

# TATASCÁN



## Evaluación de la calidad de plantas de *Pinus oocarpa* Schiede ex schltdl en tres viveros del Programa Nacional de Reforestación, Honduras

### Evaluation of the quality of *Pinus oocarpa* Schiede ex schltdl plants in three nurseries of the National Reforestation Program, Honduras

**Como citar:** Fajardo Munguía, E. N., & Castañeda, F. N. (2024). Evaluación de la calidad de plantas de *Pinus oocarpa* Schiede ex schltdl en tres viveros del Programa Nacional de Reforestación, Honduras. *TATASCÁN*, 32(1), 49-60. <https://doi.org/10.5377/tatascn.v32i1.19482>

<https://doi.org/10.5377/tatascn.v32i1.19482>

Recibido 27/07/2024

Aceptado 25/10/2024

**Elda Ninoska Fajardo Munguía**

<https://orcid.org/0000-0003-4839-2229>

Universidad Nacional de Ciencias Forestales

[e.fajardo@unacifor.edu.hn](mailto:e.fajardo@unacifor.edu.hn)



**Francy Nohemy Castañeda**

<https://orcid.org/0000-0002-7907-9887>

Universidad Nacional de Ciencias Forestales

[f.castaneda@unacifor.edu.hn](mailto:f.castaneda@unacifor.edu.hn)

#### Resumen:

La investigación se realizó en tres viveros del Programa Nacional de Reforestación del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) ubicados en las regionales de Comayagua (La Paz), Olancho (La Unión) y Francisco Morazán (Distrito Central). El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad de plantas de *Pinus oocarpa* schiede en la etapa de vivero antes de su clasificación para ser plantadas en el campo. Se aplicó un protocolo que considera los parámetros: altura de la parte aérea, diámetro a la altura del cuello (DAC), índice de esbeltez (IE), relación entre la biomasa seca de la parte aérea y la biomasa seca del sistema radical (RBSA:BSR), índice de lignificación (IL) y el índice de calidad de Dickson (ICD), así como parámetros cualitativos. La escala de evaluación fue alta, media y baja; se obtuvo que la calidad de las plantas es baja tanto en la integración de los parámetros como en el resultado del ICD, así también la calidad cualitativa relacionada con la forma del tallo de la planta, la coloración de la acícula y el estado fitosanitario de la planta demostró que la mejor calidad de las plantas fueron las del vivero de La Unión. Con los resultados cuantitativos se encontró que, la altura de la parte aérea, el DAC y el IE, son más factibles para su aplicación por no requerir análisis en laboratorios ni de cálculos complejos.

**Palabras clave:** Morfología de plantas, producción de plantas, protocolo, Índice de Calidad de Dickson

#### Abstract:

The investigation was carried out in three nurseries of the national reforestation program of the National Institute of Forest Conservation and Development, Protected Areas and Fauna, (ICF), located in the regionals of Comayagua (La Paz), Olancho (La Union) and Francisco Morazán (Distrito Central). The objective for the research was Quality evaluation for the *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl plants in nursery stage before their classification to be planted in the field. A protocol was applied that considers the parameter: height of the neck (DAC), slenderness index (IE), relationship between the dry biomass of the aerial part and the dry biomass of the radical system (RBSA: BSR) lignification index (IL), and the Dickson quality index (ICD). The evaluation scales were high, medium, and low; it was obtained that the quality of the plants is low both in the integration of parameters and in the result of the ICD, as well as the qualitative quantity related to the shape of the stem of the plant, coloring on the hake and the phytosanitary status of the plant demonstrated that the best quality of the plants were those of the La Union nursery. With the quantitative results it was found that the height of the aerial part, the DAC and the IE, are more feasible for its application because they do not require analysis in laboratories of complex calculations.

**Keywords:** Plant morphology, plant production, protocol, Dickson quality index.

## Introducción

*Pinus oocarpa* es la conífera con mayor distribución natural en el (Madríz Masís, 2005). En Honduras también está dentro de las especies más comunes, reportándose en los departamentos de Francisco Morazán, Olancho, Comayagua, La Paz, Yoro, Cortés, Intibucá, Lempira, Ocotepeque, Copán, El Paraíso, Choluteca y Santa Bárbara; oscilando en una altitud de 600 a 1600 msnm (Benítez Ramos & Montesinos Lagos, 1998). Sin embargo, debido a diversos factores entre ellos, principalmente la afectación de los bosques a causa de plagas y enfermedades ocasionadas por el gorgojo descortezador de pino (*Dendroctonus frontalis*) ha generado cifras alarmantes en la cuantificación de áreas afectadas, reportándose en los últimos 20 años más de quinientas cincuenta mil hectáreas afectadas (CONA-PROFOR, 2021) impactando directamente sobre la biodiversidad, en la seguridad alimentaria y la economía de las poblaciones rurales.

