

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERA Y ARQUITECTURA.
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Comportamiento de la especie exótica Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) y especies nativas en el área de plantación forestal
– IESTPNOS-Banda de Shilcayo**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Sandi Safiro Del Castillo Talenas

Asesor:

Mtro. Ing. Erick Andrés Gonzales Lopez

Tarapoto, Agosto del 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mtro. Ing. Erick Andrés Gonzales López, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Comportamiento de la especie exótica Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) y especies nativas en el área de plantación forestal – IESTPNOS-Banda de Shilcayo”** del (los) autor (autores) Sandi Safiro Del Castillo Talenas tiene un índice de similitud de 9 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Morales, a los 25 días del mes de agosto del año 2024


Erick Andrés Gonzales López

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 15 día(s) del mes de julio del año 2024.. siendo las...08:30..horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Mtro. Carmelino Almaster Villegas y los demás miembros: Ing. Gerardo Acuña Nuñez y Mtro. Jhon Patrick Ríos Bartra y el (la) asesor(a) Mtro. Andrés Erick Gonzales Lopez

.....con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: **"Comportamiento de la especie exótica Eucalipto (Eucalyptus urograndis) y especies nativas en el área de plantación forestal – IESTPNOS-Banda de Shilcayo"**

del(los) bachiller(es): a) Sandi Safiro, Del Castillo Talenas
b)
c)

.....conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Sandi Safiro Del Castillo Talenas

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Agradecimientos

Agradezco a mi madre, Karina Mavel Talenas Bustamante y a mi padre, George del Castillo Grandes, por el apoyo y amor incondicional que me brindaron en cada momento de mi vida y la realización de este proyecto de investigación. Los amaré y agradeceré eternamente.

A mi hermana, Sandra Helen del Castillo Talenas, a mis abuelitos, Marcela, Luz, Roberto y Aurelio, por los consejos, amor y apoyo, siendo factores importantes para concluir con el proyecto de investigación. Los amaré y agradeceré eternamente.

Al ing. Erick Andrés Gonzales López por sus enseñanzas, consejos y asesoría en la presente investigación.

Al Instituto de Educación Superior Tecnológico Público "Nor-Oriental de la Selva", por permitirme realizar la presente investigación en el área de Plantación Forestal. Al Ing. Randi Mori García e Ing. Crosby Tello Espinoza por la co-asesoría y consejos brindados en la presente investigación.

Índice

Resumen	6
Introducción	8
Materiales y Métodos	9
Descripción del área de estudio	9
Delimitación de la población	9
Tamaño de la muestra y variables medidas	10
Mediciones dasométricas de las especies forestales	11
Medición de la circunferencia y el diámetro de los árboles.....	11
Medición de la Altura total y comercial.....	12
Determinación del volumen	12
Determinación del área basal	13
Determinación de parámetros físico-químicos.....	13
Determinación del pH y conductividad eléctrica.....	13
Determinación del contenido de humedad.....	13
Procesamiento de datos y análisis estadístico	14
Resultados	14
Resultados de las variables dasométricas	14
Resultados de las variables Físico-químicas de suelo	15
Análisis de la correlación	16
Discusión	20
Variables dasométricas.....	20
Variables físico-químicos del suelo	20
Correlaciones dasometría/ físico-química.....	21
Conclusiones.....	22
Referencia.....	23
Anexos.....	26

**Comportamiento de la especie exótica Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*)
y especies nativas en el área de plantación forestal – IESTPNOS-Banda de
Shilcayo**

**Behavior of the exotic species Eucalyptus (*Eucalyptus urograndis*) and
native species in forest plantation area – IESTPNOS-Banda de Shilcayo**

Sandi Safiro Del Castillo-Talenas¹, Andrés Erick Gonzales-López²

Resumen

Las especies exóticas, cuando se convierten en invasora pueden producir efectos negativos a las especies autóctonas del lugar, en caso del Eucalipto, se adapta bien a nuevos espacios, generando competencia por recursos (recurso hídrico, espacio, alimento). El Objetivo es determinar el comportamiento de cuatro especies nativas: Capirona, bolaina, shaina y paliperro en presencia del eucalipto. Se evaluaron variables dasométricas y físico-químicas. Se utilizaron 64 árboles como muestra, agrupadas para formar 32 parejas y dividir las en dos grupos “con-interacción” y “sin-interacción”. Se utilizaron las pruebas estadísticas T-student para muestras independientes y correlación de Pearson. De acuerdo a los resultados se obtuvo que, en la bolaina, existe diferencia significativa en el pH y humedad, en las tendencias, se ve afectado en su AB y CE, existen correlaciones entre el DAP-pH y volumen-pH, en el paliperro, tiene tendencias a ser afectada en todas las variables, tiene correlación entre el AB-CE, en la capirona, tiene tendencia a ser afectada en Hc y volumen, tiene correlaciones entre volumen-pH y AB-CE, finalmente la shaina tiene tendencias a ser afectada en su DAP, volumen, AB y humedad, tiene correlaciones entre su crecimiento-humedad. Se concluyó que, en la T-student de variables dasométricas, no se encontró diferencia significativa, pero, se observaron tendencias a disminución de sus valores dasométricos y en variables físico-químicos del suelo los niveles de pH, CE y humedad disminuyen en presencia del eucalipto.

