

Germinación de especies forestales nativas del bosque nuboso en sustratos organominerales

Germination of forest species native to the cloud forest in organomineral substrates

Cupertino Ovidio Pérez Vásquez

Instituto de Investigaciones del Centro Universitario de San Marcos, USAC
cuovid@yahoo.es

 <https://orcid.org/0000-0001-6986-8316>

RESUMEN

Objetivo: establecer el comportamiento de germinación de cuatro especies forestales nativas del bosque nuboso utilizando sustratos órgano minerales. **Método:** Se valoraron tres sustratos y cuatro especies forestales nativas, siendo las variables evaluadas: porcentaje de germinación de cada especie y la interacción con el sustrato. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar -DBCA- con dos repeticiones lo que permitió conocer las variables porcentaje de germinación, mejor sustrato e interacción sustrato-especie. Para analizar los resultados se les aplicó el análisis de varianza con un 95% de confiabilidad utilizando el software de acceso libre INFOSTAT. **Resultado:** se puede indicar que el sustrato 50% de suelo con alto contenido de limo + 50% de humus de bosque latifoliado presentó mejores resultados en la especie *Quercus acatenanguensis* con un 93% de germinación, con ello se evidencia que se pueden generar sustratos de fácil adquisición para los pequeños productores de germoplasma.

Palabras clave: ecosistema, semillas, viabilidad

ABSTRACT

Objective: to establish the germination behavior of four native forest species of the cloud forest using organo-mineral substrates. **Method:** Three substrates and four native forest species were evaluated, the variables evaluated being: germination percentage of each species and interaction with the substrate. The completely randomized block design -DBCA- with two repetitions was carried out, which allowed knowing the variables germination percentage, better substrate and substrate-species interaction. To analyze the results, the analysis of variance is applied with 95% reliability using the free access software INFOSTAT. **Result:** it can be indicated that the substrate 50% soil with high silt content + 50% broadleaf forest humus presented better results in the species *Quercus acatenanguensis* with 93% germination, with this it is evident that substrates of easy acquisition for small germplasm producers.

Keywords: ecosystem, seeds, viability

El autor declara que no tiene ningún conflicto de interés. El estudio fue financiado con recursos del autor.
Recibido: marzo 20 de 2022 | *Aceptado:* julio 27 de 2022 | *Publicado:* octubre 30 de 2022

INTRODUCCIÓN

Guatemala cuenta con una población de 16 millones de habitantes, en el periodo 2008-2015, el país experimentó un aumento de la densidad poblacional del 18,26%, pasó de 126 a 149 habitantes por kilómetro cuadrado (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2016). Este crecimiento exige una mayor provisión de servicios ecosistémicos tales como agua para consumo humano y riego, producción de alimentos, provisión de vivienda y energía (Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2018).

El análisis de la dinámica de uso de la tierra en Guatemala 2006-2010 reveló que los bosques enfrentan presiones que se sintetizan en la evolución de la tasa de deforestación anual: 1,43% entre 1991-2001; 1,16% entre 2001-2006 y 1% entre 2006-2010 (146.112 ha en el período) (Gimbot, 2014).

Aunque la naturaleza desarrolla mecanismo de propagación para su subsistencia, actualmente es mayor la presión que se ejerce sobre el ecosistema para satisfacer necesidades humanas que las acciones para restaurar los mismos, por lo que surge la necesidad de propagar germoplasma forestal y agrícola disminuyendo drásticamente el proceso natural que toma más tiempo para su regeneración.

El cultivo de plantas en general en sustrato presenta diferencias sustanciales respecto del cultivo de plantas en pleno suelo (Abad, 1993). Al cultivar en contenedor las características de éste, resultan decisivas en el correcto crecimiento de la planta ya que se produce una clara interacción entre las características del contenedor (altura, diámetro, etc.) y el manejo del complejo planta-sustrato. Para el caso de la germinación de especies forestales nativas aún se tiene poca información en el contexto del altiplano occidental del departamento de San Marcos, debido a su riqueza inmensa de especies y microclimas donde estas se desarrollan.