Los esfuerzos del gobierno de Honduras han sido evidentes en alcanzar la restauración de áreas degradadas, planteándose a través de la ejecución de diferentes proyectos el objetivo de recuperar y mantener los servicios ecosistémicos de los bosques, priorizando zonas afectadas por la plaga del gorgojo descortezador, incendios forestales, tala ilegal y sitios afectados por la agricultura migratoria y la ganadería extensiva, para lo cual el Instituto de Conservación Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), cuenta con viveros forestales en diferentes regiones del país en los que se producen las plantas que se utilizan para la restauración de dichas áreas, sin embargo, en la etapa de vivero no se realiza un proceso riguroso de clasificación de plantas que permita seleccionar plantas de la mejor calidad que aseguren una mayor tasa de sobrevivencia y desarrollo en el campo, siendo el atributo de la calidad con repercusión directa en el establecimiento de plantaciones forestales, dependiendo también de las condiciones del sitio de plantación (Sánchez-Aguilar et al., 2016). Por lo tanto, el propósito planteado para este estudio fue evaluar la calidad de plantas de *Pinus oocarpa* schiede en tres viveros forestales del Programa Nacional de Reforestación del ICF diseñándose un protocolo que permitió estandarizar los parámetros de calidad.

## Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en tres viveros forestales seleccionados por el personal técnico del Programa Nacional de Reforestación: Vivero de la Región Forestal Comayagua, ubicado en la ciudad de La Paz, Vivero Central ubicado en la Región Forestal de Francisco Morazán, Comayagüela, Francisco Morazán y Vivero de la Región Forestal de Olancho, ubicado en La Unión, Olancho.

Se realizó un muestreo aleatorio simple, representativo de toda la población de plantas de *Pinus oocarpa* producidas en bolsa de polietileno con una dimensión de 4"x 8", el tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula para poblaciones finitas (ecuación 1) y se utilizó un nivel de confianza de 90% y un margen de error de 0.09, la aleatorización se realizó mediante el Programa Excel.

### Ecuación 1:

Fórmula para el cálculo de la muestra

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N-1) e^2 + \sigma^2 * Z}$$

Fuente: (Morillas, 2007)

Donde

n= tamaño de la muestra

N= tamaño de la población

Z= nivel de confianza

$\sigma$ = desviación estándar de la población

Para determinar la calidad de plantas se utilizaron parámetros morfológicos cuantitativos y parámetros cualitativos que fueron propuestos en el protocolo de evaluación, el cual fue sometido a un proceso de socialización con el personal técnico del ICF como ente interesado en los resultados de la investigación y del personal del programa Red Solidaria, como entes financiadores de la investigación. Dentro de los parámetros morfológicos cuantitativos utilizados para evaluar la calidad de las plantas se utilizaron; la altura de la parte aérea de la planta (cm), el diámetro a la altura de cuello (DAC) (mm), la relación entre la biomasa aérea y la biomasa radicular (R BSA:BSR), el Índice de esbeltez (IE), el Índice de lignificación (IL) y el Índice de Calidad de Dickson (ICD).

La medición de todos los parámetros se realizó cuando las plantas tenían una edad aproximada de cinco meses, antes de su traslado al sitio de plantación. La toma de datos de la altura de las plantas se hizo desde la base del DAC hasta el extremo de la yema terminal, utilizando una regla graduada en cm, los datos obtenidos se vaciaron en hojas de cálculo de Excel para obtener los valores a través de los que se establecieron los rangos que permitieron medir la calidad de la planta a través de este parámetro (tabla 1).



**Tabla 1***Altura de la parte aérea de la planta*

Variable	Unidad de medida	Parámetros y rango de calidad		
Altura	Cm	Baja	Media	Alta
		<10.0	10-14.9	≥15.0-25.0

Para tomar los datos del DAC se utilizó un pie de rey digital calibrado en milímetros y para determinar los parámetros de calidad de las plantas basadas en el DAC, los datos obtenidos en las mediciones se compararon con los rangos descritos en la tabla 2.

**Ecuación 2***Índice de Esbeltez*

$$\text{Índice de Esbeltez} = \frac{\text{Altura de la planta (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}}$$

Fuente: Tinoco López & Ramírez Ramírez (2014).

Los resultados obtenidos fueron comparados con los rangos de calidad descritos en la tabla 3.

**Tabla 3***Índice de Esbeltez*

Variable	Parámetros y rangos de calidad		
Índice de Esbeltez	Baja	Media	Alta
	≥8.0	7.9-6.0	<6.0

La relación de la biomasa seca aérea con la biomasa seca radicular se obtuvo usando el peso seco de la parte aérea y el peso seco de la raíz. El peso aéreo lo constituye el tallo más la parte foliar y las raíces como un solo conjunto, el peso se obtuvo por separado. El resultado de la relación proporciona un indicador del balance o equilibrio de la planta (Ramos-Huapaya & Lombardi-Indacochea, 2020). Los resultados obtenidos fueron comparados con los rangos de calidad especificados en la tabla 4.

**Tabla 4***Relación Biomasa Seca Aérea (BSA) / Biomasa Seca Radicular (BSR)*

Variable	Parámetros y rangos de calidad		
Relación BSA / BSR	Baja	Media	Alta
	≥2.5	2.4-2.0	<2.0

El Índice de lignificación se calculó a través de la siguiente ecuación 3.