Palabras claves: Eucalipto; especies exóticas; especies nativas; variables dasométricas; variables físico-químicas.

¹ Escuela profesional de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión (UpeU), Morales, Perú.
sandidelcastillo@upeu.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0002-6207-5978>

² Escuela profesional de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión (UpeU), Morales, Perú.
andres.gonzales@upeu.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0002-4744-9927>

Abstract

Exotic species, when they become invasive, can produce negative effects on the native species of the area. In the case of Eucalyptus, it adapts well to new environments, generating competition for resources (water resources, space, nutrients). The objective is to Determine the behavior of four native species: Capirona, bolaina, shaina and paliperro in presence of eucaliptus. Dasometric and physical-chemical variables were evaluated. 64 trees were used as a sample, grouped to form 32 pairs and divided into two groups "with-interaction" and "without-interaction". The T-student statistical tests for independent samples and Pearson correlation were used. According to the results, it was obtained that, in bolaina, there is a significant difference in the pH and humidity. Trends showan effect on its AB and CE, There are correlations between DAP-pH and volume-pH, in the paliperro, there are trnedcs to be affected in all variables, with a correlation between the AB-CE, in capirona, it has a tendency to be affected in Hc and volume, with correlations between volume-pH and AB-CE, finally, shaina tends to be affected in its DAP, volume, AB and humidity, with correlations between its growth-humidity. It was concluded that, in the T-student of dasometric variables, no significant difference was found, but trends were observed to decrease their dasometric values and in physical-chemical variables of the soil, the levels of pH, EC and humidity decrease in the presence of eucalyptus.

Key words: Eucalyptus; exotic species; native species; dasometric variables; physical-chemical variables.

Introducción

La introducción de especies exóticas en un nuevo ecosistema generalmente conlleva cambios en dicho entorno, y su prevalencia dependerá tanto de la especie como del hábitat donde se desarrolle (Castro Diez, Vallares, & Alonso, 2005)

La introducción puede ser tanto intencional como accidental, fuera de su área natural de distribución, denominándose "especies no nativas". Estas pueden proliferar, dispersarse y establecerse, compitiendo con las especies nativas y siendo conocidas como "especies no nativas invasoras" (Richerson, y otros, 2000)

Las especies exóticas por su alto valor comercial generan una tendencia creciente a ser introducidas a nivel global. Actualmente, se observa un aumento en la presencia de especies exóticas en diversos ecosistemas. Su propagación puede darse tanto por su área de distribución como por la reproducción de descendientes (Seebens, y otros, 2017). Sin embargo, se estima que solo el 10 % de las especies exóticas que ingresan a un nuevo hábitat logran formar una población y volverse invasoras (Williamson & Fitter, 1996).

Las interacciones en estos ecosistemas se ven afectadas por aspectos como las especies dominantes, las interacciones neutrales y la diversidad. En un mismo entorno, algunas especies exóticas pueden tener un comportamiento neutral frente a las especies nativas, pero al mismo tiempo, pueden causar impactos negativos en la riqueza de especies nativas (Herben, Mandák, Bímová, & Münzbergová, 2004).

Las especies exóticas que se convierten en invasoras suelen tener fuertes impactos negativos en las especies autóctonas del lugar. Compiten por recursos como agua, espacio y alimento, llegando incluso a extinguir a las especies nativas.

En el Perú, los dos géneros más comunes que prevalecen son *Pinus* y *Eucalyptus*. La introducción de las múltiples especies de ambos géneros se debe

a programas y proyectos impulsados por instituciones tanto privadas como públicas, dirigidos a la forestación y reforestación durante aproximadamente 150 años. La mayoría de las investigaciones se realizaron como ensayos de adaptabilidad a las nuevas condiciones medioambientales del entorno (Ministerio del ambiente, 2019).

Aunque algunas especies introducidas, como el eucalipto y sus diversas variedades, pueden adaptarse bien a nuevos espacios y ser adecuadas para cosechas mecanizadas, como fuente de fibra en la industria y producción de madera (Brooker, 2002), es fundamental proteger la biodiversidad nativa. Esta biodiversidad proporciona servicios ecosistémicos que equilibran la sociedad y la economía dentro del país (Ministerio del Ambiente, 2022).

La presente investigación se centra en los efectos ocasionados por la especie exótica *Eucalyptus urograndis* frente a las especies nativas. El objetivo principal es determinar el comportamiento de esta especie exótica en comparación con cuatro especies nativas: Capirona (*Calycophyllum spruceanum Benth*), bolaina (*Guazuma crinita*), shaina (*Colubrina glandulosa Perking*) y paliperro (*Vitex cf. pseudolea*).

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio.

La presente investigación se llevó a cabo en la zona central del Sector Maucallacta, perteneciente al Programa de Estudios de Manejo Forestal del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público "Nor-Oriental de la Selva". El área está ubicada en el distrito de la Banda de Shilcayo, a 200 m de la entrada en el margen derecho de la carretera Fernando Belaunde Terry Sur, en la región de San Martín. Se seleccionaron 2 hectáreas de terreno debido a la cantidad necesaria de especies y la diversidad forestal requerida para el proyecto.

Delimitación de la población

El área de estudio se encuentra demarcada por 55 hileras, cada árbol está identificado mediante una numeración correlativa que va desde el 1 hasta el 1100. Esta delimitación y codificación fueron establecidas anteriormente, a través de una tesis llevada a cabo en la zona de estudio.

