

COMPORTAMIENTO Y ADECUACIÓN DE LA INTRODUCCIÓN A UN NUEVO ECOSISTEMA DE LADENBERGIA OBLONGIFOLIA (MUTIS) L. (ÁRBOL DE LA QUINA), UCAYALI-PERÚ

BEHAVIOR AND ADAPTATION OF THE INTRODUCTION TO A NEW ECOSYSTEM OF LADENBERGIA OBLONGIFOLIA (MUTIS) L. (CINCHONA TREE), UCAYALI-PERÚ

COMPORTAMENTO E ADAPTAÇÃO DA INTRODUÇÃO A UM NOVO ECOSISTEMA DE LADENBERGIA OBLONGIFOLIA (MUTIS) L. (ÁRVORE QUINA), UCAYALI-PERU

Recibido: 18 de octubre del 2023

Aceptado: 20 de octubre del 2023

Aprobado: 08 de diciembre del 2023

Ayda Guisella AVALOS-DÍAZ¹

Jhon Edwar AVILÉS-SANDI²

Mario Junior ZEGARRA- VASQUEZ³

Keneth REÁTEGUI -DEL AGUILA⁴

Resumen

Las actividades antrópicas irresponsables y el cambio climático vienen acelerando la extinción de la biodiversidad y una alternativa de solución es incentivar la introducción de especies a nuevos ecosistemas de esta manera ampliar su distribución geográfica. El objetivo del trabajo fue conocer el comportamiento y adecuación de la introducción a un nuevo ecosistema de *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L.* (árbol de la Quina), y para lo cual se instaló una plantación pura expuestas a tres tratamientos, siendo el T1: 100% luz (campo abierto) T2: 35% de luz y T3:10 % de luz, para ello se utilizó malla Raschel al 65% y 90% de sombra, el diseño fue de bloques al azar. Los resultados mostraron que el tratamiento T3 (10% de luz) es el que permitió la menor mortandad (31.25%) de las plantas sembradas, así como el mejor crecimiento en altura (35.5 cm), diámetro (7.25 mm) de planta, emisión de brotes (3.5 brotes),

¹ Universidad Intercultural de la Amazonía. Facultad de ingeniería y ciencias ambientales. Investigador titular GISACUPAMA. aavalosd@unia.edu.pe

² Universidad Intercultural de la Amazonía. Facultad de ingeniería y ciencias ambientales. Investigador titular GISACUPAMA.

³ Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de ingeniería forestal y ambiental

⁴ Universidad Intercultural de la Amazonía. Facultad de ingeniería y ciencias ambientales. Investigador titular GISACUPAMA.

número de hojas (5.25 hojas) y el que condujo al mejor estado fitosanitario (nivel 3) de las plantas sembradas. Se concluye que, *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L.* (árbol de la Quina), introducido a la región Ucayali, es adaptable siempre y cuando se controle la cantidad de luz que llega directamente a la planta (aproximadamente el 10%). Se recomienda no instalar a campo abierto.

PALABRAS CLAVES: Comportamiento, adecuación, introducción de especie, sombra, ecosistema.

Abstract

Irresponsible anthropogenic activities and climate change have been accelerating the extinction of biodiversity and an alternative solution is to encourage the introduction of species to new ecosystems in this way expanding their geographical distribution. The objective of the work was to know the behavior and adaptation of the introduction to a new ecosystem of *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L.* (Quina tree), and for which a pure plantation was installed exposed to three treatments, T1 being: 100% light (open field) T2: 35% light and T3: 10% light, for this 65% Raschel mesh and 90% shadow were used, the design was random blocks. The results showed that the T3 treatment (10% light) is the one that allowed the lowest mortality (31.25%) of the planted plants, as well as the best growth in height (35.5 cm), plant diameter (7.25 mm), emission of sprouts (3.5 sprouts), number of leaves (5.25 leaves) and the one that led to the best phytosanitary status (level 3) of the planted plants. It is concluded that *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L.* (Quina tree), introduced to the Ucayali region, is adaptable as long as the amount of light that reaches directly to the plant is controlled (approximately 10%). It is recommended not to install in open fields.

Keywords: Behavior, adequacy, species introduction, shade, ecosystem.

Introducción

Las plantas reaccionan de manera mucho más sensible a las fluctuaciones de temperatura que los animales. Cuando las temperaturas suben, las plantas crecen más altas para enfriarse. Sus tallos se vuelven más altos y sus hojas se vuelven más estrechas y separadas. Sin embargo, esto hace que la planta sea más inestable (Bio Bio 2018).

La influencia del cambio climático genera en las especies nativas y exóticas cambios en su fenología y otros cambios como la fructificación y además la adaptación de especies de otros pisos térmicos y ecosistemas (Torres y Galvis 2018).

Costa et al (2023), la función de los bosques tropicales es de importancia global para las respuestas al cambio climático y está determinada de manera crítica por los patrones de disponibilidad de agua. El agua subterránea está estrechamente relacionada con el agua del suelo a través de la profundidad del nivel freático, pero históricamente ha sido ignorada en los estudios ecológicos. Sin embargo, durante una sequía severa, los bosques de nivel freático poco

profundos pueden ser más sensibles debido a sus raíces poco profundas y sus rasgos de intolerancia a la sequía.