La presente investigación se desarrolló en el municipio de Sibinal, departamento de San Marcos, específicamente en el vivero comunitario del caserío Unión Reforma, evaluando tres sustratos y cuatro especies forestales nativas del bosque nuboso. La misma se ejecutó en diferentes fases, una de ellas fue la adquisición de semillas, debido al tiempo de ejecución no fue posible la colecta personal de semillas puesto que no coincidió con la época

de fructificación de éstas especies; otra fase fue la preparación adecuada de los sustratos y las cajas germinadoras, y por último la germinación de especies, por ello se utilizó el diseño de bloques completamente al azar –DBCA- con dos repeticiones, lo que permitió conocer las variables porcentaje de germinación, mejor sustrato e interacción sustrato-especie; al concluir la investigación el sustrato 50% de suelo con alto contenido de limo +50% de humus de bosque latifoliado presentó mejores resultados en la especie *Quercus acatenanguensis* con un 93% de germinación, con ello se evidencia que se pueden generar sustratos de fácil adquisición para los pequeños productores de germoplasma del municipio de Sibinal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Germinación de especies en los diferentes sustratos órganominerales

Se utilizó el diseño experimental bloques completamente al azar DBCA con arreglo factorial, 12 tratamientos (3 sustratos y 4 especies forestales) y 2 repeticiones para cada tratamiento llegando a un total de 24 unidades experimentales que nos generara un 95% de confiabilidad.

Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado se describe a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Porcentaje de germinación

μ = Media general

T_i = tratamiento = factor A (sustratos) + factor B (semillas)+ interacción AB (semilla-sustrato)

β_j = efecto de los 12 bloques

E_{ij} = Error experimental asociado a las 24 unidades experimentales

Tratamientos utilizados

Los tratamientos utilizados fueron sustratos preparados a partir de la mezcla de tierra negra, humus de bosques latifoliados y peat most. La identificación de cada uno de los tratamientos fue de la forma siguiente:

T1= Tratamiento suelo con alto contenido de limo (testigo)/con semillas de *Quercus skinneri* (roble)

T2= Tratamiento suelo con alto contenido de limo (testigo)/ con semillas de *Cordia alliodora* (laurel blanco)

T3= Tratamiento suelo con alto contenido de limo (testigo)/con semillas de *Quercus acatenanguensis* (encino)

T4= Tratamiento suelo con alto contenido de limo (testigo)/ con semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* (canaque)

T5= Tratamiento 50% suelo con alto contenido de limo y 50% de humus de bosque latifoliado/ con semillas de *Quercus skinneri* (roble)

T6= Tratamiento 50% suelo con alto contenido de limo y 50% de humus de bosque latifoliado/ con semillas de *Cordia alliodora* (laurel blanco)

T7= Tratamiento 50% suelo con alto contenido de limo y 50% de humus de bosque latifoliado/ con semillas de *Quercus acatenanguensis* (encino)

T8= Tratamiento 50% suelo con alto contenido de limo y 50% de humus de bosque latifoliado/ con semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* (canaque)

T9= Tratamiento 50% de tierra negra y 50% de peat most/ con semillas de *Quercus skinneri* (roble)

T10= Tratamiento 50% de tierra negra y 50% de peat most/ con semillas de *Cordia alliodora* (laurel blanco)

T11= Tratamiento 50% de tierra negra y 50% de peat most/ con semillas de *Quercus acatenanguensis* (encino)

T12= Tratamiento 50% de tierra negra y 50% de peat most/ con semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* (canaqué)

Área experimental

Las dimensiones del área experimental fueron las siguientes:

Área total del experimento: 15 m²

Área por cada unidad experimental: 0.56 m², para un total de 24 unidades experimentales.

T3	T1	T8	T5	T9	T2	T4	T7	T6	T12	T10	T11
T7	T3	T4	T8	T11	T9	T1	T2	T5	T10	T6	T12

Figura 2. Croquis de la distribución de tratamientos dentro del área experimental

Plantas por unidad experimental

Las unidades experimentales estaban compuestas por 100 semillas de las diferentes especies nativas del bosque nuboso y se sembró por postura para tener un mayor control sobre cada unidad experimental.