Con interacción:

4 eucaliptos agrupados con 4 bolainas, 4 eucaliptos agrupados con 4 paliperros, 4 eucaliptos agrupados con 4 capironas, 4 eucaliptos agrupados con 4 shainas.

Sin interacción:

4 bolainas agrupadas con 4 bolainas, 4 paliperros agrupados con 4 paliperros, 4 capironas agrupadas con 4 capironas, 4 shainas agrupadas con 4 shainas.

Se realizaron las mediciones dasométricas a los 64 árboles y datos físico-químicos del suelo de las 32 parejas, las cuales fueron: diámetro a la altura del pecho (DAP), área basal (AB) y volumen, que fueron calculados mediante fórmulas y los datos de las alturas totales (Ht) y comerciales (Hc) fueron obtenidas con un clinómetro SUUNTO.

Las variables físico-químicas fueron pH, conductividad eléctrica y humedad, fueron determinados en laboratorio.

Mediciones dasométricas de las especies forestales

Medición de la circunferencia y el diámetro de los árboles

Para determinar los valores del diámetro a la altura del pecho (DAP) y la circunferencia a la altura del pecho (CAP), se llevó a cabo la medición a una altura de 1.3 m. La circunferencia se midió utilizando una cinta métrica de 50 m para lograr una mayor precisión, dado que esta se adapta eficientemente a la forma irregular del tronco. El valor del diámetro se obtuvo a partir de los valores de la circunferencia utilizando la **ecuación 1** propuesta por (Kershaw, Ducey, Beers, & Husch, 2016), así como por (Rügnitz, Chacón, & Porro, 2009):

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad (1)$$

DAP = Diámetro a la altura del pecho, medido a 1,3 m.

CAP = Circunferencia a la altura del pecho.

$\pi = 3,1416$

Medición de la Altura total y comercial

Se registró información relativa a dos categorías de altura: Altura Total (Ht) y Altura Comercial (Hc). Estas mediciones se llevaron a cabo utilizando el clinómetro SUUNTO TANDEM/360PC/360R G CLINO/COMPASS, el cual ofrece dos unidades de medida distintas: grados y porcentaje, como indicado por (Yner Juárez, 2014).

$$\left(\frac{\alpha}{100}\right) * \text{Distancia horizontal} = \text{Altura del árbol}$$

$$\text{Altura del árbol} + 1,6 \text{ m} = \text{Resultado de la altura} \quad (2)$$

α = Valor obtenido del clinómetro en grados o porcentaje.

Distancia horizontal= distancia entre la persona y el árbol.

1,6 m = Altura de observación

Para la toma de medidas, se emplearon grados, y posteriormente se convirtieron utilizando un recurso denominado "Diagrama de conversiones topográficas". Este proceso permitió obtener las mediciones en formato porcentual. El resultado final se calculó mediante la ecuación 2 proporcionada por (Yner Juárez, 2014).

Determinación del volumen

De acuerdo a Yner Juárez (2014), se determinó el volumen por el coeficiente mórfico mediante la siguiente **Ecuación 3**:

$$v = \frac{\pi}{4} * d^2 * h * ff \quad (3)$$

v= Volumen

$\pi = 3,1416$

d= diámetro

h= Altura

f= factor de forma

Determinación del área basal

El área de la sección basal o el área basal se calcula mediante su diámetro ya que sus secciones son consideradas circulares, aplicando la Ecuación 4 (Yner Juárez, 2014):

$$s = \frac{\pi * d^2}{4} \quad (4)$$

s= Área basal

$$\pi = 3,1415$$

d= diámetro

Determinación de parámetros físico-químicos

Determinación del pH y conductividad eléctrica

La obtención de los resultados de pH de las muestras de suelo extraídas en el campo se realizó mediante la relación de 1:1. Se emplearon 20 gramos de tierra disueltos en 20 mL de agua destilada, permitiendo que la mezcla reposara durante 30 minutos. Posteriormente, se registró el valor utilizando un pH-metro, según lo descrito por (Bazán Tapia, 2017).

En la obtención de la conductividad eléctrica, se utilizó la misma relación y las mismas cantidades, se registró el valor con un conductímetro.

Determinación del contenido de humedad

Se siguió la Norma Técnica Peruana 339.127.1998, que establece el método de ensayos para determinar el contenido de humedad en suelos. Se emplearon 20 gramos de tierra, los cuales fueron secados en una estufa digital a 110 °C durante 24 horas.

Con los datos de peso húmedo y peso seco obtenidos, se aplicó la fórmula establecida por la Norma Técnica Peruana para calcular el contenido de

humedad de las muestras. Todos los análisis descritos se desarrollaron en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana Unión.

Procesamiento de datos y análisis estadístico

Los datos de humedad fueron procesados utilizando Excel 2019, mientras que los análisis estadísticos tanto para las pruebas T-Student de muestras independientes y las correlaciones se llevó a cabo utilizando IBM SPSS Statistics 25 para el análisis y determinación de los resultados.

Resultados

Resultados de las variables dasométricas

En la **figura 1**, en las variables dasométricas, diámetro a la altura del pecho (DAP), Altura total (Ht), Altura comercial (Hc), volumen comercial (volumen) y área basal (AB), al realizar las pruebas estadísticas (prueba T-student para muestras independientes) comparando el efecto de la influencia del eucalipto, no se encontraron en ninguno de los casos diferencia significativas.