Simmonds et al (2023), Los esfuerzos de retención podrían contribuir a múltiples objetivos simultáneamente, especialmente cuando la vegetación natural y semi natural puede gestionarse para lograr cobeneficios para la biodiversidad, el almacenamiento de carbono y la prestación de servicios ecosistémicos.

Ward et al (2022), debido al cambio climático, los megaincendios son cada vez más comunes y tienen impactos repentinos y extensos en muchas especies en vastas áreas.

Gatto et al (2023), Para las tortugas marinas, como muchas especies ovíparas, el aumento de las temperaturas durante el desarrollo amenaza con aumentar la mortalidad embrionaria, alterar la calidad de las crías y potencialmente crear proporciones primarias de sexos subóptimas.

En un estudio para la cuantificación de alcaloides de las muestras de hojas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., se observó que, en un gramo de muestras de hojas secas y pulverizadas de esta especie, se ha detectado 0,99 µg de alcaloides, de los cuales, 0,24 µg son de cinchonidina, 0,40 µg de quinidina y 0,35 µg de quinina, en comparación a *Cinchona pubescens* el cual tiene menor cantidad de alcaloides y en ninguna de las dos especies se observó la presencia de Cinchonina (Remuzgo 2020).

Dentro de la biodiversidad del Perú, se encuentran muchas especies de los géneros Cinchona, Ladenbergia y Remijia; los cuales son conocidas indistintamente por los habitantes de las Comunidades andino-amazónicas como “árboles de la quina”, “quina” o “cascarillas” el cual le atribuyen propiedades medicinales frente a la malaria, enfermedades bronco-respiratorias y especialmente el Covid-19. Sin embargo, la explotación indiscriminada de estas especies y el poco interés por la investigación ha puesto en peligro a esta especie y confusión en la identificación de las especies en géneros diferentes (López et al 2021).

Carroll y Noss (2021), propusieron la expansión de la red global de áreas protegidas como una estrategia para abordar las amenazas derivadas del cambio climático acelerado y la extinción de especies. Un paso clave para aumentar la eficacia de dicha expansión es comprender cómo las nuevas amenazas a la biodiversidad derivadas del cambio climático alteran conceptos como la reconstrucción, que han sustentado muchas propuestas de grandes reservas interconectadas.

Michalak et al (2018), los refugios climáticos del pasado, los lugares proyectados para albergar restos de climas actuales pueden servir como refugios críticos para la biodiversidad actual frente al cambio climático moderno. Estos refugios se contrajeron sustancialmente entre los años 2050 y 2080, lo que apoya la idea de que el ritmo del cambio climático determinará en gran medida la disponibilidad y eficacia de los refugios para proteger la biodiversidad actual.

Lapola et al (2020), en al menos 870 áreas protegida, principalmente en el Bosque Atlántico y la Amazonia, la adaptación podría ocurrir con poca o ninguna intervención debido al bajo riesgo de cambio climático, el alto estado de resiliencia o ambos. Al menos 20 áreas

protegidas en el Bosque Atlántico, el Cerrado y la Amazonia deberían ser objeto de intervenciones más fuertes (por ejemplo, mejora de la conectividad ecológica), dado su bajo estado de resiliencia.

Ventas y Pires (2023), la conservación basada en refugios ofrece efectividad a largo plazo y minimiza la incertidumbre sobre las estrategias para la adaptación al cambio climático. Schuster et al (2023), las áreas protegidas son un instrumento clave para la conservación. A pesar de esto, son vulnerables a los riesgos asociados con una gobernanza débil, la intensificación del uso de la tierra y el cambio climático. McClanahan et al (2023), manifiestan que existe la necesidad de identificar y salvaguardar lugares que muestren resistencia a la exposición prolongada a olas de calor y la capacidad de recuperarse rápidamente después de una exposición térmica, debiendo resistir y recuperarse de la exposición a las altas temperaturas del océano y las consecuencias del cambio climático, trasladando así los esfuerzos anteriores centrados en la evitación a una estrategia diversificada de distribución de riesgos.

Tedersoo et al (2022), los hongos son organismos muy diversos que proporcionan múltiples servicios ecosistémicos. Sin embargo, en comparación con los animales y plantas carismáticos, los patrones de distribución y las necesidades de conservación de los hongos han sido poco explorados. Dada la baja superposición entre la endemidad de hongos y macroorganismos, pero las altas necesidades de conservación en ambos grupos, se justifican análisis detallados sobre la distribución y los requisitos de conservación para otros microorganismos y organismos del suelo. Vandegrift et al (2023), a nivel mundial, muchos taxones de hongos no descritos residen en los trópicos hiperdiversos, aunque insuficientemente muestreados. Estas especies están cada vez más amenazadas por la destrucción del hábitat debido a la expansión de la industria extractiva, además del cambio climático global y otras amenazas.

Estudios demuestran que *Cinchona ofiscinalis* posee una gran cantidad de antioxidantes, por la cantidad de flavonoides que posee, el cual por la gran cantidad de material que se posee en Perú y Ecuador y que estos antioxidantes se utilizan las dos formas cosméticas que es crema y gel (Barukcic 2015)

Por lo expuesto, el objetivo del trabajo fue conocer el comportamiento y adecuación de la Introducción a un nuevo ecosistema de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. (árbol de la Quina), región Ucayali, Perú.