**Ecuación 3***Índice de lignificación*

$$IL = \left( \frac{\text{(Peso seco total de la planta (g))}}{\text{(Peso húmedo total de la planta (g))}} \right) * 100$$

Fuente: Ramos Huapaya & Lombardi Idacochea (2020).

El resultado expresa el nivel de pre-acondicionamiento de las plantas donde los valores óptimos de lignina presentes en las coníferas y oscilan entre 25 y 30% (tabla 5).

**Tabla 5**  
Índice de Lignificación

Variable	Parámetros de calidad (%)		
Índice de Lignificación	Baja	Media	Alta
	≤20%	21 – 29	≥30%

Para realizar el cálculo del Índice de Calidad de Dickson (ICD) se utilizó la ecuación 4:

**Ecuación 4**  
Índice de lignificación

$$IL = \left( \frac{\text{(Peso seco total de la planta (g))}}{\text{(Peso húmedo total de la planta (g))}} \right) * 100$$

Fuente: (Ávalos et al., 2020)

El ICD es el que mejor define la calidad de planta que se ha producido en envase. A mayor valor del índice, resulta una mejor calidad de planta (Tabla 6).

**Tabla 6**  
Índice de calidad de Dickson (ICD)

Variable	Parámetros de calidad		
Índice de calidad de Dickson	Baja	Media	Alta
	<0.2	0.2-0.4	≥0.5

Para la evaluación y obtención final de la calidad de las plantas de *Pinus oocarpa* en los viveros se determinó con base en los parámetros morfológicos evaluados, de tal manera que; **Calidad alta (A):** Se asignó a partir de la ausencia absoluta de características no deseables; es decir, los componentes de interés se dispusieron en la categoría "A", aunque se consideraron aceptables hasta dos valores "M", pero ninguno "B". **Calidad media (M):** incluyó plantas con valores de calidad "A" en menor proporción y admitió hasta cuatro valores "M" y una variable con calidad "B" y **Calidad Baja (B):** incluyó aquella que presentó más de un valor de calidad "B"; esta no se estimó como apta para plantarse por no ofrecer elementos que garantizaran una buena supervivencia.

La evaluación de las características cualitativas se realizó mediante la observación visual del estado de las plantas considerando tres características: rectitud del tallo, coloración de las acículas y estado fitosanitario. Se utilizaron las escalas alta, media y baja para describir la calidad de la planta, con base en la presencia y/o ausencia de las características observadas (tabla 7).

**Tabla 7**  
Criterios para la evaluación de los parámetros cualitativos de las plantas de *Pinus oocarpa* en etapa de vivero

Rectitud del tallo	Coloración de acículas	Estado fitosanitario	Descripción de la calidad
Tallo recto	Verde natural	Sin presencia de plagas y/o enfermedades	Alta
Tallo torcido	Verde amarillento	Sin presencia de plagas y/o enfermedades	Media
Tallo torcido	Amarillento	Con presencia de plagas y/o enfermedades	Baja



Para la evaluación y obtención final de la calidad de las plantas de *Pinus oocarpa* en los viveros se determinó con base en los parámetros cualitativos evaluados, de tal manera que; Calidad Alta: cuando la planta cumple con las tres características deseables (tallo recto, color verde natural en las acículas y sin presencia de plagas y enfermedades), Calidad Media: Cuando la planta presente una característica no deseable (tallo torcido, color verde amarillento o amarillento y/o presencia de plagas y enfermedades) y Calidad Baja: cuando la planta presente más de una característica no deseable (tallo torcido, color verde amarillento o amarillento y presencia de plagas y enfermedades).

Se utilizó el programa Microsoft Office Excel para la obtención de resultados que fueron útiles para el análisis a través de cuadros y gráficos. Haciendo uso de estadística descriptiva, se calcularon los siguientes parámetros: media, desviación estándar, rango mínimo de datos, rango máximo de datos, y el coeficiente de variación. Para realizar la comparación de los parámetros evaluados en los tres viveros (altura, DAC, Índice de esbeltez, Relación entre la biomasa seca aérea y la biomasa seca radicular, Índice de lignificación y el Índice de calidad de Dickson) e identificar si existen diferencias significativas entre ellos, se utilizó el software Minitab, finalmente se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba Fisher a un nivel de confianza del 95%.

## Resultados

Los resultados obtenidos de los tres viveros se muestran de forma conjunta, generando una comparación de lo obtenido derivada de la aplicación de la estadística descriptiva. Se trabajó por separado cada parámetro morfológico para estudiar de forma comparativa y relacionar el resultado de cada valor para determinar la calidad morfológica de la producción de las plantas en cada vivero. Se obtuvo que el vivero en el que las plantas presentan una mayor altura promedio es el vivero de La Paz, sin embargo, al aplicar los rangos de calidad, los tres viveros poseen una calidad media (tabla 8).

