



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Reducción del ruido mediante barreras vegetales con las especies *Jacobaea maritima* y *Aptenia cordifolia* en condiciones controladas – Lima 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Delgadillo Valdez, Giancarlo Jhardy

ASESOR:

MSc. QUIJANO PACHECO WILBER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA – PERÚ

2018 - II

PAGINA DEL JURADO



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F07-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por:

Graucelo Jhady Delgado Valdez

cuyo título es: *Reducción del ruido mediante barreras vegetales con las especies Jacobaea maritima y Atriplex condifolia en condiciones controladas - Lima - 2018*

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el(los) estudiantes, otorgándole el calificativo de: *14* (número) *Catorce* (letras).

Los Olivos.....*15*..... de *Diciembre*..... del 201*8*.....

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
SECRETARIO
Cerruelo



[Signature]
VOCAL
Gonzalez

Representante de la Dirección /

DEDICATORIA

A mis padres Carlos, Violeta y a mi hermano James, por todo su amor, motivación y apoyo incondicional a lo largo de todo mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater la Universidad Cesar Vallejo, en la cual me han permitido estudiar lo que me apasiona la carrera profesional de Ingeniería Ambiental.

A mi familia por su comprensión, amor y apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional.

A mi asesor el Ing. Wilber Quijano pacheco por su valioso tiempo y conocimientos compartidos en todas las asesorías académicas.

A todas las personas que me apoyaron, ya que, no solo no hubiese sido nada sin ustedes, sino con todos lo que estuvieron desde el comienzo a mi alrededor.

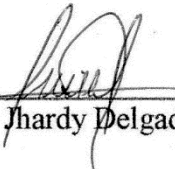
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Giancarlo Jhardy Delgadillo Valdez con DNI N.º 47296352, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 15 de diciembre de 2018


Giancarlo Jhardy Delgadillo Valdez

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Reducción del ruido mediante barreras vegetales con las especies *Jacobaea marítima* y *Aptenia cordifolia* en condiciones controladas - Lima 2018”, la misma que someto a su consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Giancarlo Jhardy Delgadillo Valdez

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. Realidad problemática	2
I.2. Trabajos previos.....	3
I.3. Teorías relacionadas al tema.....	7
I.3.1. Marco teórico.....	7
I.3.2. Marco conceptual	11
I.3.2.1. Sonido.....	11
I.3.2.2. Ruido	11
I.3.2.3. Tipos de ruido.....	12
I.3.2.4. Fenómenos de la propagación del sonido	12
I.3.2.5. Contaminación sonora.....	13
I.3.2.6. Medición de ruido ambiental.....	13
I.3.2.7. Sonómetro	14
I.3.2.8. Atenuación acústica.....	14
I.3.2.9. Área foliar	15
I.3.2.10. <i>Aptenia cordifolia</i>	15
I.3.2.11. <i>Jacobaea marítima</i>	15
I.3.2.12. Normativa ambiental.....	16
I.4.1. Problema general:.....	16
I.4.2. Problemas específicos:	16
I.5. Justificación del estudio.....	17
I.5.1. Aspecto ambiental	17
I.5.2. Relevancia social	17
I.5.3. Justificación económica.....	17
I.5.4. Aporte teórico	17
I.6. Hipótesis	18
I.6.1. Hipótesis General	18
I.6.2. Hipótesis Específicas.....	18

I.7.	Objetivos	18
I.7.1.	Objetivo General.....	18
I.7.2.	Objetivos específicos.....	18
II.	MÉTODO	20
II.1.	Diseño de investigación	20
II.2.	Variables y operacionalización	21
II.3.	Población y muestra.....	22
II.3.1.	Población	22
II.3.2.	Muestra	22
II.3.3.	Unidad de análisis.....	22
II.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	22
II.4.1.	Técnica.....	22
II.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	22
II.4.3.	Validez y confiabilidad.....	23
II.4.4.	Metodología del experimento	23
II.4.4.1.	Ubicación del experimento.....	23
II.4.4.2.	Duración del experimento	25
II.4.4.3.	Tratamientos.....	25
II.4.4.4.	Materiales y equipos.....	25
II.4.4.5.	Procedimiento.....	26
II.4.4.5.1.	Recopilación de almácigos.....	26
II.4.4.5.2.	Construcción de la estructura de la barrera vegetal.....	26
II.4.4.5.3.	Sembrado de las plantas en la barrera vegetal.....	27
II.4.4.5.4.	Control del crecimiento de la cobertura vegetal.....	28
II.4.4.5.5.	Monitoreo de ruido.....	29
II.4.4.5.6.	Cálculo de la atenuación acústica de las especies vegetales y la estructura de la barrera	31
II.4.4.6.	Parámetros a evaluar	31
II.5.	Método de análisis de datos	32
II.6.	Aspectos éticos.....	33
III.	RESULTADOS	34
III.1.	Pruebas de medición de ruido	34
IV.	DISCUSIÓN.....	44
V.	CONCLUSIONES.....	45
VI.	RECOMENDACIONES	46
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
VIII.	ANEXOS	54