Objetivo

Conocer el comportamiento y adecuación de la introducción a un nuevo ecosistema de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. (árbol de la Quina) en época seca y lluviosa.

Metodología

Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó, en el campus de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia. Ubicado en el km 0.62 de la carretera a San José de Yarinacocha margen derecho, cuyas coordenadas UTM son: 18L 0544687, 9078281; localizado, al noroeste de la ciudad de Pucallpa, Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel portillo, Región Ucayali.

Material biológico

Se utilizó 96 plántones, obtenido del Instituto de investigación de la Amazonía-IIAP, de la ciudad de Tingo María, las cuales fueron trasladadas a la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA).

Instalación

Para el experimento, se utilizó 96 plántones de 5 meses de repique, se hizo 4 hileras de 24 hoyos cada uno con un distanciamiento de 3X1, al momento de la siembra se fertilizó con gallinaza, realizando el riego diario por 20 días, para ello se utilizó una bomba de mochila.

Plantación

Los plántones se distribuyeron en 4 hileras (DBCA), donde se sometieron a los tratamientos, T1: 100% de luz, T2: 35% de luz, T3: 10 % de luz, con una densidad de 3x1, haciendo un total de 96 plántones de 5 meses de repique. El control de luz a cada planta se realizó utilizando malla Raschel de color verde de dos tipos: 65% y 90%, y el testigo de luz directal.



Figura 1. Plantón de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. (árbol de quina), en campo definitivo

El riego se realizó una vez al día (7:00 a.m), por espacio seguido de 20 días, logrando que las propias raíces de las plantas se prendan al suelo., luego con ayuda de una mochila fumigadora, el riego se hizo interdiario hasta finalizar el experimento.

Diseño experimental y análisis estadístico

La investigación fue experimental con un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro blocks y tres tratamientos (T1: 100%luz. T2: 35% luz, T3: 10 % de luz), la luz fue controlada

con malla Raschel color verde de 65% y 90% de sombra. Las variables evaluadas fueron: altura (cm), diámetro (mm), número de brotes, número de hojas, mortandad (%), sanidad (%). El criterio de bloqueo fue de acuerdo al nivel del suelo susceptible a la anegación temporal del agua de lluvia.

El estudio se ajustó con un diseño experimental, cuantitativa, con 3 tratamientos y 3 bloques. Los instrumentos de recolección de datos fueron: lupas, vernier, regla de 20 cm, luxómetro, ph-chímetro, termómetro, medidor de humedad relativa, termómetro de suelo, medidor de humedad del suelo.

El método de análisis de datos fue por la prueba del ANVA para ver la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos y, si las existiera, se realizaría la prueba de promedios de Tukey, para ver cuál de los tratamientos es el mejor.

Cuadro 1. Tratamientos y Variables de estudios de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. (árbol de quina)

Tratamiento	Parcela		Sombra		N° Plantas	
	Medidas	Abonado con gallinaza	% de Sombra	% de luz	N° plantas / parcela	N° plantas a evaluar
T1	4m2 =8mx0.5m	1.0kg	0%	100%	8	1
T2	4m2 =8mx0.5m	1.0kg	65%	35%	8	1
T3	4m2 =8mx0.5m	1.0kg	90%	10%	8	1

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2. Diseño de bloques al azar - DBCA

Blocks (niveles del suelo)

B1	B2	B3	B4
T3	T1	T2	T2
T2	T2	T3	T1
T1	T3	T1	T3

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Datos generales obtenidos en la evaluación de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. (árbol de quina)

Después de la evaluación de la plantación por seis meses en campo, presentamos los siguientes resultados:

Cuadro 3. Comportamiento de las variables en cada uno de los Tratamientos y bloques.

Blocks	Tratamientos	Mortandad (%)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	N° Brotes	N° Hojas	Sanidad (1-3)*
1	1	87.50	8.00	2.50	0.00	2.00	1.00
1	2	50.00	14.00	3.50	2.00	3.00	2.00
1	3	37.50	31.00	7.00	4.00	3.00	3.00
2	1	75.00	14.00	4.00	1.00	2.00	1.00
2	2	62.50	22.00	5.50	3.00	4.00	3.00
2	3	25.00	37.00	8.00	5.00	6.00	3.00
3	1	62.50	10.00	3.00	1.00	3.00	1.00
3	2	50.00	19.00	4.00	2.00	4.00	2.00
3	3	25.00	36.00	6.50	3.00	6.00	3.00
4	1	75.00	11.00	3.50	1.00	3.00	1.00
4	2	62.50	22.00	4.50	1.00	4.00	3.00
4	3	37.50	38.00	7.50	2.00	6.00	3.00

Fuente: elaboración propia.

*1 = con algún problema sanitario

2 = mejorando

3 = sin problema sanitario

Análisis de varianza de los resultados.

Para determinar si existe diferencias significativas entre los blocks o tratamientos, se realizó el análisis de varianza de los datos obtenidos, los cuales se presenta en el cuadro 4. Donde se puede apreciar que, exceptuando para las variables altura y diámetro, no hay diferencias significativas entre blocks para las demás variables en estudio; así mismo, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en lo que respecta a todas las variables dependientes en estudio.