RESULTADOS

Porcentaje de germinación para *Quercus skinneri* (Roble)

Para el caso de la especie *Quercus skinneri* los datos se detallan en la siguiente tabla, todos los tratamientos superaron el 50% de germinación, sin embargo los tratamientos donde se incorporó humus de bosque latifoliado al final de la cuarta semana logro un 85% de germinación para ambos sustratos.

Tabla 1

Porcentaje de germinación de la especie *Quercus skinneri* en diferentes sustratos

SUSTRATO	Semillas puestas a germinar	% de Semillas germinadas					
		Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Suelo con alto contenido de limo	100	0	0	55	65	0	0
50% de suelo con alto contenido de limo y 50% de humus de bosque latifoliado	100	0	0	70	85	0	0
50% de suelo con alto contenido de limo y 50% de peat most	100		0	72	85	0	0

Fuente: Datos de campo, 2021

Porcentaje de germinación para *Cordia alliodora* (laurel blanco)

Para el caso de la especie *Cordia alliodora* los datos se detallan en la siguiente tabla, en este caso no hubo germinación de la semilla en ninguno de los sustratos utilizados, esto se puede deber a varios factores uno de ellos es la época de cosecha de la semilla, muchos viveristas indican que debe colectarse en el punto óptimo o de lo contrario no es viable la germinación de la semilla, otro factor puede ser el tiempo y forma de almacenar la semilla, indican que su uso después de la cosecha no debe exceder los 90 días de lo contrario la semilla deja de ser fértil, otro factor a considerarse es el uso de productos (tratamiento de semillas) que eviten el ataque de insectos (gorgojos, gusanos).

Tabla 2

Porcentaje de germinación de la especie *Cordia alliodora* en diferentes sustratos

SUSTRATO	Semillas puestas a germinar	% de Semillas germinadas					
		Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Suelo con alto contenido de limo	100	0	0	0	0	0	0
50% de suelo con alto contenido de limo y 50% de humus de bosque latifoliado	100	0	0	0	0	0	0
50% de suelo con alto contenido de limo y 50% de peat most	100		0	0	0	0	0

Fuente: Datos de campo, 2021

Porcentaje de germinación para *Quercus acatenanguensis* (encino)

Esta especie fue la que mayor porcentaje de germinación presento, la emergencia de la radícula se visualizó en la segunda semana (germino antes que todas las especies) todos los tratamientos superaron el 90% de germinación para la tercera semana reflejando resultados similares en los sustratos utilizados.

Tabla 3

Porcentaje de germinación de la especie *Quercus acatenanguensis* en diferentes sustratos

SUSTRATO	Semillas puestas a germinar	% de Semillas germinadas					
		Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Suelo con alto contenido de limo	100	0	85	90	0	0	0
50% de suelo con alto contenido de limo y 50% de humus de bosque latifoliado	100	0	90	97	0	0	0
50% de suelo con alto contenido de limo y 50% de peat most	100	0	85	93	0	0	0

Fuente: Datos de campo, 2021

Porcentaje de germinación para *Chiranthodendron pentadactylon* Larreat (canaqué)

Para el caso de esta especie el porcentaje de germinación fue muy bajo, alcanzado un 9% el sustrato preparado con la mezcla de suelo con alto contenido de limo y humus de bosque latifoliado en proporción 50-50, según la experiencia de algunos viveristas comunitarios las especies de *Chiranthodendron pentadactylon* y *Cordia alliodora* presentan mejores índices de germinación cuando el sustrato lleva un 75% de suelo con alto contenido de limo, 20% de humus de bosque latifoliado y 5% de arena poma, por lo que hay que seguir investigando para incrementar el porcentaje de germinación de estas especies nativas del bosque nuboso.

Tabla 4

Porcentaje de germinación de la especie Chiranthodendron pentadactylon Larreat en diferentes sustratos

SUSTRATO	Semillas puestas a germinar	% de Semillas germinadas					
		Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Suelo con alto contenido de limo	100	0	0	03	05	0	0
50% de suelo con alto contenido de limo y 50% de humus de bosque latifoliado	100	0	0	05	09	0	0
50% de suelo con alto contenido de limo y 50% de peat most	100	0	0	06	0	0	0

Fuente: Datos de campo, 2021

Análisis de varianza

Se realizó el análisis de varianza ANDEVA a los datos obtenidos para la variable Porcentaje de Germinación en las diferentes unidades experimentales. A continuación, se presenta la tabla con los datos respectivos.