ANEXO 01: Ficha de validación de instrumentos	54
ANEXO 02: Instrumentos de recolección de datos características de las especies vegetales	57
ANEXO 03: Características de las barreras	61
ANEXO 04: Medicion del ruido	65
ANEXO 05: Matriz de consistencia	69
PANEL FOTOGRAFICO	72

TABLA DE FIGURAS

Figura 1.- Tipos de barrera vegetal.....	8
Figura 2.- Formula de la atenuación acústica	14
Figura 3.- Valores de los estándares de calidad ambiental para ruido.	16
Figura 4.- Mapa de ubicación de la sala de ensayos.....	24
Figura 5.- Medidas de la barrera vegetal	27
Figura 6.- Sembrado de las plantas en la barrera vegetal	28
Figura 7.- Hojas escaneadas	28
Figura 8.- Instalación del sonómetro	30
Figura 9.- Monitoreo de ruido	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Matriz de operacionalización	21
Tabla 2.- Resultados de la prueba de monitoreo de ruido	35
Tabla 3.- Características de la especie aptenia cordifolia.....	38
Tabla 4.- Características de la especie jacobaea maritima	39
Tabla 5.- Características de las especies jacobaea marítima y aptenia cordifolia	40
Tabla 6.- Prueba estadística	42
Tabla 7.- Prueba de contraste de tukey	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Resultados de la barrera 1	36
Gráfico 2.- Resultados de la barrera 2	36
Gráfico 3.- Resultados de la barrera 3	37
Gráfico 4.- Resultados barrera 4.....	37
Gráfico 5.- Numero de hojas	40
Gráfico 6.- Area foliar	41
Gráfico 7.-Atenuación acústica	41

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la reducción de ruido a través de las barreras vegetales *Jacobaea maritima* y *Aptenia cordifolia* y de esta forma brindar una propuesta ecológica para la reducción de ruido. Es de tipo cuantitativo de nivel explicativo y de diseño experimental por ello se planteó bajo el diseño cuadrado latino con 4 tratamientos los cuales fueron las barreras, la primera sin cobertura vegetal, la segunda con cobertura de la especie *Jacobaea maritima*, la tercera con cobertura de ambas especies y la cuarta con cobertura de la especie *Aptenia cordifolia* con 4 repeticiones en un periodo de 4 semanas. Los resultados obtenidos en la medición de ruido fueron: atenuación acústica de 6.07 dBA para la barrera sin cobertura vegetal, atenuación acústica 8.69 dBA en la barrera con cobertura *Jacobaea maritima*, atenuación acústica de 11.85 dBA en la barrera con cobertura con ambas especies, atenuación acústica de 13.56 dBA con cobertura *Aptenia cordifolia* se concluye que al evaluar la reducción de ruido de las barreras vegetales la que obtuvo mayor nivel de atenuación acústica fue el tratamiento de la barrera con la especie *Aptenia cordifolia* (13.56 dBA) esto se debió a que las plantas de esta especie lograron desarrollar mayor área foliar logrando así que el ruido se reduzca mediante los fenómenos de propagación del sonido como la absorción, difracción y refracción.

Palabras clave: Atenuación acústica, Barreras vegetales, *Aptenia cordifolia*, *Jacobaea maritima*, ruido.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the reduction of noise through the plant barriers *Jacobaea maritima* and *Aptenia cordifolia* and in this way provide an ecological proposal for the reduction of noise. It is of a quantitative type of explanatory level and experimental design, therefore it was proposed under the latin square design with 4 treatments, which were the barriers, the first without vegetation cover, the second with coverage of the *Jacobaea maritima* species, the third with coverage of both species and the fourth with coverage of the species *Aptenia cordifolia* with 4 repetitions in a period of 4 weeks. The results obtained in the measurement of noise were: acoustic attenuation of 6.07 dBA for the barrier without vegetal coverage, acoustic attenuation 8.69 dBA in the barrier with *Jacobaea maritima* coverage, acoustic attenuation of 11.85 dBA in the barrier with coverage with both species, acoustic attenuation of 13.56 dBA with *Aptenia cordifolia* coverage it is concluded that when evaluating the noise reduction of plant barriers the one that obtained the highest level of acoustic attenuation was the treatment of the barrier with the species *Aptenia cordifolia* (13.56 dBA), this was due to the fact that the plants of this species they managed to develop greater leaf area, achieving that the noise is reduced by the phenomena of propagation of sound such as absorption, diffraction and refraction.