**Tabla 8**

*Evaluación de la altura (cm) de las plantas de Pinus oocarpa en los tres viveros*

Vivero	Media	Calidad	Desviación estándar	Rango mínimo	Rango máximo	Muestra	Coef. de variación
Tegucigalpa	11.70	M	2.71	6.5	19.5	84	23.2%
La Paz	14.34	M	4.57	6	25	84	31.9%
La Unión	10.96	M	3.88	4	24	70	35.3%

Con base en el cálculo del coeficiente de variación, se encontró que las plantas del vivero de Tegucigalpa presentan una menor variación relativa alrededor del promedio. Mediante el análisis de varianza se determinó que si existen diferencias estadísticas entre los promedios de altura (cm) de los viveros ( $p < 0.005$ )

Al existir diferencias significativas, se realizó la prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher con una confianza de 95%. Las plantas del vivero de La paz mostraron una altura significativamente mayor a las de los viveros de Tegucigalpa y La Unión, que no mostraron diferencias entre sí (tabla 9)

**Tabla 9**

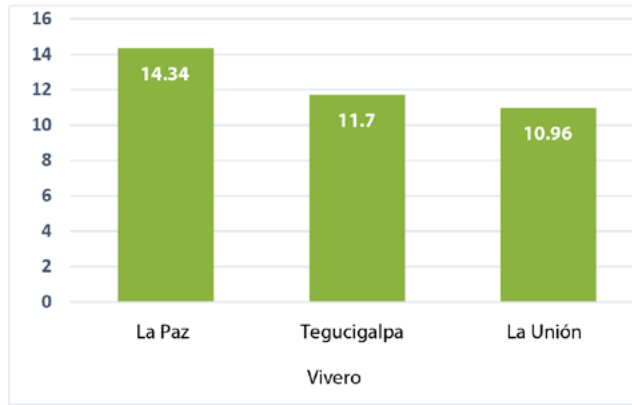
*Prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher para la variable altura de los tres viveros*

Vivero	N	Media	Agrupación
La Paz	84	14,34	A
Tegucigalpa	84	11,70	B
La Unión	70	10,96	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Se muestra de forma comparativa la altura de la parte aérea de las plantas obtenidas en los tres viveros (figura 1).

**Figura 1**

Comparación de promedios de altura de la parte aérea de las plantas de los tres viveros



Respecto con el DAC se obtuvo que el vivero de Tegucigalpa presenta un mayor DAC promedio, sin embargo, al aplicar los rangos de calidad, los tres viveros poseen una calidad baja (tabla 10).

**Tabla 10**

Evaluación del Diámetro a la altura del cuello de las plantas de *Pinus oocarpa* en los tres viveros

Vivero	Media	Calidad	Desviación estándar	Rango mínimo	Rango máximo	Muestra	Coef. de variación
Tegucigalpa	2.38	B	0.87	0.5	4.46	84	36.5
La Paz	2	B	0.82	1	5	84	40.9
La Unión	1.84	B	0.52	0.55	3.39	70	28.0%

Con base en el cálculo del coeficiente de variación, se encontró que las plantas del vivero de La Unión presentan una menor variación relativa alrededor del promedio. Mediante el análisis de varianza se determinó que si existen diferencias estadísticas entre los promedios del DAC (mm) de los viveros ( $p < 0.005$ ). Al existir diferencias significativas entre los DAC promedio, se realizó la prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher con una confianza de 95%. Las plantas del vivero de Tegucigalpa mostraron un DAC significativamente mayor a las de los viveros de La Paz y La Unión, que no mostraron diferencias entre sí (tabla 11).

**Tabla 11**

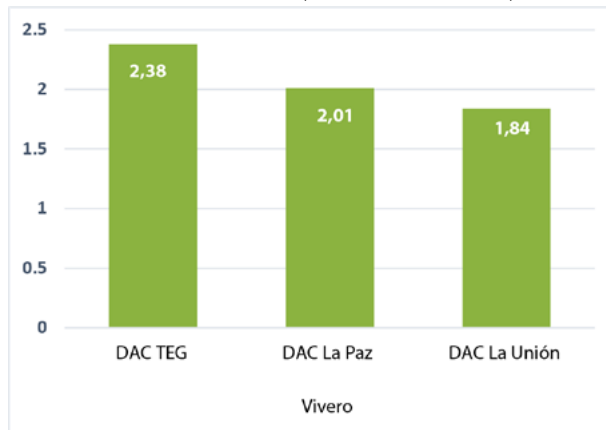
Prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher para la variable DAC de los tres viveros

Factor DAC	N	Media	Agrupación
Tegucigalpa	84	2,38	A
La Paz	84	2,01	B
La Unión	70	1,84	B

Se muestra de forma comparativa el DAC promedio obtenido en los tres viveros (figura 2).

**Figura 2**

Gráfico comparativo de medias de DAC (mm) de las plantas de *Pinus oocarpa* en los tres viveros



Con el parámetro IE se obtuvo que el vivero de Tegucigalpa presentó un IE de 5.61 evaluado este valor como un índice para una calidad alta de planta y los viveros de la Paz y la Unión presentaron una calidad media (tabla 12).