Cuadro 4. Analisis de Varianza – ANOVA

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Blocks	Mortandad	312.500	3	104.167	2.000	0.216	N.S.
	Altura	81.000	3	27.000	17.053	0.002	**
	Diámetro	4.229	3	1.410	18.455	0.002	**
	Brotes	4.250	3	1.417	2.429	0.164	N.S.
	Hojas	5.667	3	1.889	4.000	0.070	N.S.
	Sanidad	0.333	3	0.111	1.000	0.455	N.S.
Tratamientos	Mortandad	3854.167	2	1927.083	37.000	0.000	**
	Altura	1265.167	2	632.583	399.526	0.000	**
	Diámetro	34.042	2	17.021	222.818	0.000	**
	Brotes	15.167	2	7.583	13.000	0.007	**
	Hojas	15.167	2	7.583	16.059	0.004	**
	Sanidad	8.667	2	4.333	39.000	0.000	**
Error	Mortandad	312.500	6	52.083			
	Altura	9.500	6	1.583			
	Diámetro	0.458	6	0.076			
	Brotes	3.500	6	0.583			
	Hojas	2.833	6	0.472			
	Sanidad	0.667	6	0.111			
Total corregido	Mortandad	4479.167	11				
	Altura	1355.667	11				
	Diámetro	38.729	11				
	Brotes	22.917	11				
	Hojas	23.667	11				
	Sanidad	9.667	11				
N.S. = no significativo			**	altamente significativo			

Fuente: Elaboración propia

Prueba de promedios para las variables estudiadas.

Al existir diferencias altamente significativas entre los tratamientos para todas las variables en estudio, se realizó la prueba de promedios de Tukey para cada una de ellas, los cuales se muestran entre los cuadros 5 y 10, que así mismo, se apoyan entre las figuras 2 y 7, respectivamente.

En el cuadro 5 y la figura 2, se puede observar que el tratamiento T3 (10% de luz) es el que permitió la menor mortandad (31.25%) de las plantas sembradas; en contraste a los demás tratamientos, T2 (35% de luz) y T1 (100% de luz) donde se obtuvieron mayor mortandad, con valores de 56.25% y 31.25%, respectivamente; cabe mencionar que, entre estos dos últimos, el tratamiento T2 tiene mejor comportamiento.

Cuadro 5. Prueba de Tukey Mortandad

HSD Tukey Mortandad				
Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
3	4	31.25		
2	4		56.25	
1	4			75.00
Sig.		1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

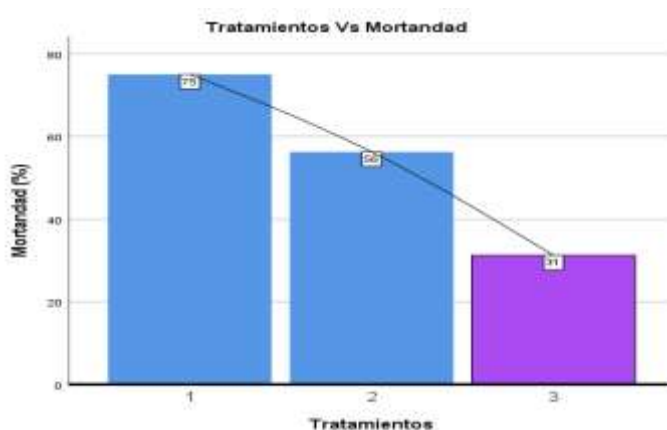


Figura 2. Comportamiento de la mortandad (%) frente a los tratamientos de una plantación *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L.* (árbol de quina)

Se pudo observar en el experimento que el empleo de mallas Raschel del tratamiento T3 (10% de luz) nos permite controlar adecuadamente la luz, calor, humedad y oxigenación que presenta el acentuado clima en la región Ucayali, notándose que reduce el riesgo de daño en las plantas. Provee beneficios impidiendo el daño causado por la luz solar, humedad, radiación UV y calor excesivo. Esto significa que las plantas reciben la cantidad de luz, calor y oxígeno correctos, lo que reduce el riesgo de quemaduras solares y daños fotosintéticos. Lo que expresamos, es concordante con:

Schöffl (1999), menciona que, el aumento de la temperatura más allá del límite de tolerancia por un período de tiempo determinado causa daños irreversibles, a nivel celular, en cuestión de minutos, conduciendo a un colapso en la organización celular que incide en el crecimiento y en el desarrollo de plantas.

Analogamente, en el cuadro 6 y la figura 3, se puede observar que también el tratamiento T3 (10% de luz) es el que permitió el mayor crecimiento en altura (35.50 cm) de las plantas

sembradas; en contraste a los demás tratamientos, T2 (35% de luz) y T1 (100% de luz) donde se obtuvieron menores crecimientos en altura, con valores de 19.25cm y 10.75cm, respectivamente; cabe mencionar también que, entre estos dos últimos, el tratamiento T2 tiene mejor comportamiento.

