Q. lancifolia*, fue llevada a cabo el 15 de Julio y fueron extraídas el día 18 del mes de Agosto; la siembra de las semillas de *Q. purulhana*, se llevó a cabo el día 4 de agosto y fueron extraídas el día 7 de septiembre; y la siembra de las semillas de *Q. oocarpa*, se llevó a cabo el día 18 de agosto y estas fueron extraídas el día 22 de septiembre. En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos.

**Cuadro 1: Resultados totales**

<i>Quercus lancifolia</i>							
Sustrato	Semillas sembrados	Semillas Germinadas	Semillas No Germinados	Semillas no encontradas	% de Germinación	% de semillas perdidas	Características del Sustrato
S1	502	419	67	16	86.21399177	3.187250996	1.5 Arena + 4 Tierra PNUU
S2	502	363	85	54	81.02678571	10.75697211	Tierra PNUU
S3	502	412	48	42	89.56521739	8.366533865	1.5 Arena + 1.5 Orgánico + 4 Tierra PNUU
<i>Quercus purulhana</i>							
Sustrato	Semillas sembrados	Semillas Germinadas	Semillas No Germinados	Semillas no encontradas	% de Germinación	% de semillas perdidas	Características del Sustrato
S1	276	170	56	50	75.22123894	18.11594203	1.5 Arena + 4 Tierra PNUU
S2	276	181	40	55	81.90045249	19.92753623	Tierra PNUU
S3	276	199	40	37	83.26359833	13.4057971	1.5 Arena + 1.5 Orgánico + 4 Tierra PNUU
<i>Quercus oocarpa</i>							
Sustrato	Semillas sembrados	Semillas Germinadas	Semillas No Germinados	Semillas no encontradas	% de Germinación	% de semillas perdidas	Características del Sustrato
S1	235	69	166	0	29.36170213	0	1.5 Arena + 4 Tierra PNUU
S2	235	78	153	4	33.76623377	1.70212766	Tierra PNUU
S3	235	82	153	0	34.89361702	0	1.5 Arena + 1.5 Orgánico + 4 Tierra PNUU

Fuente: datos obtenidos experimentalmente en el PNUU.

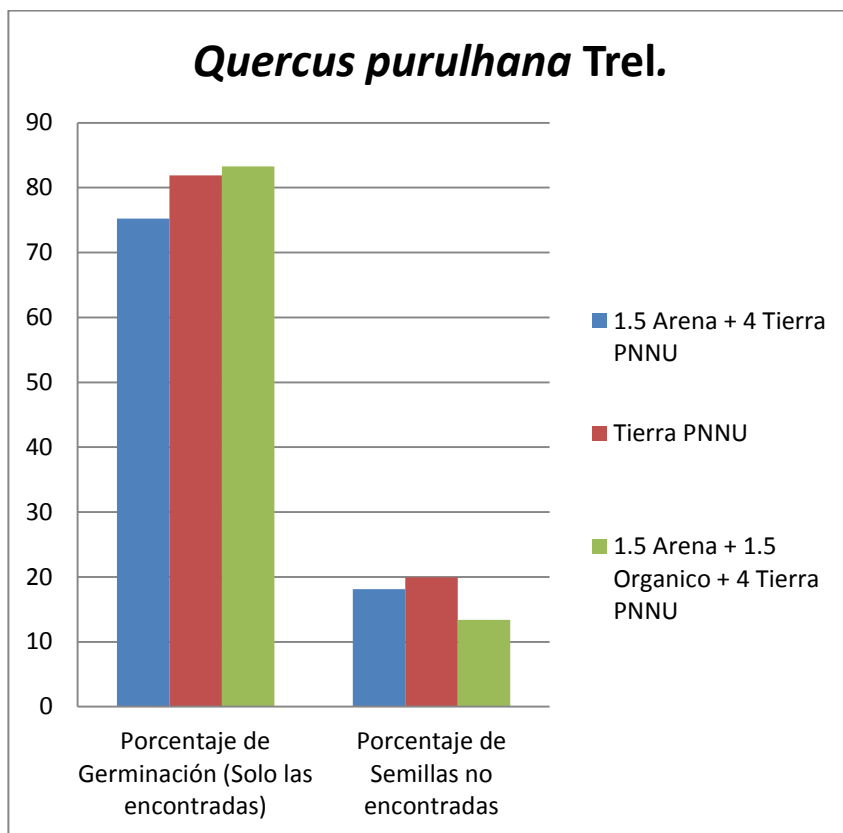
**Gráfica No.1:** Prueba de eficacia de sustrato para *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham.