Tabla 5

Resumen del análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Germinación	24	1.00	1.00	5.86

Fuente: Trabajo de campo 2021 utilizando software de acceso libre INFOSTAT.

Tabla 6

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42245.83	11	3840.53	562.03	<0.0001
Especie	41645.83	3	13881.94	2031.50	<0.0001
Sustrato	264.33	2	132.17	19.34	0.0002
Especie-Sustra- to	335.67	6	55.94	8.19	0.0011
Error	80	12	6.83		
Total	42327.83	23			

Fuente: Trabajo de campo 2021 utilizando software de acceso libre INFOSTAT.

El ANDEVA resulta en el rechazo de la hipótesis nula ya que F calculada es mayor al P-valor para el caso de Especie*Sustrato. Los sustratos y las especies actúan conjuntamente es decir existe influencia de los sustratos para mejorar el proceso de germinación de las especies forestales del bosque nuboso.

Al momento de analizar de forma independiente las variables para el caso de sustrato podemos indicar que al menos uno de los sustratos órganominerales utilizados será eficiente y por ende presentará altos porcentajes de germinación en las distintas especies forestales del bosque nuboso.

En cuanto a la variable especie al menos una especie forestal presentó altos porcentajes de germinación en los distintos sustratos órganominerales utilizados.

Por ello se realizó la prueba Diferencia de Cuadrados mínimos (LSD) para conocer que sustrato se comportó de mejor forma en la germinación de especies forestales.

Tabla 7

Test LSD Fisher alfa aplicado a la variable tratamientos

Sustrato	Medias	n	E.E	
50% humus+50% s.a.c.l	47.75	8	0.92	A
50%humus+50% peat most	46.00	8	0.92	A
S.a.c.l (testigo)	40.00	8	0.92	B

Fuente: Trabajo de campo 2021 utilizando software de acceso libre INFOSTAT.
 Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La tabla anterior indica que el sustrato (mezcla del 50% de humus + 50% de suelo con alto contenido de limo) fue el que mejor se comportó para la germinación de especies forestales; el sustrato (50% de humus + 50% de peat most) se comportó de forma similar con medias muy parecidas para la germinación; en último lugar está el testigo con menos eficiencia para la germinación de especies forestales nativas del bosque nuboso.

En lo referente a especies se puede indicar que, si existe diferencia significativa para el porcentaje de germinación, también se realizó el test LSD Fisher para conocer la especie que mejor se comportó.

Tabla 8

Test LSD Fisher alfa aplicado a la variable especies forestales

Especie	Medias	n	E.E	
<i>Quercus acatenanguensis</i>	93.33	6	1.07	A
<i>Quercus skinneri</i>	78.33	6	1.07	B
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	6.67	6	1.07	C
<i>Cordia alliodora</i>	0.00	6	1.07	D

Fuente: Trabajo de campo 2021 utilizando software de acceso libre INFOSTAT.
 Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La especie que mejor porcentaje de germinación presento fue *Quercus acatenanguensis* con un 93% en el sustrato 50% de humus + 50% de suelo con

alto contenido de limo; mientras que la especie que no presentó germinación fue *Cordia alliodora* en ninguno de los sustratos establecidos.

CONCLUSIONES

El sustrato que presentó mejores resultados según el análisis de varianza y el test LSD Fisher es el elaborado con un 50% de suelo con alto contenido de limo y 50% de humus de bosque latifoliado superando al testigo; por lo tanto, se aprueba la hipótesis alternativa la cual indica que; al menos uno de los sustratos organominerales utilizados será eficiente y por ende presentará altos porcentajes de germinación en las distintas especies forestales evaluadas procedentes del bosque nuboso.

Según el análisis de varianza y el test LSD Fisher es la especie *Quercus acatenanguensis* con porcentajes de germinación del 93% por lo tanto también se aprueba la segunda hipótesis alternativa la cual indica que, al menos una especie forestal presentara altos porcentajes de germinación en los distintos sustratos organominerales utilizados.