**Tabla 12**

*Índice de Esbeltez para las plantas de Pinus oocarpa en los tres viveros*

Vivero	Media	Calidad	Desviación estándar	Rango mínimo	Rango máximo	datos	Coef. de variación
Tegucigalpa	5.61	A	2.35	2.02	13	84	41.8%
La Paz	7.97	M	3.27	2.65	17	84	41.0%
La Unión	6.05	M	1.67	2.22	10.89	70	27.6%

Con el cálculo del coeficiente de variación, se encontró que las plantas del vivero de Tegucigalpa y La Paz presentan una menor variación entre sí. Mediante el análisis de varianza se determinó que si existen diferencias estadísticas entre los promedios de los índices de esbeltez de los tres viveros ( $p < 0.005$ )

Al existir diferencias estadísticas significativas entre los IE promedio, se realizó la prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher con un valor de confianza de 95%. Las plantas del vivero de La Paz mostraron un IE significativamente mayor a las de los viveros del ICF de Tegucigalpa y La Unión, que no mostraron diferencias entre sí (tabla 13).

**Tabla 13**

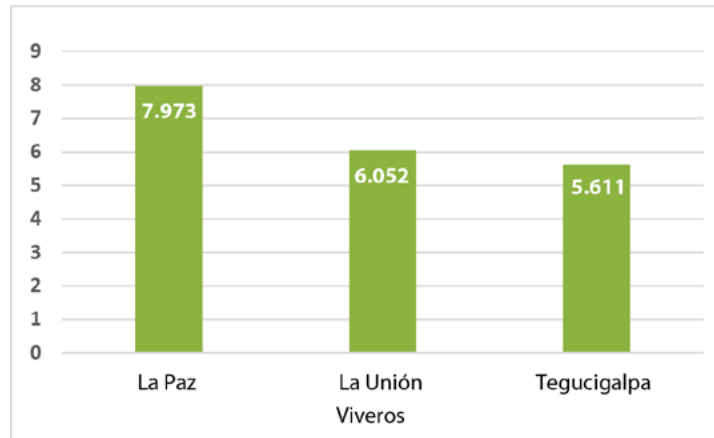
*Prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher para la variable índice de esbeltez de los tres viveros*

Vivero	N	Media	Agrupación
La Paz	84	7.97	A
La Unión	70	6.05	B
Tegucigalpa	84	5.61	B

Los promedios obtenidos por el IE se muestran gráficamente, observándose que las plantas del vivero de La Paz presentan un menor índice, por tanto, una mejor relación entre la altura de la parte aérea y el DAC (figura 3).

**Figura 3**

*gráfico comparativo de las medias del índice de esbeltez de las plantas de Pinus oocarpa de los tres viveros*



La comparación la biomasa de la parte aérea y de la raíz, es una medida dinámica de distribución de carbón en la planta; expresando a la vez el balance entre el área de transpiración y el área de absorción de agua. Con base en los parámetros de la relación y la asignación de la calidad, se demuestra que las plantas de los tres viveros poseen una calidad baja respecto con la relación entre la biomasa seca aérea y la biomasa seca radicular (tabla 14).

**Tabla 14**

Relación de la biomasa seca aérea y la biomasa seca radicular de las plantas de *Pinus oocarpa* en los tres viveros

Vivero	Media	Calidad	Desviación estándar	Rango mínimo	Rango máximo	datos	Coef. de variación
Tegucigalpa	4.87	B	3.03	0.4	23	84	62.2%
La Paz	4.02	B	2.80	1	23	84	69.7%
La Unión	6.94	B	4.93	0.25	25	70	71.1%

Mediante el análisis de varianza se determinó que si existen diferencias estadísticas entre los promedios de la relación de la biomasa seca aérea y la biomasa seca radicular en los tres viveros ( $p < 0.005$ ). Al existir diferencias significativas entre la relación de la biomasa seca aérea y biomasa seca radicular promedio, se realizó la prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher con una confianza de 95%. Las plantas del vivero de La Unión, Olancho mostraron un mayor resultado de la relación entre la biomasa seca área y biomasa seca radicular significativamente  $>$  a las de los viveros de Tegucigalpa y La Paz, que no mostraron diferencias entre sí; representando esto, que las plantas no alcanzaron un equilibrio entre la relación de su biomasa seca y biomasa radicular para los tres viveros, ya que su relación es  $>$  o igual a 2.5 (Tabla 15).

**Tabla 15**

Prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher para la variable relación de la biomasa seca aérea y biomasa seca radicular de las plantas de *Pinus oocarpa* de los tres viveros.

Factor	N	Media	Agrupación
La Unión	70	6,94	A
Tegucigalpa	84	4,87	B
La Paz	84	4,02	B

Con respecto al parámetro índice de lignificación, el vivero de La Paz presentó una mejor lignificación y los viveros del Tegucigalpa y La Unión presentaron una calidad media (tabla 16).