*Fuente: Datos obtenidos experimentalmente en el vivero del PNNU.*

El sustrato compuesto por una mezcla de Tierra + arena + compost orgánico de *Quercus* fue en el que se observó el porcentaje de germinación más alto (89.6), seguido del sustrato compuesto por Tierra + Arena (86.2%) y por último el sustrato compuesto únicamente por Tierra (81%). El sustrato de Tierra + Arena fue en el que observo menor pérdida de semillas (3.2%), seguido del sustrato de Tierra + arena + compost orgánico de *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham (8.4, siendo el que perdió más semillas el sustrato compuesto por Tierra (10.76%).

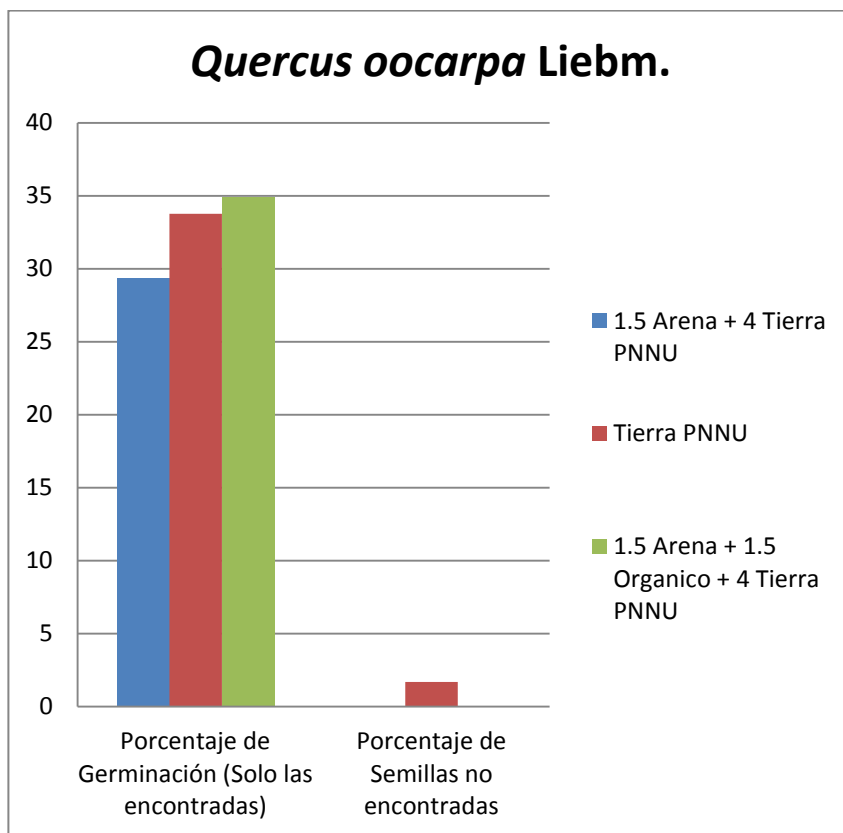
**Gráfica No.2:** Prueba de eficacia de sustrato para *Quercus purulhana* Trel.



*Fuente: Datos obtenidos experimentalmente en el vivero del PNNU.*

El sustrato compuesto por una mezcla de Tierra + arena + compost orgánico de *Quercus* fue en el que se observó el porcentaje de germinación más alto (83.3%) para *Q. purulhana* Trel., seguido del sustrato compuesto por Tierra y por último el sustrato compuesto por Tierra + Arena, (75.2%). El sustrato de Tierra + arena + compost orgánico de *Quercus* fue en el que observo mayor retención de semillas, es decir menor pérdida de semillas (13%), seguido del sustrato de Tierra + Arena (18%), siendo el que perdió más semillas el sustrato compuesto por Tierra (20%).