Sin embargo, se observa que la especie paliperro muestra una clara tendencia a disminuir todos sus valores dasométricos con la interacción de la especie invasora eucalipto. Obteniendo una diferencia de 0.05 m en promedio para DAP, de 1 m en promedio para Ht, de 0,58 m promedio para Hc, de 0,04 m³ promedio para volumen y de 0,01 m² promedio para AB.

En el caso de la especie shaina, tiene la tendencia a disminuir sus valores dasométricos en las variables DAP y volumen. Los resultados indican que la interacción con el eucalipto da valores menores que la interacción sin el eucalipto. Obteniendo una diferencia de 0,02 m en promedio para DAP y de 0,2 m³ promedio para volumen.

Y en la especie capirona, tiene la tendencia a disminuir sus valores dasométricos en la variable Hc. Obteniendo una diferencia de 0,48 m en promedio para Hc.

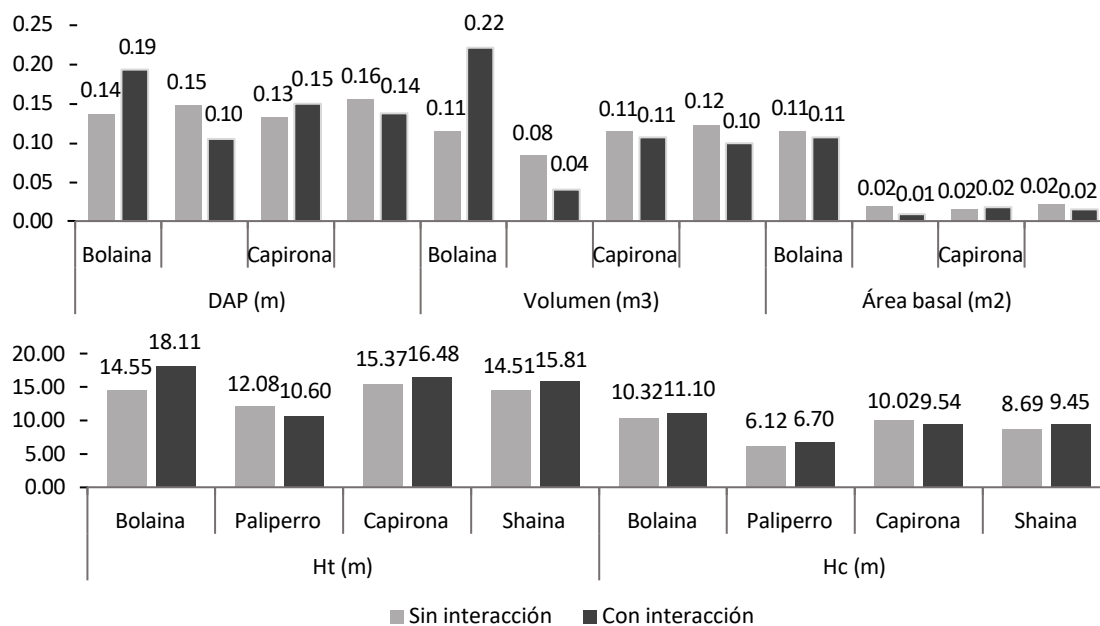


Figura 1. Resultado de las medias de las variables DAP, volumen, AB, Ht y Hc
Sin interacción: Especies nativas + Especies nativas
Con interacción: Especies nativas + Eucaliptos
Figure 1. Result of the means of the variables DAP, volume, AB, Ht and Hc
No interaction: Native species + Native species
With interaction: Native species + Eucalyptus

Resultados de las variables Físico-químicas de suelo

En la **figura 2**, en las variables físico-químicas, pH, conductividad eléctrica (CE) y humedad, al realizar las pruebas estadísticas (prueba T-student para muestras independientes) comparando el efecto de la influencia del eucalipto, solo se encontraron diferencias significativas en la especie bolaina, en las variables pH y humedad, indicando un efecto negativo para esta especie en la presencia del eucalipto como especie invasora.

Sin embargo, se observa que la especie paliperro muestra una clara tendencia a disminuir sus valores físico-químicos con la interacción de la especie invasora eucalipto. Obteniendo una diferencia de 0,3 en promedio para pH, de 0,03 en promedio para CE, de 0,81 promedio para humedad, de 0,04m3 promedio para volumen y de 0,01m2 promedio para AB.

En el caso de la especie shaina, tiene la tendencia a disminuir sus valores físico-químicos en la variable humedad. Obteniendo una diferencia de 0,16 en

promedio para humedad y por último en la especie bolaina, tiene la tendencia a disminuir sus valores físico-químicos en la variable pH, obteniendo una diferencia de 0,94 en promedio.