Cuadro 6. Prueba de Tukey Altura

HSD Tukey Altura				
Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
1	4	10.75		
2	4		19.25	
3	4			35.50
Sig.		1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

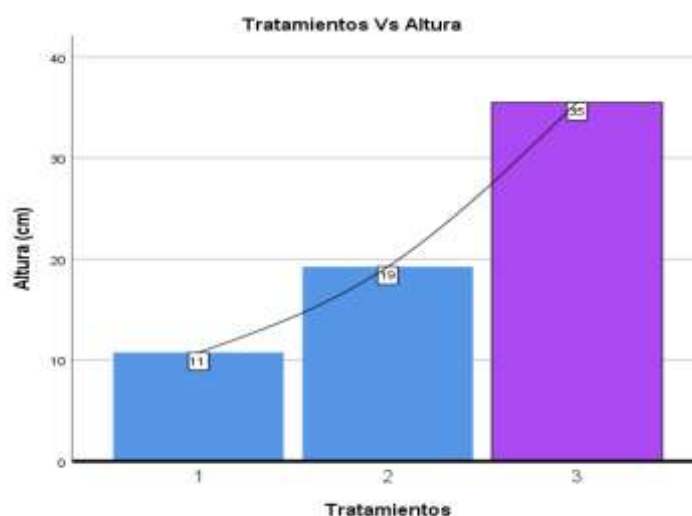


Figura 3. Comportamiento del crecimiento en la altura (cm) frente a los tratamientos de una plantación de *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L.* (árbol de quina)

En el cuadro 7 y la figura 4, se puede observar que también el tratamiento T3 (10% de luz) es el que permitió el mayor crecimiento en diámetro (7.25 mm) de las plantas sembradas; en contraste a los demás tratamientos, T2 (35% de luz) y T1 (100% de luz) donde se obtuvieron menores crecimientos en diámetro, con valores de 4.38mm y 3.25mm, respectivamente; cabe mencionar también que, entre estos dos últimos, el tratamiento T2 tiene mejor comportamiento.

Cuadro 7. Prueba de Tukey Diámetro

HSD Tukey Diámetro				
Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
1	4	3.25		
2	4		4.38	
3	4			7.25
Sig.		1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

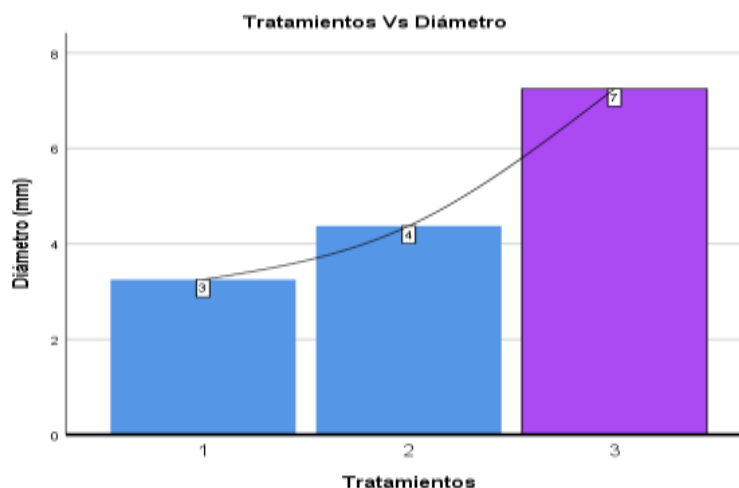


Figura 4. Comportamiento del crecimiento en el diámetro (mm) frente a los tratamientos de una plantación de *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L.* (árbol de quina)

En el cuadro 8 y la figura 5, se puede observar que el tratamiento T3 (10% de luz) es el que permitió mayor emisión de brotes (3.50 brotes) que el tratamiento T1 (100% de luz); sin embargo, se puede afirmar que el tratamiento T2 (35% de luz) se comporta análogamente a los otros dos tratamientos en cuanto a esta variable estudiada, teniendo una mayor similitud al tratamiento T1, por tener una menor significancia (0.129).

Cuadro 8. Prueba de Tukey Brotes

HSD Tukey Brotes			
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
1	4	0.75	
2	4	2.00	2.00
3	4		3.50
Sig.		0.129	0.072

Fuente: Elaboración propia

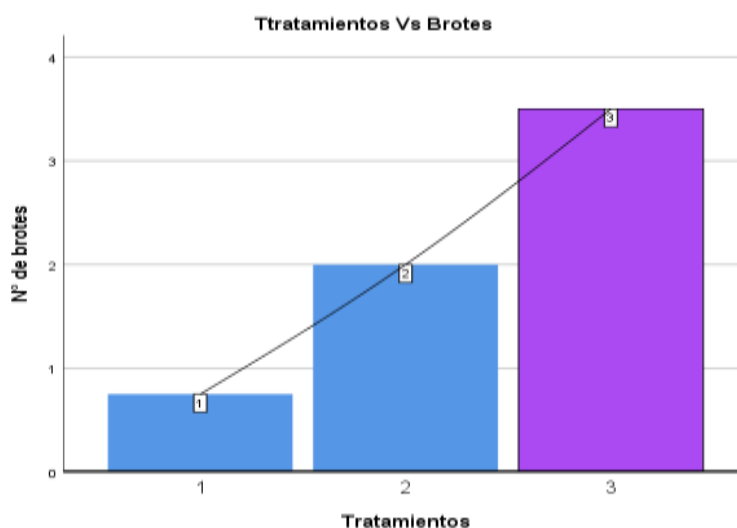


Figura 5. Comportamiento de los brotes frente a los tratamientos de una plantación pura *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L.* (árbol de quina)

En el cuadro 9 y la figura 6, se puede observar que el tratamiento T3 (10% de luz) es el que permitió mayor emisión de hojas (5.25 hojas) de las plantas sembradas; en contraste a los demás tratamientos, T2 (35% de luz) y T1 (100% de luz) donde se obtuvieron menores emisiones de hojas, con valores análogos de 3.75 hojas y 2.50 hojas, respectivamente.