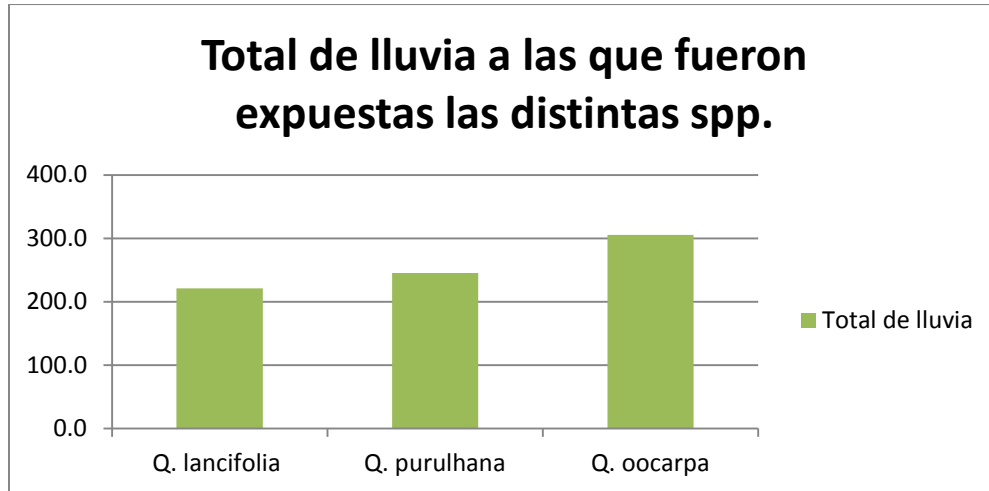
**Gráfica No.3:** Prueba de eficacia de sustrato para *Quercus oocarpa* Liebm.



*Fuente: Datos obtenidos experimentalmente en el vivero del PNNU.*

El sustrato compuesto por una mezcla de Tierra + arena + compost orgánico de *Quercus* fue en el que se observó el porcentaje de germinación más alto (34.9%) para *Q. oocarpa* Liebm., seguido del sustrato compuesto por Tierra (33.8%) y por último el sustrato compuesto por Tierra + Arena (29.4%). Tanto el sustrato de Tierra + arena + compost orgánico de *Quercus* como el de Tierra + Arena presentaron retención perfecta de las semillas, es decir 0% de pérdida, mientras que el sustrato compuesto por Tierra fue el que perdió más semillas (2%).

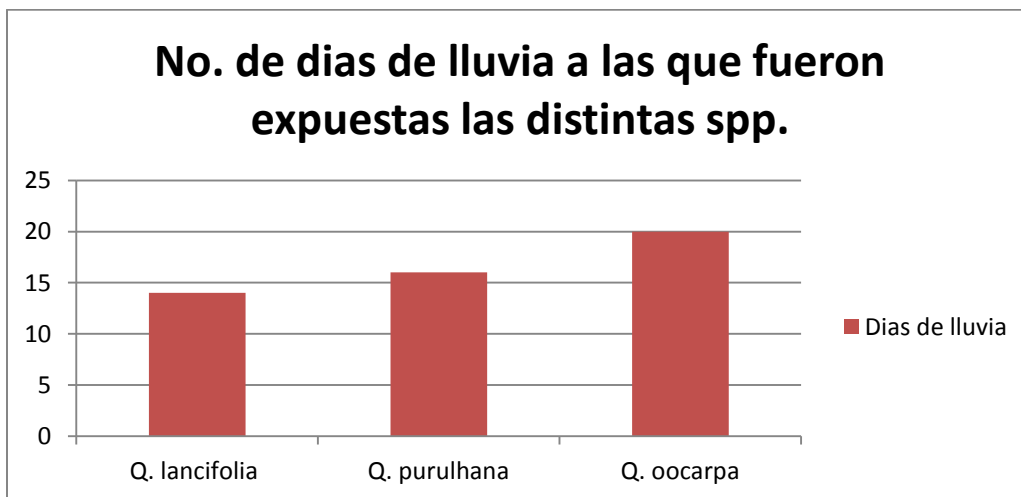
**Gráfica No.3:** Total de lluvia a la que fue expuesta cada especie.



Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH- 2013).

Según las fechas a las que las semillas de cada especie fueron dispuestas en el semillero, se realizó la suma total de precipitación y en base a esto se determinó que la semilla de *Q. oocarpa* estuvo sujeta a mayor precipitación (305 mm) y *Q. lancifolia* a la menor precipitación (221mm).

**Gráfica No.4:** Total de días de lluvia a la que fue expuesta cada especie.



Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH- 2013).

Según las fechas a las que las semillas de cada especie fueron dispuestas en el semillero, se realizó la suma total de precipitación y en base a esto se determinó que la semilla de *Q. oocarpa* estuvo sujeta a más días de precipitación (20 días) que las otras especies siendo la especie *Q. lancifolia* la que estuvo expuesta a menos días de lluvia (14 días).

**Tabla No. 1:** Resultados correspondientes a las pruebas de pH

Sustrato	pH
Tierra + Arena (8,3)	6.8
Tierra	6.8
Tierra + Arena + Sustrato orgánica (8,3,3)	6.8

Fuente: Datos obtenidos en el edificio de UVIGER, facultad Agronomía, USAC, Guatemala.