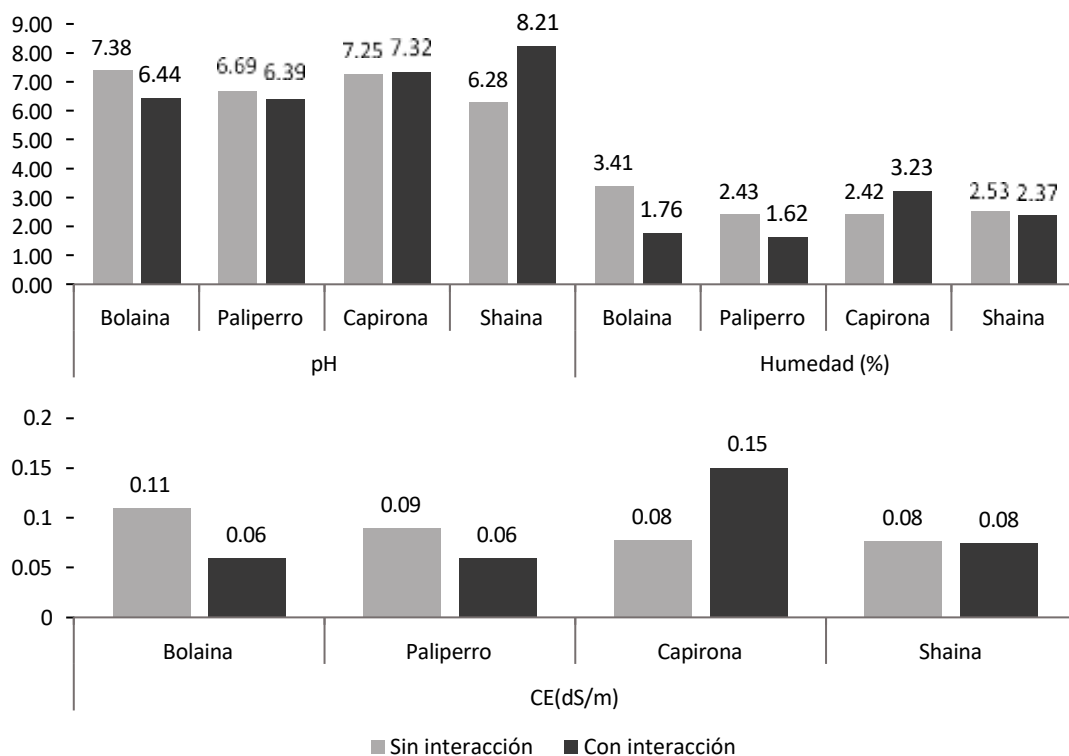


Figura 2. Resultado de las medias de las variables pH, humedad y CE

Sin interacción: Especies nativas + Especies nativas

Con interacción: Especies nativas + Eucaliptos

Figura 2. Result of the averages of the variables pH, humidity and EC

No interaction: Native species + Native species

With interaction: Native species + Eucalyptus

Análisis de la correlación

De los resultados de las correlaciones del **Cuadro 1** de todas las variables observadas, se obtuvo lo siguiente. En la especie Bolaina, tenemos una correlación positiva en las variables DAP y volumen (0,982) indicando que los árboles más grandes tienen mayores volúmenes, y correlaciones negativas entre DAP y pH (-0,951), volumen y pH (-0,983) sugieren una relación inversa entre el tamaño del árbol y la acidez del suelo (a mayor pH menor DAP y volumen). En la variable humedad solo existen correlaciones inversas con respecto a todas las variables del eucalipto, como en el DAP (-0,971), volumen (-0,984) y AB (-0,957) y fuertes correlaciones positivas entre las variables del Eucalipto sugieren

asociaciones directas y consistentes entre el diámetro-volumen (0,998), área basal (0,993) y volumen-AB (0,993).

En la especie paliperro, existe correlación positiva entre DAP y AB (0,962), indicando que árboles con mayores diámetros tienen áreas basales más grandes. La fuerte correlación que se observa entre Ht y volumen (0,985) sugiere que árboles más altos tienen mayores volúmenes.

La correlación negativa que se da entre AB y CE es una correlación inversa indicando que áreas basales mayores podrían relacionarse con menores niveles de conductividad eléctrica. En cuanto a las variables de la especie eucalipto, el DAP tiene correlación positiva entre el volumen (0,965) y AB (0,987).

La especie capirona presenta correlaciones positivas entre todas las variables, la correlación entre volumen y pH (0,953) sugiere una asociación positiva entre el tamaño del árbol y la acidez del suelo. La relación entre AB y CE (0,974) indica una relación positiva entre la superficie basal del árbol y la conductividad eléctrica del suelo. Las variables humedad y CE (0,952) nos presente la relación entre áreas más húmedas y niveles más altos de conductividad eléctrica en el suelo. Y en relación a las variables eucalipto se presentan relaciones positivas entre Ht-Volumen (0,954), DAP-volumen (0,955) y AB (0,994) y volumen-AB (0,965).

Finalmente, la especie shaina, destacan las correlaciones positivas entre DAP-Volumen (0,975), AB (0,986) y humedad (0,922). Asimismo, se observa que árboles con mayores volúmenes también tienen áreas basales y están asociados a áreas más húmedas. Con respecto a las variables de la especie eucalipto, el pH muestra relación inversa con el DAP (-0,998), mientras que medidas como el DAP y el volumen muestran asociaciones consistentes con el área basal (0,998 y 0,965) del Eucalipto en la especie shaina.

Cuadro 1 Correlaciones significativas de las variables dasométricas y físico-químicas entre las especies nativas y eucalipto.

Table 1. Significant correlations of the dasometric and physical-chemical variables between native species and eucaliptus.