Los porcentajes de germinación se presentaron de la siguiente manera: la especie *Quercus acatenanguensis* con un 93% de germinación, *Quercus skineri* con un 78%, *Chiranthodendron pentadactylon* con un 6% y para el caso de *Cordia alliodora* no hubo germinación de las semillas utilizadas.

La mejor interacción entre especie-sustratos durante el proceso de germinación fue de *Quercus acatenanguensis* con un sustrato elaborado con un 50% de suelo con alto contenido de limo y 50% de humus de bosque latifoliado, este sustrato organomineral es de fácil adquisición y presenta excelentes resultados para la germinación de esta especie.

REFERENCIAS

Escuela Agrícola Panamericana. (2010). *5 Formas de desinfectar el suelo para el huerto*. Obtenido de Libros y manuales de agronomía: <https://www.librosymanualesdeagronomia.com/5-formas-de-desinfectar-el-suelo-para-el-huerto-pdf-gratis/>

CATIE. (1994). Laurel (*Cordia alliodora*) especie de árbol de uso múltiple en América Central. *Colección de guías silviculturales*, 1-52. Obtenido de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A4236e/A4236e.pdf>

Hydro-Enviroment. (2021). *¿Que es el peat most?* Obtenido de Hydro-Enviroment: https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=355

INAB, FAO/FFF. (2016). *Guía técnica de las especies forestales más utilizadas para la producción de leña en Guatemala*. Obtenido de SERIE TÉCNICA GT-009: https://inab.gob.gt/images/centro_descargas/industria_comercio_forestal/Gu%C3%ADa%20de%20Especies%20Forestales%20para%20Le%C3%B1a.PDF

Instituto Nacional de Bosques INAB. (1998). *Clasificación de Tierras por capacidad de uso. Aplicación de una metodología para tierras de la república de Guatemala*. Guatemala: INAB.

Irigoyen, J. N., & Cruz Vela, M. A. (2005). *Guía técnica de semilleros y viveros frutales*. Obtenido de Programa Nacional de Frutas de el Salvado-IICA: <http://repiica.iica.int/docs/B0507e/B0507e.pdf>

Jimenez Peri, F. J. (1993). *VIVEROS FORESTALES*. Obtenido de Biblioteca del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, España: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf

Montiel, K., & Ibrahim, M. (2016). *Manejo Integrado de los suelos para una agricultura resiliente al cambio climático*. Instituto Interamericano para la Agricultura IICA.

Pastor Sáez, N. J. (3 de Julio-Septiembre de 1999). *Utilización de sustratos en viveros*. (T. Latinoamericana, Ed.) Recuperado el 09 de agosto de 2021, de Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>

Pita Villamil, J. M., & Pérez Garica, F. (s/f). *Germinación de semillas*. Obtenido de MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN,

MADRID, ESPAÑA.: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf

Quevedo García, E., & Prato Sarmiento, A. I. (Noviembre de 2020). *Germinación de semillas de Quercus humboldtii Bonpl. (Fagaceae): especie vulnerable del bosque Altoandino*. Obtenido de Revista Mexicana de Ciencias Forestales: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v11n62/2007-1132-remcf-11-62-157.pdf>

Rodríguez, R. P. (1998). *La germinación del Macpalcuchi o flor de manita (Chiranthodendron pentaadactylon), una planta medicinal de recolección*. Cautitlan Izacalli Edo. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Universidad Politécnica de Valencia. (Septiembre de 2003). *Germinación de semillas*. Obtenido de Biología: http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm#Factores%20que%20afectan%20a%20la%20germinaci%C3%B3n

Cómo citar este artículo:

Pérez Vásquez, C. O. (2022). Germinación de especies forestales nativas del bosque nuboso en sustratos organominerales. *Revista de Investigación Proyección Científica*, 4(1), 41-53. <https://doi.org/10.56785/ripc.v4i1.10>



Copyright © 2022 Cupertino Ovidio Pérez Vásquez. Este texto está protegido por una licencia Creative Commons 4.0. Usted es libre para compartir y adaptar el documento para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Resumen de licencia - Texto completo de la licencia