## 12. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados observados en la gráfica 1 y en el cuadro 1, nos muestran el porcentaje más alto de germinación 86%, 81% y 90%. Lo cual puede deberse a uno de dos factores o posiblemente a los dos. El primer factor recae en la biología de la especie *Quercus lancifolia* Schltdl. & Cham., es decir que esta especie probablemente presente una tasa de germinación mayor que las otras especies *Quercus purulhana* Trel. y *Quercus oocarpa* Liebm., pero no se cuenta con la suficiente información para determinar este dato, debido a que existen muy pocas publicaciones sobre estas especies y su germinación. El otro posible factor y probablemente el de mayor peso, es el del clima y específicamente la precipitación, ya que debido a las limitaciones de espacio y a la pérdida de viabilidad que concierne el almacenamiento de las semillas por tiempos relativamente cortos (Sobrino, et al, sf, p.1-2; Conabio, sf, p.123-125). Se tuvo que llevar a cabo la siembra de semillas en distintos periodos de tiempo, los cuales estaban asociados a distintas precipitaciones.

La primera siembra, en la que se empleó semillas de la especie *Q. lancifolia*, fue realizada el 15 de Julio del año 2013 y la última observación de germinación de las semillas se llevó a cabo el 18 del mes de Agosto del 2013. Entre estas fechas se determinó que la precipitación total en Amatitlán según el INSIVUMEH fue de 221 mm, con 14 días de lluvias de los 35 días que estuvieron las semillas en el semillero (ver gráfico 4, 5 y anexo 3). La segunda siembra, en la que se emplearon semillas de la especie *Q. purulhana*, se llevó a cabo el día 4 del mes de agosto del año 2013 y la última observación de germinación de esta especie se llevó a cabo el día 7 del mes de septiembre del mismo año. Entre estas fechas se determinó que la precipitación total en Amatitlán según el INSIVUMEH fue de 245.3 mm, con 16 días de lluvias de los 35 días que estuvieron las semillas en el semillero (ver gráfico 4 y 5). Por lo que se establece que estas semillas estuvieron expuestas a un nivel de humedad mayor que las de *Q. lancifolia*. Por último la tercera siembra, en la que se utilizaron semillas de la especie *Q. oocarpa*, se llevó a cabo el día 18 del mes de agosto del año 2013 y la última observación de germinación fue ejecutada el día 22 de septiembre del mismo año. Entre estas fechas se determinó

que la precipitación total en Amatitlán según el INSIVUMEH fue de 345 mm, con 20 días de lluvias de los 35 días que estuvieron las semillas en el semillero (ver gráfico 4 y 5). Siendo esta especie la que estuvo sujeta a la mayor humedad durante la época germinativa y también la especie que presentó mayor ausencia de germinación como consecuencia de que muchas bellotas se pudrieron debido al exceso de agua.

A pesar de que las semillas del género *Quercus* son recalcitrantes (Sobrino, et al, sf, p.1-2) y por lo tanto están propensas a la pérdida de viabilidad cuando se desecan (humedad disminuye del 12-31%), también están sujetas a pérdida de viabilidad por exceso de agua. Para poder entender esto, se debe comprender que el comportamiento de la semilla durante la germinación se relaciona con la teoría de la ley de la tolerancia en tres factores distintos los cuales son: humedad, temperatura y posibilidad de intercambio gaseoso (SHELFORD, 1913 en Aroca, Serrada & Calderón, sf, p.1), la cual establece 4 condiciones. En la condición uno: La semilla sometida a ciertos valores mínimos de un factor muere o pierde su viabilidad, es decir que si una semilla presenta cualquiera de las tres variables en condiciones mínimas esta no germinara. La condición dos establece que si se incrementan estos valores en las variables la semilla no pierde capacidad germinativa pero tampoco germina. La condición tres es en la cual si se aumentan las condiciones de estas variables se llegará a un rango donde se observará germinación y si se sigue aumentando se podrá llegar a un punto óptimo donde se observara una germinación máxima. Pero si este punto máximo es sobrepasado se llegará a la condición cuatro, en donde las semillas se encuentran propensas a un estadio de no germinación, y si este estadio se mantiene por un tiempo prolongado se llega a producir la muerte del embrión (Aroca, Serrada & Calderón, sf, p.1). Al mantener las semillas cubiertas por una capa de paja, la pérdida de humedad fue muy poca, por lo que estas a pesar de ser recalcitrantes no llegaban a secarse y debido a las precipitaciones no tan exageradas existentes entre las fechas del 15 de julio y el 18 de agosto, se logró llevar a las semillas a un punto máximo de germinación y no así con las fechas posteriores (ver gráficos 1, 2 y 3).