**Tabla 16**

Índice de lignificación de las plantas de *Pinus oocarpa* en los tres viveros

Vivero	Media	Calidad	Desviación estándar	Rango mínimo	Rango máximo	datos	Coef. de variación
Tegucigalpa	27.54	M	8.34	5.57	48.54	84	30.3%
La Paz	30.42	A	5.56	16.22	50.83	84	18.3%
La Unión	27.6	M	6.21	12.34	46.97	70	22.5%

El coeficiente de variación demostró que las plantas de los viveros de La Paz y La Unión poseen un conjunto de datos homogéneos, por estar por debajo de 30%. Mediante el análisis de varianza se determinó que, como  $P$  es  $> 0.005$  no se puede concluir que existen diferencias significativas en las medias del índice de lignificación en los tres viveros ( $p < 0.05$ ). Al existir diferencias significativas en las medias del índice de lignificación, se realizó la prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher con un nivel de confianza de 95%. Las plantas del vivero de La Paz mostraron índice de lignificación significativamente  $>$  a las de los viveros de La Unión y Tegucigalpa, que no mostraron diferencias entre sí (tabla 17).

**Tabla 17**

Prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher para la variable Índice de Lignificación de las plantas de *Pinus oocarpa* de los tres viveros

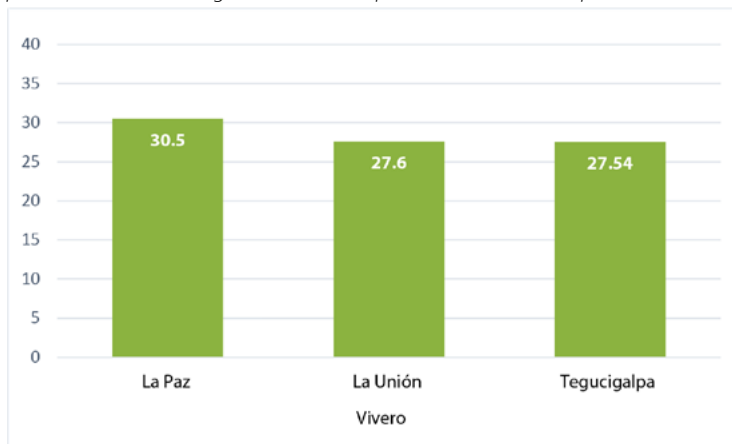
Factor	N	Agrupación
La Paz	84	30,50 A
La Unión	70	27,60 B
Tegucigalpa	84	27,54 B



Para una mejor visualización del índice de lignificación, se grafican los resultados derivados de la determinación de este índice (figura 4).

**Figura 4**

Gráfico comparativo del índice de lignificación de las plantas de *Pinus oocarpa* en los tres viveros



El índice de Dickson es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta producida en envase de polietileno, ya que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar planta de menor altura. Con las plantas en estudio se obtuvo que los tres viveros presentaron una calidad baja, respecto con el ICD ya que en los tres viveros el resultado de la media fue menor a 0.2, valor mínimo que define el ICD como calidad baja (tabla 18).

**Tabla 18**

Determinación del Índice de Calidad de Dickson para las plantas de *Pinus oocarpa* de los tres viveros.

Vivero	Media	Media	Desviación estándar	Rango mínimo	Rango máximo	Datos	Coef. de variación
Tegucigalpa	0.10	B	0.06	0.01	0.37	84	64.8%
La Paz	0.07	B	0.04	0.003	0.21	84	60.1%
La Unión	0.03	B	0.02	0.01	0.1	70	58.9%

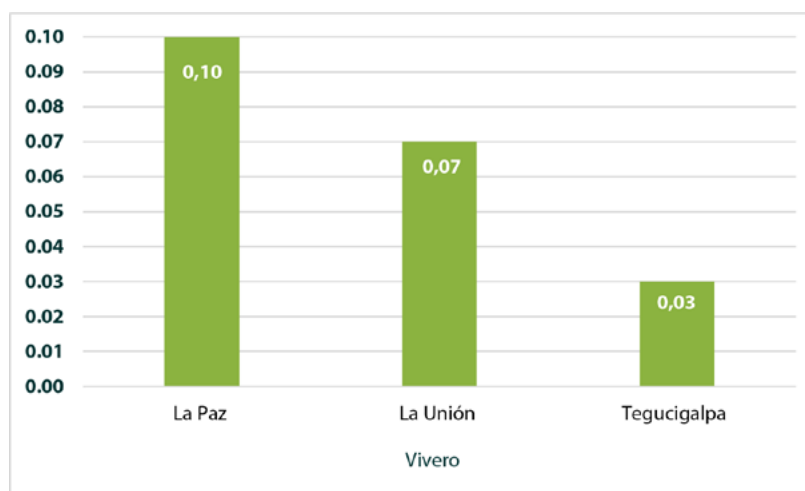
Mediante el análisis de varianza se determinó que si existen diferencias estadísticas entre los promedios del índice de calidad de Dickson en las plantas de *Pinus oocarpa* de los tres viveros ( $p < 0.005$ ). Al existir diferencias estadísticas significativas en el ICD, se realizó la prueba de comparaciones múltiples por medias de Fisher con un nivel de confianza de 95%. Las plantas de los tres viveros analizados mostraron diferencias entre sí, ya que ninguno compartió letra (tabla 19).