Especie de árbol	Variable “Con interacción”			
		Volumen	pH	
Bolaina	DAP	0,982	-0,951	
	Volumen		-0,983	
Paliperro		AB	Volumen	CE
	DAP	0,962		
	Ht		0,985	
	AB			-0,968
Capirona		pH	CE	
	Volumen	0,953		
	AB		0,974	
	Humedad		0,952	
Shaina		Volumen	AB	Humedad
	DAP	0,975	0,986	0,992
	Volumen		0,983	0,990
	AB			0,977

Con interacción: Especies nativas + Eucaliptos

De acuerdo a los resultados observados de la **Cuadro 2**, los análisis de las correlaciones entre las variables dasométricas y físico-químicas muestran valores altos y significativos.

En la especie bolaina, se observan correlaciones significativas entre diversas variables. El volumen muestra una fuerte relación positiva con la Ht (0,987). Además, el DAP exhibe una correlación con la Ht y el volumen (0,977 y 0,994), sugiriendo que árboles con mayores diámetros tienden a tener alturas totales y volúmenes más grandes en la especie Bolaina.

Por otro lado, en la especie paliperro, las correlaciones revelan patrones interesantes. El DAP está correlacionado con AB (0,974), indicando que árboles con mayores diámetros también tienen mayores áreas basales. Además, se destaca una fuerte correlación entre el pH y la humedad (0,981), indicando una relación positiva.

En cuanto a la especie Capirona, podemos observar que el DAP tiene una fuerte relación con Ht y el volumen (0,986 y 0,981). Además, la Ht llega a tener relación con el volumen y AB (0,993 y 0,973) y en cuanto al volumen solo tiene relación con el AB (0,994).

Por último, la especie shaina, se destaca una fuerte correlación positiva entre DAP y el volumen (0,977), indicando que árboles con mayores diámetros tienden a tener volúmenes más grandes. Asimismo, la (Ht) muestra una correlación positiva tanto con el volumen como con AB (0,974 y 0,964), sugiriendo que árboles más altos tienden a tener mayores volúmenes y áreas basales. La relación positiva entre volumen y área basal refuerza esta asociación. Además, la correlación entre el volumen y el pH (0,985) sugiere una posible relación entre el tamaño del árbol y la acidez del suelo en la especie shaina.

Cuadro 2. Correlaciones significativas de las variables dasométricas y físico-químicas entre las especies.

Table 2. Significant correlations of the dasometric and physical-chemical variables between the species.

Especie de árbol	Variables "Sin interacción"			
		Ht	Volumen	
Bolaina	Volumen	0,987		
	DAP	0,977		0,994
Paliperro		AB		Humedad
	DAP	0,974		
	Volumen	0,967		
	pH			0,981
Capirona		Ht	Volumen	AB
	DAP	0,986	0,961	
	Ht		0,993	0,973
	Volumen			0,994
Shaina		Volumen	AB	pH
	Ht	0,974	0,964	
	DAP		0,977	
	Volumen		0,975	0,985

Sin interacción: Especies nativas + Especies nativas

Discusión

Variables dasométricas

Las variables se relacionan de acuerdo a la investigación dada por Torrán (2007), nos dice que la especie exótica genera competencia por nutrientes, luz, recurso hídrico, perturbación del terreno o efectos alelopáticos (compuestos químicos inhibidores emitidos al ambiente) y también la sustitución, se produce cuando la especie exótica evita el desarrollo de las especies nativas a su alrededor por los mecanismos competitivos. A pesar de que la prueba estadística no fue significativa, observamos que las tendencias de los valores de las especies nativas son menores, caso contrario sucede cuando no existe la interacción, indicando un mejor desarrollo en el crecimiento de las especies.

Cuando hay interacción con la especie exótica, la especie nativa genera menor desarrollo llegando a producir invasividad, la cual está constituida por la tasa de reproducción y degradación de la especie exótica respectivamente. Por el concepto de reproducción se tiene: 1) El eucalipto tiene un rápido crecimiento a diferencia de las especies nativas; 2) Tienen la capacidad de propagarse y expandirse; 3) Capacidades pirófitas de las especies y establecerse en condiciones climáticas convenientes para su propagación. Y por el concepto de degradación, la cual está ligada a la pérdida de biodiversidad, se da cuando se extienden y genera menos biodiversidad de animales y plantas, también está relacionado con la menor capacidad de retención hídrica y daño las propiedades del suelo dando la limitación de regeneración de especies nativas (Cidrás & González-Hidalgo, 2022).

Variables físico-químicas del suelo

En las variables físico-químicas, se observa que el pH de las especies paliperro y bolaina con interacción del eucalipto presenta valores menores. Resultado que coincide con el estudio realizado por (Delgado, Alliaume, García Préchac, & Hernández, 2006), indicando que los eucaliptos tienden a reducir el pH en los suelos.

La conductividad eléctrica en el presente estudio no se encontró diferencias significativas tanto con interacción como sin interacción en la prueba T-student,

pero para el caso de la asociación bolaina y peliporro con eucalipto, presentó la tendencia a disminuir. Los resultados coinciden con la tesis de (Vigo Mestanza & Oclocho García, 2017), indicando que los bosques naturales asociados al eucalipto presentar un menor valor de CE.