En lo que respecta al sustrato existen ciertas características que permiten la entrada de agua (para el proceso de hidratación y procesos metabólicos) y gases (intercambio gaseoso) necesarios para la germinación (Aroca, Serrada & Calderón, sf, p.1), sin un sustrato con estas características la semilla no dispondrá de los requerimientos para germinar. El sustrato compuesto por tierra del parque, arena y materia orgánica fue en el que se observó mejores resultados ya que los poros de gran tamaño brindados por la materia orgánica daban lugar a un intercambio gaseoso constante, además los poros de menor tamaño brindados por los granos de arena menores y las hojas más degradadas daban lugar a retención



de cierta cantidad de agua aprovechable para la semilla, la cual es requerida en el proceso de hidratación de la semilla y además para mantener las enzimas metabólicas en un ambiente acuoso lo que hace posible las reacciones metabólicas necesarias para la germinación, además las semillas (SHELFORD, 1913 en Aroca, Serrada & Calderón, sf, p.1; Varela & Arana, 2011, p.3-4).

En cuestiones de la retención de semilla, el mejor sustrato fue el S3, compuesto por tierra, arena y materia orgánica (8:3:3) lo cual es importante para no perder un número tan alto de semillas y poder contar con más semillas para lo que respecta al trasplante; mientras que el sustrato S2 compuesto únicamente por tierra del parque presentó la retención de semillas más baja en las tres especies. Esto se debe a que la materia orgánica y la arena permiten la formación de un sustrato menos rígido, más blando y menos arcilloso, lo que hace posible que la semilla permanezca en el sitio donde se colocó y que el sustrato sirva de amortiguador ante la erosión (transporte) de la semilla. Además el sustrato compuesto por tierra daba lugar a un suelo más arcilloso, en el cual el drenaje de lluvia es muy bajo, por lo que se tiende a la formación de charcos, lo que expande las partículas del sustrato, generando una presión mayor a la semillas que provoca la salida de las mismas y por aumento del caudal generado por los charcos, se forman corrientes más intensas que promueven la movilización de las semillas y por lo tanto la pérdida (López-Lara, et al, 2010, p. 1-2).

En cuestiones de trasplante, el sustrato S3 de Tierra, arena y materia orgánica (8, 3, 3), resultó brindando los mejores resultados, puesto que debido a que este presentaba mayor porosidad que los otros sustratos, debido a los agujeros brindados por las partículas de mayor tamaño como lo es la arena y la materia orgánica el trasplante resultaba más fácil de realizar y con menor impacto en la raíz de las semillas, lo cual es muy importante ya que entre menos sea el impacto que se genere en la raíz, menor será el estrés de la plántula y por lo tanto mayor será la posibilidad de dar lugar a brotes en su nuevo sustrato (Schattenberg, 2009). El impacto en la raíz fue mayor en el sustrato 2, compuesto solamente por Tierra, ya que esto daba lugar a una composición arcillosa y con pocos espacios de aire, lo que genera que está se asiente y presione a la raíz de las plántulas, entonces al momento de extraer la plántula se requiere de un doble esfuerzo y una mayor cantidad de tiempo para extraerla correctamente y no lastimar la raíz de estas.

Estudios previos de algunas semillas de encino como las de la especie *Quercus suber* L. demuestran la existencia de una correlación entre el pH cotiledonar de la semilla y el porcentaje de germinación (Sobrino, et al, sf, p.3-4), y ya que la semilla se encuentra en contacto con el sustrato se supuso que existía una correlación entre el pH cotiledonar y el pH del suelo. Por esta razón se ejecutó una prueba de

pH de los tres sustratos en la facultad de Agronomía en el edificio UVIGER, sin embargo ningún sustrato presentó variación en lo que concierne al pH, lo cual es bastante extraño porque se esperaba que la degradación de materia existente en el sustrato 3 diera un pH más ácido debido a la liberación de CO<sub>2</sub> (Meléndez & Soto, 2003, p.6). Pero hay que tomar en cuenta que para la realización de estas pruebas se utilizó una mezcla recién elaborada, por lo que es posible que no se hubiera dado la degradación del material orgánico en ese suelo y debido a que en la prueba se emplea un tamizado, lo que provoca que muchos granos de arena y la materia orgánica sean excluidos al no pasar el tamiz, pudo haber existido una influencia en los resultados. Esto nos establece que probablemente esta variable no debe considerarse factible para concluir ningún resultado.