Cuadro 9. Prueba de Tukey Hojas

HSD Tukey Hojas			
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
1	4	2.50	
2	4	3.75	
3	4		5.25
Sig.		0.093	1.000

Fuente: Elaboración propia

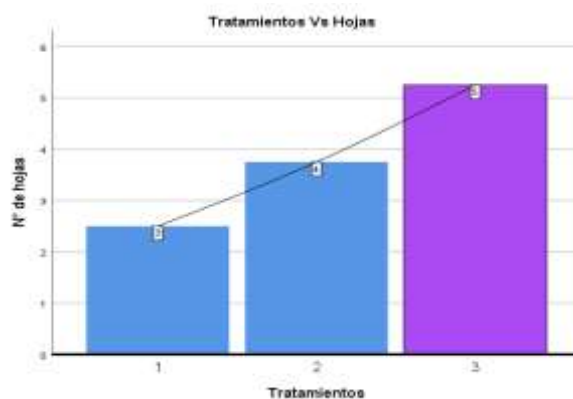


Figura 6. Comportamiento de número de hojas frente a los tratamientos de una plantación *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L. (árbol de quina)*.

En el cuadro 10 y la figura 7, se puede observar que el tratamiento T3 (10% de luz) y el tratamiento, T2 (35% de luz), con valores de 3.00 y 2.50, y siendo análogos, son los que permitieron la mayor sanidad de las plantas sembradas; en contraste al tratamiento T1 (100% de luz) con un valor de 1.00 donde siempre existía plantas con algún problema sanitario.

Cuadro 10. Prueba de Tukey para el Nivel de Sanidad (1-3)

HSD Tukey Sanidad			
0	N	Subconjunto	
		1	2
1	4	1.00	
2	4		2.50
3	4		3.00
Sig.		1.000	0.165

Fuente: Elaboración propia

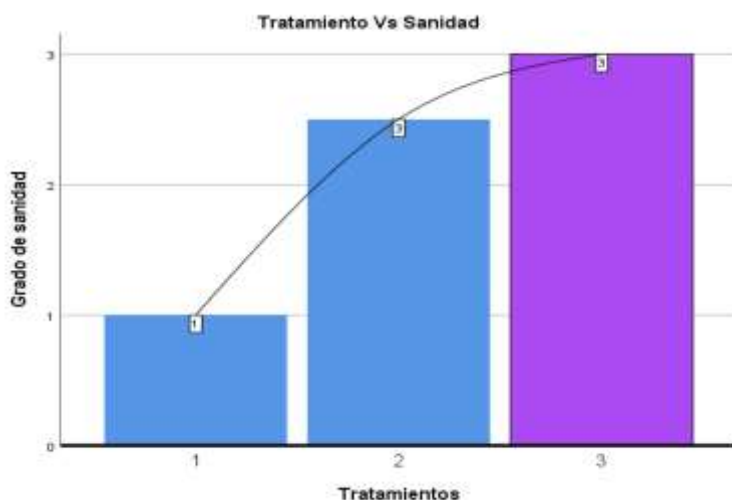


Figura 7. Nivel del estado sanitario (1-3) frente a los tratamientos de una plantación *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L.* (árbol de quina)

Discusión

En general, el análisis de comportamiento y adecuación de la Introducción a un nuevo ecosistema de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. (árbol de la Quina), Ucayali-Perú, revela que ha existido una relación directa con las variables (incremento de la altura, diámetro, número de brotes, número de hojas, sanidad y mortandad) en cada uno de los tratamientos (% de Luz), siendo altamente significativo en cada uno de los valores (Tabla 4). Estrada et al (2023), realizaron un estudio de la frecuencia y magnitud de los extremos climáticos a medida que el mundo se calienta es de suma importancia, especialmente separando la influencia de los factores naturales y antropogénicos. Los eventos récord de temperatura y precipitación se han estudiado utilizando técnicas de atribución de eventos. El forzamiento antropogénico ha sido el principal impulsor de tales aumentos y sus efectos amplifican los del forzamiento natural. También identificamos puntos críticos de riesgo definidos como regiones en las que están presentes un mayor riesgo de eventos extremos y una alta exposición en términos de un alto Producto Interno Bruto (PIB) o una gran población. Para el año 2018, el aumento de los forzamientos antropogénicos es el principal responsable del mayor riesgo de temperaturas/precipitaciones extremas que afectan al 94%/72% de la población mundial y al 97%/76% del PIB mundial en relación con el período de referencia 1961-1990. Al existir valores altamente significativos entre las variables y los tres tratamientos se realizó una prueba de promedios (cuadro 5), en donde se observó que el T3 es el que mejor comportamiento tuvo con un 31.25% de mortandad. Ashley (1993), menciona que, la tolerancia a la sequía es definida como la capacidad de las plantas de vivir, de crecer y de obtener rendimientos satisfactorios bajo condiciones limitadas de agua en el suelo o en un período de estrés hídrico.