Como se mencionó anteriormente estos resultados pueden verse influenciados tanto con la competencia como con la sustitución del eucalipto cuando está dentro de un área donde existen especies nativas, estos efectos negativos provocados por la presencia del *Eucalyptus*, pueden reducirse si se aplica sistemas silvícolas y prácticas de ordenación forestal adecuadas para favorecer la regeneración y/o conservación de especies nativas (Barlow, y otros, 2007). Esto puede relacionarse con la capirona ya que es la especie menos afectada cuando está asociada con el eucalipto.

Correlaciones dasometria/ físico-química

De acuerdo con Hamilton (1995), uno de los factores importantes para que las especies lleguen a prosperar en términos de crecimiento y producción es la calidad de suelo en donde se encuentren. Los resultados muestran correlaciones significativas entre las variables dasométricas y físico-químicas, de estas correlaciones podemos interpretar lo siguiente.

Los resultados de las correlaciones inversas significativas de la bolaina entre el DAP-pH y Volumen-pH cuando las especies nativas se asocian con el eucalipto, tiene relación a la investigación de (Edgar, 2009), lo cual dice que el eucalipto penetra sus raíces (el eucalipto posee raíces pivotantes) al suelo y sustrae calcio, lo cual es reemplazado por elementos ácidos generando la tendencia de acidificar los suelos, esta teoría también se pudo observar en la investigación de (Delgado, Alliaume, García Préchac, & Hernández, 2006).

Las especies nativas estudiadas en la presente investigación, tienen rangos óptimos de requerimientos edáficos para su desarrollo y crecimiento, para la especie paliporro, requiere un pH de 5 a 6,5 (ácido a ligeramente ácido), para la especie bolaina, requiere un pH de 5 a 6 (moderada a ligeramente ácido), para la especie shaina, requiere un pH de 4,5 a 7,5 (ácido a básico) y la especie

capirona, requiere un pH de 5,5 a 6,5 (moderada a ligeramente ácido) (Días Chuquizuta, García Cortegano, & Sánchez Laurel, 2014).

El nivel de pH en el suelo es fundamental en las especies arbóreas ya que encontramos correlaciones directas en la especie capirona entre el volumen-pH, tanto con interacción como sin interacción con el eucalipto, esto se da por los requerimientos necesarios descritos anteriormente, en caso de la capirona requiere un pH de 5,5 a 6,5 (moderada a ligeramente ácido). Además, encontramos correlación entre el AB-CE, de acuerdo a (Arriola-Morales, Batlle-Sales, & Mendoza Hernández, 2012), en su investigación, los valores que obtuvo de la CE del suelo van de 0,15 a 2,05 $\mu\text{S cm}^{-1}$, en la presente investigación la CE está en 0,15 dS/m, indicando suelos no salinos, generando a que no exista estrés por salinidad dando desarrollo en la capirona.

Finalmente, tenemos correlaciones directas entre el DAP, Volumen y AB con la humedad en la especie shaina cuando está en interacción con el eucalipto, observando que, al aumentar los niveles de humedad, el desarrollo de la especie se incrementa ligeramente, sin embargo en el estudio de (Sterzyńska, Shrubovych, & Nicia, 2017) dice que el eucalipto tiende a alterar las sustancias del suelo, entre ellos la humedad, o incluso se da por los mecanismos competitivos que posee mencionados anteriormente por (Torrán, 2007).

Conclusiones

En las variables dasométricas de las especies nativas que interaccionaron con las especies eucalipto no mostraron diferencias significativas. No obstante, se observaron tendencias a una disminución de los valores dasométricos en las especies nativas.

Las variables físico-químicas del suelo indican que en presencia del eucalipto los niveles de pH, CE y humedad tienden a disminuir.

Del análisis de las correlaciones, tenemos correlaciones inversas de la especie bolaina entre el DAP-pH y entre el volumen-pH, en la especie paliperro existe correlación inversa entre el AB-CE, en la especie capirona se tienen correlaciones directas entre el volumen-pH y AB-CE y en la especie shaina

existen correlaciones directas entre en DAP-humedad y volumen-humedad Y AB-volumen, estas relaciones se dan cuando las especie nativas interactúan con el eucalipto. Además, tenemos correlación directa de la especie capirona entre el volumen-pH cuando no hay interacción con el eucalipto.

Referencia

Arriola-Morales, J., Batlle-Sales, J., & Mendoza Hernández , J. (2012). Estado de salud actual del suelo en la ladera norte del Cerro Gordo del Parque Estatal Flor del Bosque, Amozoc, Puebla, México. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 27(1), 17-23.

Barlow, J., Gardner, T., Araujo, I., Ávila-Pires, T., Bonaldo, A., Costa, J., . . . Peres, C. (2007). Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 104., 18555-18560. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703333104>.

Bazán Tapia, R. (2017). *Manual de procedimientos de los análisis de suelo y agua con fines de riego*. Lima: Instituto Nacional Innovación Agraria-INIA. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/504>.

Castro Diez, P., Vallares, F., & Alonso, A. (2005). La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas*, 13(3). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/532>.

Cidrás, D., & González-Hidalgo, M. (2022). Defining invasive alien species from the roots up: Lessons from the 'De-eucalyptising Brigades' in Galicia, Spain. *Political Geography*. 99.102746. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2022.102746>.