### 13. CONCLUSIONES

- Previo a la siembra es requerido hidratar las semillas durante tres días para que la tasa de germinación sea la mayor posible.
- Al llevar a cabo la colecta de semillas se deben revisar que estas no contengan hongos o agujeros a causa de insectos al no ser estas viables y además para evitar la pérdida de viabilidad de las otras semillas colectadas.
- El mejor sustrato para emplear en la germinación de encinos, de los tres bajo estudio, es el que se compone de tierra, arena y material orgánica de *Quercus*, al ser en el cuál se observó mayor porcentaje de germinación y una muy buena retención de las semillas.
- El mejor sustrato para la germinación resultó ser el compuesto por tierra, arena y materia orgánica, al dar la posibilidad de intercambio gaseoso, disponibilidad de agua y drenaje.
- Los mejores sustratos para la retención de semilla resultaron ser los que presentaban arena, puesto que la porosidad permitía el drenaje del agua, evitando la formación de charcos y por lo tanto el transporte de las semillas.
- El peor sustrato para la retención de semillas, es el que se compone únicamente de tierra, debido a su consistencia arcillosa que promueve la formación de charcos y por lo tanto el transporte de las semillas.
- La germinación de semillas se debe llevar a cabo en las fechas de mediados de Julio debido a la baja pero existente precipitación lo que lleva a las semillas a un punto óptimo de germinación.
- Se requiere llevar a cabo más investigación sobre la tasa de germinación de las especies: *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham; *Quercus purulhana* Trel. y *Quercus oocarpa* Liebm. para poder determinar si el factor de mayor peso

para explicar el fenómeno de la mayor germinación de la especie, es en sí el clima, la biología de la especie o ambos factores.

#### 14. RECOMENDACIONES

- Al construir cada semillero en espacios separados se facilita la mecánica de siembra y recolección de datos, ya que al realizar los semilleros juntos resulta muy incómoda la postura para la recolección de datos.
- Al construirse los semilleros sobre una armazón de madera, metal o plástico la siembra y la recolección de semillas para el trasplante puede llevarse a cabo en una posición erguida, lo que resulta más rápido y cómodo, sin mencionar que evita lesiones de espalda y/o de cuello.
- Colocar cercos de tablas alrededor de cada semillero, con el fin de que la lluvia no lave tan continuamente el área, lo que se traduce en una menor pérdida de semillas como resultado del transporte de estas a consecuencia del agua.
- Se debería llevar a cabo pruebas de germinación para las especies antes de llevar a cabo la experimentación con los sustratos. Esto solo si se cuenta con un número realmente alto de semillas, y si no existe información sobre la tasa de germinación de las especies que se desean estudiar.

#### 15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alianza Pino-Encino. (2003). *Ecosistema de Pino-Encino*. Recuperado de: <http://www.alianzapinoencino.org/pages/ecosistema-de-pino-encino.php>

Arizaga, S., Martínez-Cruz, J., Salcedo-Cabrales, M. & Bello-González, M. (2009). *Manual de la diversidad de Encinos Michoacanos*. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Bethlenfalvay, G. J.; Linderman, R.G. (1992). Preface. In *Mycorrhizae in sustainable agriculture*. USA. ASA Special Publication Number corhizienne. 54. Editorial Madison Wisconsin.

Calva, J.G., (2010). *Módulo para la preservación del medio ambiente a través del manejo adecuado de viveros de la variedad encino, en el cantón Choacamán Cuarto Centro, Santa Cruz del Quiché, Quiché*. Universidad de San Carlos, Facultad de Humanidades, Depto. Pedagogía. Guatemala.

Campubrí, A., et al. (2000). *Micorrizas arbusculares en producción agrícola*. Horticultura. Abril. España.

CONABIO. (sf). *Quercus rugosa*. Revista científica: Anales de Ciencias Naturales 3. pp. 123-125.

Cuadra, C. (1992). *Germinación, latencia y dormición de las semillas, Dormición en las avenas locas*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

Fournier, L.A. (s.f). *Quercus oocarpa Liebm.* Recuperado el 20/10/2013 de: [www.rngr.net/publications/ttsm/species/PDF.../file](http://www.rngr.net/publications/ttsm/species/PDF.../file)

Herrera, J., Alizaga, R., Guevara, E. & Jiménez, V. (2006). *Germinación y Crecimiento de la Planta, Vol 4*. Costa Rica: Editorial UCR.