Así mismo los resultados obtenidos revelan que el T3 favoreció el crecimiento en altura con 35.50 cm (cuadro 3) y diámetro con 7.25 mm (cuadro 7), Mitra (2001), menciona que los mecanismos que usan las plantas para hacer frente a la sequía, se agrupan en tres categorías: escape, evitación y tolerancia; no obstante, las plantas pueden usar más de un mecanismo a la vez, para enfrentar la sequía. Wahid (2007), menciona que, el estrés por calor afecta el crecimiento de las plantas desde el principio de su ontogenia, aunque los efectos varían según la etapa de desarrollo. Las altas temperaturas pueden disminuir o inhibir totalmente la germinación de las semillas, dependiendo de las especies y de la intensidad del estrés; en etapas de desarrollo posteriores, las altas temperaturas pueden afectar adversamente la fotosíntesis, la respiración, las relaciones hídricas y la estabilidad de las membranas, así como los niveles de hormonas y de metabolitos secundarios.

De acuerdo a los resultados en número de brotes, se visualiza dos sub conjuntos (cuadro 8), en donde revelan la similitud entre los tratamientos, donde la cercanía es bastante estrecho (T1;T2 y T2;T3), dando a entender que *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. (árbol de la Quina), Para el caso del número del número de hojas se puede apreciar dos subconjuntos (Cuadro 9) entre los tratamientos T1;T2 y T3, reflejando una alta significancia en el subconjunto 2 y el T3, llevando gran margen de diferencia y sobresaliendo el T3. Asimismo, los resultados en cuanto a la sanidad (cuadro 10) muestran que el T1 es la que más plantas enfermas presentó a comparación con el T2 y T3, siendo más eficiente el T3. Todas estas condiciones favorecen la adaptación fácilmente a un nuevo ecosistema, permitiendo generar condiciones de refugio para la especie. Davis et al (2013), han sugerido refugios como sitios prioritarios para la conservación bajo el cambio climático debido a su capacidad para facilitar la supervivencia de la biota en condiciones adversas. Los refugios ecológicos son vulnerables a los cambios en el clima regional porque tienen poca protección térmica o hidrológica.

Ureta et al (2022), el aumento de las temperaturas puede provocar la aparición de un fenómeno climático a gran escala, como el derretimiento de la capa de hielo de Groenlandia, debilitando la AMOC y aumentando aún más las diferencias entre el clima actual y el futuro. Mercado y Nat (2022), la mayoría de las tasas biológicas dependen de la tasa de respiración. La variación de temperatura generalmente se considera el principal impulsor de las tasas de respiración diaria de las plantas, suponiendo una tasa de respiración diaria constante a una temperatura determinada. La temperatura controla menos de la mitad de la variación nocturna total de la respiración.

Boult (2023), Los fenómenos meteorológicos extremos suponen una amenaza inmediata para la biodiversidad, el crecimiento de los pronósticos ecológicos demuestra el enorme potencial para anticipar los resultados de la conservación, pero la falta de ejemplos operativos sugiere que se necesita un nuevo enfoque para traducir los pronósticos en acciones.

Conclusiones

Al final de los 200 días de instalación de la plantación de *Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L.* (árbol de la Quina), después de las evaluaciones pertinentes, se concluye que el tratamiento T3 (10% de luz) es el que permitió la menor mortandad (31.25%) de las plantas sembradas, así como el mejor crecimiento en altura (35.5 cm), diámetro (7.25 mm) de planta, emisión de brotes (3.5 brotes), número de hojas (5.25 hojas) y el que condujo al mejor estado fitosanitario (nivel 3) de las plantas sembradas.

Referencias.