Delgado, S., Alliaume, F., García Préchac, F., & Hernández, J. (2006). Efecto de las plantaciones de Eucalyptus sp. sobre el recurso suelo en Uruguay. *Agrociencia*. 10, 95-107. doi:10.31285/AGRO.10.932.

Días Chuquizuta, P., García Cortegano, D., & Sánchez Laurel, D. (2014). Mejoramiento de la oferta del servicio de transferencia en el IIAP, San Martín. *Instituto de investigación de la Amazonia Peruana*, 6-13.

Edgar, F. (2009). Efecto de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) sobre los suelos de comunidades asentadas en la red ferroviaria Cochabamba-Cliza. *Acta Nova*, 4(2-3), 338-355.

Hamilton, A. (1995). Forest Soils and Site Index. Woodland Owner Notes. *North Carolina Cooperative Extension*, 2 p.

Herben, T., Mandák, B., Bímová, K., & Münzbergová, Z. (2004). Invasibility and species richness of a community: a neutral model and a survey of published data. *Ecology*, 85, 3223-3233. <https://doi.org/10.1890/03-0648>.

Kershaw, J., Ducey, M., Beers, T., & Husch, B. (2016). *Forest Mensuration*.

Ministerio del ambiente. (2019). Línea de Base de Especies Forestales (*Pinus* sp y *Eucalyptus* sp.) Con fines de bioseguridad. 1-50.

Ministerio del Ambiente. (2022). Plan de acción Nacional sobre las Especies Exóticas Invasoras en el Perú 2022-2026. 1-88.

Orozco Contreras, R., Hernández Díaz, J., Nájera Luna, J., Domínguez Caballeros, P., Goche Telles, J., López Serrano, P., & Corral Rivas, J. (2017). Rendimiento en calidad de la madera aserrada de pino. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(36), 37-50. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i36.58>.

Richerson, D. M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M., Panetta, F., & West, C. (2000). Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions. *Diversity and Distributions*, 6(2), 93-107. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>.

Rügnitz, M., Chacón, M., & Porro, R. (2009). *Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*. Lima: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF).

Seebens, H., Blackburn, T., Dyer, E., Genovesi, P., Hulme, P., Jeschke, J., . . . Essl, F. (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications*, 8.

Sterzyńska, M., Shrubovych, J., & Nicia, P. (2017). Impact of plant invasion (*Solidago gigantea* L.) on soil mesofauna in a riparian wet meadows. *Pedobiologia*, 64,, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2017.07.004>.

Torrán, E. (2007). Impacto de las plantaciones de *Eucalyptus grandis* sobre el contenido de humedad del suelo. Análisis de un caso en el Noreste de la Provincia de Entre Ríos. *Tesis de grado de Maestría*.

Vigo Mestanza, C. N., & Oclocho García, F. E. (2017). Influencia de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en las características del suelo a diferentes pisos altitudinales, distritos de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino, Amazonas, 2017. *Tesis de pregrado*.

Williamson, M., & Fitter, A. (1996). The varying success of invaders. *Ecology*, 77(6), 1661-1666. <https://doi.org/10.2307/2265769>.

Yner Juárez, F. (2014). *Dasometría: Apunte de Clase y Guía de Actividades Prácticas*. Cochabamba.

Anexos

RE: Consulta sobre el tiempo de espera

De: Revista Kuru kuru@itcr.ac.cr

Para: Sandi Del Castillo

sandidelcastillo@upeu.edu.pe

Enviado: viernes, 31 de mayo 10:21 a. m.

Estimada Sandi

Es un gusto saludarla, ya su artículo fue revisado por dos pares externos, en el transcurso de la próxima semana le haremos llegar las observaciones de los revisores.

Saludos cordiales,

Dorian



MSc. Dorian Carvajal Vanegas
Editor
dcarvajal@tec.ac.cr

Imagen 1 Evidencia de sumisión a la revista

Revisión de manuscrito

De: Revista Kuru kuru@itcr.ac.cr

Para: Sandi Del Castillo

sandidelcastillo@upeu.edu.pe

Enviado: viernes, 14 de junio 9:46 a. m.

Estimada Sandi

Después de la revisión de su manuscrito por dos pares evaluadores, la revisión fue una favorable con cambios y otra desfavorable, luego de analizar las observaciones consideramos que el artículo es apto para publicarse en la revista una vez que realicen los cambios propuestos por los revisores.

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

RESOLUCIÓN N° 1558-2022/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 20 de diciembre de 2022

VISTO:

El expediente de **Sandi Safiro Del Castillo Talenas**, identificado(a) con Código Universitario N° 201912171, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Sandi Safiro Del Castillo Talenas**, ha solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Comportamiento de la especie exótica Eucalipto (*Eucalyptus Urograndis*) y especies nativas en áreas de plantación forestal – IESTPNOS-Banda de Shilcayo" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 20 de diciembre de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Comportamiento de la especie exótica Eucalipto (*Eucalyptus Urograndis*) y especies nativas en áreas de plantación forestal – IESTPNOS-Banda de Shilcayo**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar como asesor a **Mtro. Andrés Erick Gonzales López** para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mtro. Gerardo Acuña Núñez** y **Mtro. Jhon Patrick Ríos Bartra**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA



Dr. Santiago Ramirez López
SECRETARIO ACADÉMICO

cc:
-Interesado
Asesor
Dirección General de Investigación
Archivo