IUCN. (2013). The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado el 14/02/2013 de: <http://www.iucnredlist.org/details/32766/0>

Meléndez, G. & Soto, G. (2003). *Taller de Abonos Orgánicos*. Costa Rica: Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), UCR. Sabanilla

López-Lara, T., Hernández-Zaragoza, J.B., Horta-Rangel, J., Coronado-Márquez, A. & Castaño-Meneses, V.M. (2010). *Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas*. Revista Iberoamericana de Polímeros.

Pérez, E.S., Secaira, E., Macias, C., Morales, S. & Amezcua, I. (2008). *Plan de Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria Dendroica Chrysoparia*. Defensores de la Naturaleza y Alianza de Pino-Encino.

Plant & Flower Enciclopedia. (2010). *Quercus*, Oak tree. Recuperado de: <http://www.botany.com/quercus.html>

Roberts, E:H.(1973). *Predicting the storage life of seeds*. Seed Science and Technology.

Rodríguez, R. (2010). *Manual de Prácticas de Viveros Forestales*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Ruano, J.R. (2001). *Viveros Forestales*. 2ª Ed. Costa Rica: Editorial EUNED.

Schattenberg, P. (2009). *Texas AgriLife researchers helping reduce vegetable 'transplant shock'*. Estados Unidos: AgriLife News, AgriLife.org.

Sobrino, E. Soriano, J.M., Viviani, A.B., Gonzalez, A. & Mingot, D. (s.f). *Métodos rápidos para evaluar la capacidad germinativa de las semillas de Quercus suber l.*

Madrid: Instituto de Investigaciones Agrarias y Alimentarias (INIA) & Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal.

Standley, P.C. & Steyermark, J.A. (1952). *Flora of Guatemala*. Vol 24. Estados Unidos: Chicago Natural History Museum Press. FIELDIANA: BOTANY

Tropicos. (2009). *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham.. Recuperado el 20/10/2013 de: <http://www.tropicos.org/Name/13100495?projectid=7>

Tropicos. (2010). *Quercus purulhana* Trel. Recuperado el 20/10/2013 de: <http://www.tropicos.org/Name/13100322?projectid=7>

UVG. (2010). Diagnóstico Ecológico y Socioeconómico de la Ecorregión Bosques de Pino-Encino de Centroamérica. Recuperado de: <http://www.alianzapinoencino.com/media/pdf/DIAGNOSTICO%20PINO-ENCINO%20-%20INFORME%20FINAL.pdf>

Varela, S.A. & Arana, V. (2011). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos*. Argentina: Editorial INTA EEA Bariloche.

## 16. ANEXOS

### Anexo No. 1

#### **DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA DE SUSTRATOS PARA LA GERMINACIÓN DE LAS ESPECIES: *QUERCUS LANCIFOLIA* SCHLTDL. & CHAM., *QUERCUS PURULHANA* TREL. Y *QUERCUS OOCARPA* LIEBM., DEL PARQUE NACIONAL NACIONES UNIDAS**

Rojas, Oscar<sup>1</sup>, Ávila, Rafael<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC-, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, <sup>2</sup> Centro de Estudios Conservacionistas, USAC, Defensores de la Naturaleza. [oscaralbertorojascastillo@hotmail.com](mailto:oscaralbertorojascastillo@hotmail.com)

**Palabras clave:** Sustrato, Bellota, Germinación, Encino, Roble, *Quercus*, *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham., *Quercus purulhana* Trel., *Quercus oocarpa* Liebm., Parque Nacional Naciones Unidas.