- Ashley, J. 1993. Drought and crop adaptation. In: Rowland, J.R.J. (ed) Dryland farming in Africa. Macmillan Press Ltd, UK. p.46-67.
- Boult. VL. 2023. Acción basada en pronósticos para la conservación. *Conserva Biol.* 37(3). DOI: 10.1111/cobi.14054.
- Bruhn D, Newman F, Hancock M, Povlsen P, Slot M, Sitch S, Drake J, Weedon GP, Clark DB, Pagter M, Ellis RJ, Tjoelker MG, Andersen KM, Correa ZR, McGuire PC, Mercado LM. 2022. La respiración nocturna de las plantas está bajo un fuerte control sin temperatura. *Nat Comun.* DOI: 10.1038/s41467-022-33370-1.PMID: 36163192
- Carroll C, Noss RF. Reconstrucción frente al cambio climático. 2021. *Conserva Biol.* febrero; 35 (1): 155-167. doi: 10.1111/cobi.13531. Epub 2020 1 de junio.PMID: 32557877.
- Costa FRC, Schiatti J, Stark SC, Smith MN. 2023. El otro lado de la sequía en los bosques tropicales: ¿las regiones del nivel freático poco profundo de la Amazonía actúan como refugios hidrológicos a gran escala de la sequía?. *Fitol.* DOI: 10.1111/nph.17914.
- Davis J, Pavlova A, Thompson R, Sunnucks P. 2013. Refugios evolutivos y refugios ecológicos: conceptos clave para conservar la biodiversidad de agua dulce de las zonas áridas de Australia bajo el cambio climático. *Glob Chang Biol.* DOI: 10.1111/gcb.12203.
- Estrada F, Perron P, Yamamoto Y. 2023. Influencia antropogénica en extremos y puntos críticos de riesgo. DOI: 10.1038/s41598-022-27220-9.PMID: 36593354
- Gatto CR, Williamson SA, Reina RD. *Conserva Biol.* 2023. Mitigar los efectos del cambio climático en los nidos de tortugas marinas con riego artificial.37(1). DOI: 10.1111/cobi.14044.
- Mitra, J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance of crop plants. *Current Sci. (India).* 80(6):758-763.
- Michalak JL, Lawler JJ, Roberts DR, Carroll C. Distribución y protección de refugios climáticos en América del Norte. 2018. *Conserva Biol.* DOI: 10.1111/cobi.13130. .
- McClanahan TR, Darling ES, Beger M, Fox HE, Grantham HS, Jupiter SD, Logan CA, Mcleod E, McManus LC, Oddenyo RM, Surya GS, Wenger AS, Zinke J, Maina JM. Diversificación de los tipos de refugio necesarios para asegurar el futuro de los arrecifes de coral sujetos al cambio climático. 2023. *Conserva Biol.* DOI: 10.1111/cobi.14108.

- Lapola DM, Silva JMCD, Braga DR, Carpigiani L, Ogawa F, Torres RR, Barbosa LCF, Ometto JPHB, Joly CA. 2020 Una evaluación de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para las áreas protegidas de Brasil. *Conserva Biol.* DOI: 10.1111/cobi.13405.
- Simmonds JS, Suarez-Castro AF, Reside AE, Watson JEM, Allan JR, Atkinson SC, Borrelli P, Dudley N, Edwards S, Fuller RA, Game ET, Linke S, Maxwell SL, Panagos P, Puydarrieux P, Quétier F, Runting RK, Santini T, Sonter LJ, Maron. M. Conservar la vegetación natural para salvaguardar la biodiversidad y la humanidad. 2023. *Conserva Biol.* 10.1111/cobi.14040.
- Schuster R, Buxton R, Hanson JO, Binley AD, Pittman J, Tulloch V, La Sorte FA, Roehrdanz PR, Verburg PH, Rodewald AD, Wilson S, Possingham HP, Bennett JR. Planificación de áreas protegidas para conservar la biodiversidad en un futuro incierto. 2023. *Conserva Biol.* DOI: 10.1111/cobi.14048.
- Schöffl, F.; Prandl, R.; Reindl, A. 1999. Molecular responses to heat stress. In: Shinozaki, K., Yamaguchi- Shinozaki, K. (Eds.). *Molecular Responses to Cold, Drought, Heat and Salt Stress in Higher Plants.* R.G. Landes Co., Austin, Texas, p.81.98.
- Tedersoo L, Mikryukov V, Zizka A, Bahram M, Hagh-Doust N, Anslan S, Prylutskiy O, Delgado-Baquerizo. 2022. Patrones globales de endemidad y vulnerabilidad de los hongos del suelo. *Glob Chang Biol.* DOI: 10.1111/gcb.16398.
- Ureta C, Ramírez-Barahona S, Calderón-Bustamante Ó, Cruz-Santiago P, Gay-García C, Swingedouw D, Defrance D, Cuervo-Robayo AP. La evaluación de la diversidad animal y vegetal sugiere que el deshielo de Groenlandia acelera la crisis de la biodiversidad. 2022. *Biol común.* DOI: 10.1038/s42003-022-03943-3.PMID: 36115902.
- Vandegrift R, Newman DS, Dentinger BTM, Batallas-Molina R, Dueñas N, Flores J, Goyes P, Jenkinson TS, McAlpine J, Navas D, Policha T, Thomas DC, Roy BA. Más rico que el oro: la biodiversidad fúngica de la Reserva Los Cedros, un bosque nuboso andino amenazado. 2023. *Semental de bot.* DOI: 10.1186/s40529-023-00390-z.PMID: 37410314.
- Ventas LP, Pires MM. Identificando refugios de cambio climático para la biodiversidad sudamericana. 2023. *Conserva Biol.* DOI: 10.1111/cobi.14087.
- Wahid, A.; Gelani, S.; Ashraf, M.; Foolad, M.R. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. *Environm. Exp. Botany.* 61(3):199-223
- Ward M, Carwardine J, Watson JEM, Pintor A, Stuart S, Possingham HP, Rhodes JR, Carey AR, Auerbach N, Reside A, Yong CJ, Tulloch AIT. 2022. Cómo priorizar la recuperación de especies tras un megaincendio. *Conserva Biol.*36(5). DOI: 10.1111/cobi.13936.