**Tabla 19**

Prueba de Fisher para el Índice de Calidad de Dickson de las plantas de *Pinus oocarpa* de los tres viveros

Vivero	N	Media	Agrupación
Tegucigalpa	84	0,10	A
La Paz	84	0,07	B
La Unión	70	0,03	C

Se muestra gráficamente la diferencia de las medias obtenidas en el índice de calidad de Dickson, notándose que el ICD más cercano a 0.2 es el vivero del ICF de Tegucigalpa, sin embargo, se mantiene dentro del valor que denota un ICD bajo, por lo tanto, las plantas de *Pinus oocarpa* de los tres viveros dieron como resultado un ICD bajo (figura 5).

**Figura 5**Gráfico del resultado del Índice de Calidad de Dickson para las plantas de *Pinus oocarpa* de los tres viveros

Para definir la calidad de las plantas de *Pinus oocarpa* tomando en consideración los parámetros morfológicos cuantitativos se diseñó la tabla en la que se visualizan los resultados obtenidos a partir de las medias de cada parámetro. Es así como según los conceptos de cada calidad, se estableció que en los tres viveros la calidad es baja (tabla 20).

**Tabla 20**Calidad morfológica de las plantas de *Pinus oocarpa* en los tres viveros

Vivero	C. Altura	C. DAC	C. IE	C. R BSA:BSR	C. IL	C. ICD	Calidad Total
Tegucigalpa	M	B	A	B	M	B	B
La Paz	M	B	M	B	A	B	B
La Unión	M	B	M	B	M	B	B

**Nota:**

C altura: Calidad altura de la parte aérea (cm)

C. DAC: Calidad del diámetro a la altura del cuello (mm)

C. IE: Calidad índice de Esbeltez

C. R BSA:BSR: Calidad de la relación biomasa seca aérea y biomasa seca radicular

C. IL: Calidad del índice de Lignificación

C. ICD: Calidad según Índice de Calidad de Dickson

Con la evaluación de los parámetros cualitativos se encontró que en el vivero de Tegucigalpa un 22.6% de las plantas tienen calidad alta, un 44% tiene calidad media y un 33.3% calidad baja; en el caso del vivero de La Paz, un 20.2% presentaron calidad alta, un 44% calidad media y un 35.7% calidad baja; de las plantas del vivero La Unión un 48.6% presentaron calidad alta, un 48.6% calidad media y solo un 2.9% mostró calidad baja (tabla 21). Persistiendo la calidad media en los tres viveros, ya que más de alguna de las características físicas poco deseables, estaba presente (figura 6).

**Tabla 21**Calidad cualitativa de las plantas de *Pinus oocarpa* en los tres viveros

Vivero	Calidad						Total plantas (muestra)	Total %
	Alta	%	Media	%	Baja	%		
Tegucigalpa	19	22.6	37	44.0	28	33.3	84	100
La Paz	17	20.2	37	44.0	30	35.7	84	100
La Unión	34	48.6	34	48.6	2	2.9	70	100

## Figura 6

Imágenes ilustrativas de variables cualitativas evaluadas



Planta con presencia de plaga y/o enfermedad



Planta con tallo torcido



Planta con color amarillento

## Discusión

La investigación se realizó en plantas de *Pinus oocarpa* producidas en tres viveros pertenecientes al Programa Nacional de Reforestación del ICF. Se consideró hacer la evaluación de las plantas producidas mediante el método tradicional de recipientes bolsa de polietileno con dimensión estandarizada de 4" x 6", dado que otros métodos de producción (tubete) solo se utiliza en el vivero regional de la zona central, ubicado en Tegucigalpa, F.M. Las plantas evaluadas tenían una edad aproximada de cinco meses, por lo que no hubo diferencia en la edad de las plantas que influyera en los resultados obtenidos. Se identificó la textura del sustrato utilizado en la producción de las plantas de *Pinus oocarpa*, resultando que el vivero de La Paz y La Unión tenían una textura arenoso-franco lo que demuestra mayor presencia de arena, en menor proporción limo y arcilla y el vivero de Tegucigalpa presentó una textura franco-arenoso, lo que demuestra una mejor distribución de las partículas de arena, limo y arcilla. Igualmente, la composición de la mezcla del sustrato difiere en los tres viveros, ya que se utilizan los materiales locales disponibles.

Con base en los parámetros morfológicos cuantitativos de evaluación de la calidad se demostró que de forma individual hay diferencias en la calidad de las plantas en los tres viveros, para el caso en la altura de la parte aérea de la planta, los tres viveros muestran una calidad media; respecto al diámetro a la altura del cuello, en los tres viveros se encontró una calidad baja; el índice de esbeltez muestra una calidad alta para las plantas del vivero de Tegucigalpa y una calidad media para los otros dos viveros; el análisis de la relación de la biomasa seca aérea y la biomasa seca radicular los tres viveros muestran una calidad baja; el índice de lignificación presenta una calidad alta para el vivero de La Paz y para los otros dos viveros una calidad media; finalmente al determinar el Índice de calidad de Dickson resultó que las plantas de los tres viveros poseen una calidad baja, ya que en los tres viveros el ICD fue menor que 0.20 siendo este el valor mínimo recomendado para coníferas (Luna, 2019).