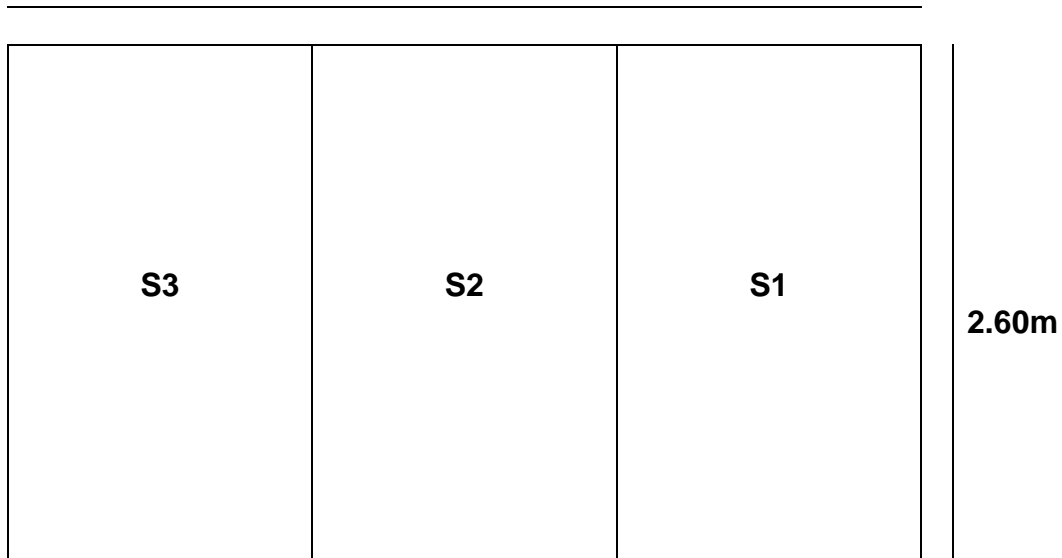
#### **Resumen:**

La investigación buscó contribuir a la generación de información sobre las mejores condiciones de vivero en el Parque Nacional Naciones Unidas (PNNU), para la germinación de tres especies de encino: *Q. lancifolia*, *Q. purulhana* y *Q. oocarpa*, lo cual resulta esencial para la conservación del género *Quercus*, ya que numerosas especies de este grupo se encuentran en peligro de extinción debido al impacto antropogénico a las que el área está sujeta y también al ser las condiciones de bosque mixto las que están asociadas a alta diversidad. Para ello se compararon tres sustratos distintos (Tierra, tierra+arena y

tierra+arena+compost orgánico) y en estos se cuantifico el porcentaje de germinación para las tres especies y la retención de estas por el sustrato. Previo a esto las semillas fueron sujetas a un proceso pre-germinativo que consistió en la disposición de las mismas en un contenedor con agua durante 3 días con el fin de inducir la germinación. Encontrando que el mejor sustrato para la germinación es el compuesto por tierra+arena+compost orgánico, al brindar mayor retención de semillas y condiciones óptimas para el intercambio gaseoso y el aprovechamiento de agua en las bellotas de las distintas especies; además se determinó que la mejor fecha para la siembra de estas semillas en el PNNU, Amatitlán, se da a mediados del mes de Julio, al existir en estas fechas una precipitación ideal para lo que es la germinación de las semillas.

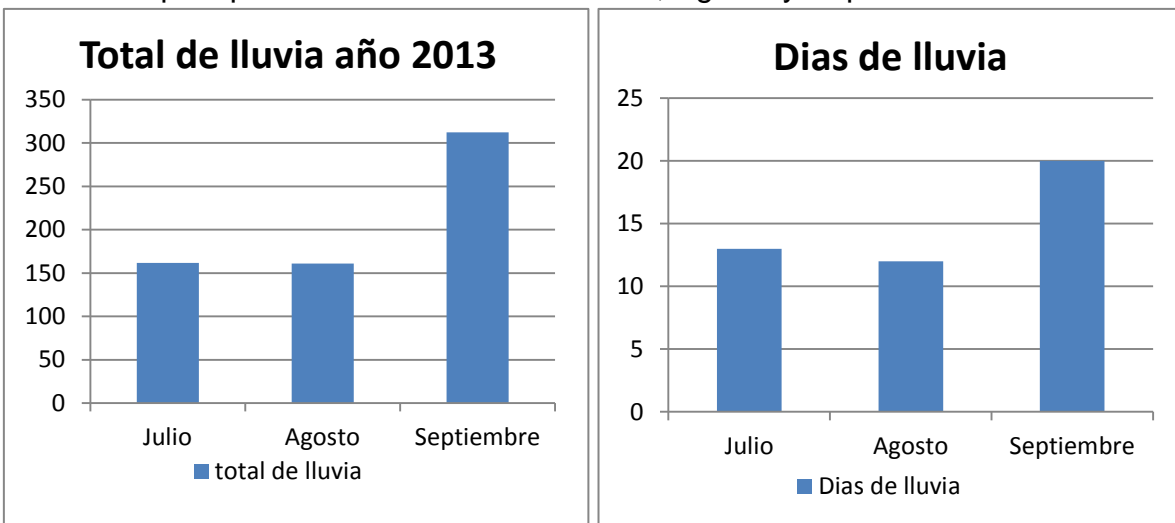
## **Anexo No. 2**

**4.00m**



**Anexo No.3:**

Gráfico de precipitación de los meses de Julio, Agosto y Septiembre 2013.



Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH- 2013).