En cuanto a los parámetros cualitativos evaluados de forma visual (forma del tallo, coloración de la acícula y estado fitosanitario de las plantas) se encontró que las plantas del vivero de La Unión presentaron una mejor condición ya que la mayoría de las plantas (alrededor del 98%) se encuentran en una categoría de calidad alta y media, el vivero del ICF Tegucigalpa presentó un 33.3% de plantas con calidad baja, siendo el estado fitosanitario el que influyó en el porcentaje obtenido debido a la posible presencia de plagas y/o enfermedades y en el caso del vivero de La Paz presentó un 35.7% de calidad baja influyendo principalmente la rectitud del tallo en esta evaluación, ya que se visualizaron tallos torcidos.

---

## Conclusiones

El sistema de producción de plantas actualmente implementado en los tres viveros que formaron parte de la investigación influye en la calidad de la planta producida.

Después de validado y aplicado el protocolo para la evaluación de la calidad de plantas de *Pinus oocarpa*, se encontró que, de los seis parámetros cuantitativos propuestos, la altura de la parte aérea de la planta, el diámetro a la altura del cuello (DAC) y el Índice de Esbeltez, siendo este una relación (división) entre la altura de la planta (cm) y el DAC(mm) son los más viables para su aplicación ya que no requieren de análisis en laboratorios ni de cálculos estadísticos-matemáticos complejos.

Después de validado y aplicado el protocolo para la evaluación de la calidad de plantas de *Pinus oocarpa*, se encontró que, de los seis parámetros cuantitativos propuestos, la altura de la parte aérea de la planta, el diámetro a la altura del cuello (DAC) y el Índice de Esbeltez, siendo este una relación (división) entre la altura de la planta (cm) y el DAC(mm) son los más viables para su aplicación ya que no requieren de análisis en laboratorios ni de cálculos estadísticos-matemáticos complejos.

La integración de los seis parámetros cuantitativos incluidos en el protocolo demostró que en los tres viveros las plantas de *Pinus oocarpa* presentaron una calidad baja, sin embargo, los parámetros de forma individual presentaron calidad alta y media en algunos casos. Respecto a los parámetros cualitativos las plantas obtuvieron una mejor evaluación ya que esta fue una evaluación visual que depende del conocimiento y criterio del evaluador para asignar una valoración.

## Referencias

- Ávalos, J. G., Moya, E. G., Alcalá, V. M. C., Hernández, J. J. V., Santos, A. T., & Manzanares, A. R. (2020). Variación morfológica e índice de calidad en plantas de *Pinus cembroides* var. *Cembroides* Zucc. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 30(97), Artículo 97. <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/864>
- Benítez Ramos, R., & Montesinos Lagos, J. (1988). *Catálogo de cien especies forestales de Honduras: Distribución, propiedades y usos*. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/2408>
- CONAPROFOR. (2021). *Plan Nacional de Protección Contra el Cambio Climático en los Ecosistemas Forestales*. Instituto de Conservación Forestal. <https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2024/05/PNPCPEF-2021.pdf>
- Luna, C. V. (2019). *Evaluación de sustratos y concentraciones de fertilizantes sobre el crecimiento de pino taeda (Pinus taeda L.) en vivero*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/108601>
- Madríz Masís, J. P. (2005). *Cambios genéticos en la regeneración natural de Pinus oocarpa var. oocarpa Schiede ex Schlechtendal, causado por el manejo forestal y la deforestación. Comayagua, Honduras, América Central: Un estudio exploratorio* [Tesis de maestría, CATIE]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5168>
- Morillas, A. (2007). *Muestreo en poblaciones finitas*. [https://www.academia.edu/download/57858943/Apuntes\\_Muestreo.pdf](https://www.academia.edu/download/57858943/Apuntes_Muestreo.pdf)
- Ramos-Huapaya, A. E., & Lombardi-Indacochea, I. R. (2020). Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en Huánuco: Estudio de caso con "Eucalipto urograndis". *Revista Forestal del Perú*, 35(2), 132–145. <https://doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1581>
- Sánchez-Aguilar, H., Aldrete, A., Vargas-Hernández, J., & Ordaz-Chaparro, V. (2016). Influencia del tipo y color de envase en el desarrollo de plantas de pino en vivero. *Agrociencia*, 50(4), 481–492. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1405-31952016000400481&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-31952016000400481&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Tinoco López, J., & Ramírez Ramírez, O. (2014). *Evaluación de la influencia de la fertilización en el vivero sobre la calidad de la planta de Pinus oocarpa Schiede y su desarrollo inicial en campo* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/2755/>

## Declaración de conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

## Fuente de financiamiento

Gobierno de Honduras, a través del Programa de la Red Solidaria (PRS) en el marco de la implementación del Proyecto Manejo Sostenible de Bosques 3878/BL-HO, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