Key words: Acoustic attenuation, Plant barriers, *Aptenia cordifolia*, *Jacobaea maritima*, noise.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la sociedad en su búsqueda del progreso a través del desarrollo incesante ha dejado de lado las muchas ventajas que trae el desarrollo urbanístico sostenible, los resultados de este enfoque miope están presentes a la vista de todos: el ruido, la contaminación, la congestión vehicular y el grave deterioro de la calidad de vida de los ciudadanos.

El urbanismo sostenible requiere que se consideren una serie de elementos interconectados como son: la reducción del consumo de energía y agua, la minimización de los residuos sólidos y la contaminación, el uso de materiales respetuosos con el medio ambiente, la disponibilidad de transporte público eficiente y por último más espacios verdes urbanos. Estos espacios verdes urbanos deberían incluir la transformación ecológica de los edificios ya que al implementar techos verdes y paredes verdes ya que los beneficios asociados a estas zonas verdes en edificios son el ahorro de energía, el soporte de la biodiversidad, el control del agua de lluvia y, por último, pero no menos importante la atenuación del ruido.

Siendo la atenuación del ruido la razón por la cual se desarrolló este proyecto de investigación cuyo propósito es la de demostrar que el ruido se puede reducir mediante la implementación de las barreras vegetales, se construyeron tres barreras con las siguientes dimensiones un metro noventa de alto por un metro veinte de ancho, las plantas que se usaron en esta investigación fueron plantas que no requerían un riego continuo, para el sembrado de las plantas se usó un sustrato ligero (aserrín en descomposición) y botellas recicladas de esta forma se buscó que el trabajo sea ecológico y que los costos de mantenimiento e instalación sean bajos, por ultimo las tres barreras vegetales cuentan con ruedas en la parte inferior las cuales nos permiten el fácil transporte de un lugar a otro para poder mejorar la calidad de vida de cualquier lugar que posea altos niveles de ruido.

La presente investigación se divide en 3 capítulos, el primero está enfocado en describir la realidad problemática, objetivos, justificación e hipótesis.

En el segundo capítulo se dan a conocer las variables, la matriz de operacionalización, población, muestra, técnicas e instrumentos. Finalmente, en el capítulo final se dan a conocer

los resultados, conclusiones y recomendaciones.

En conclusión, esta investigación está enfocada en determinar que barrera vegetal obtiene un nivel de reducción de ruido mayor, posteriormente se busca que estas barreras pueden ser usadas por sus características sobresalientes en diferentes ambientes urbanos para reducir el ruido y así mejorar la calidad de vida de las personas.

I.1. Realidad problemática

La contaminación sonora hoy en día se ha convertido en una de las mayores preocupaciones en las áreas urbanas esto se ve reflejado en un estudio desarrollado por la OEFA en el 2015 sobre el ruido ambiental en Lima metropolitana y la provincia constitucional del Callao concluyo que, al medir el nivel de ruido en 250 puntos distribuidos en los 49 distritos que conforman ambas provincias el 90.21% excedió los Estándares Calidad Ambiental para ruido (OEFA,2015 p.48). estos datos descritos por la OEFA, nos dan a conocer que el ruido ambiental es un problema latente y en ascenso y que es generado principalmente por vehículos de transporte.

Según la World Health Organization (WHO) en su publicación “Environmental noise guidelines for the European Region”, los niveles de ruido en la carretera por el tráfico rodado que están por encima de los 53 dB ocasionan efectos adversos a la salud como enfermedades cardiovasculares, pérdida de la capacidad cognitiva, discapacidad auditiva y tinnitus; en cuanto a la exposición al ruido nocturno que está por encima de los 45 dB se le asocia a efectos adversos al momento de dormir (WHO, 2018 p.32). Agregado a ello en esa misma publicación nos recomienda que se realicen intervenciones específicas para reducir el ruido tanto en la fuente como en la ruta entre la fuente y a la población afectada cambiando las infraestructuras (WHO, 2018 p.xvi)

Debido a esta situación se comenzó con la búsqueda de soluciones ecológicas para la reducción del ruido, es aquí que las barreras vegetales cobran gran significancia ya que no solo pueden ser vistas como unas estructuras atractivas sino como un elemento eficaz para mitigar el ruido (ABU-BAKER, D et al. 2017 p.8)

I.2. Trabajos previos

Las barreras vegetales son aún una medida de mitigación en vías de investigación y desarrollo en nuestro país ya que aún no se registran investigaciones relacionadas a las barreras de vegetales.

Los estudios que tienen relación al tema y son la base para afirmar que es viable el uso de vegetación como un atenuante al ruido se detalla a continuación:

AZKORRA, Z et al. (2015), en el artículo científico titulado “Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings” detallo todo el proceso de evaluación de paredes verdes como sistema de aislamiento acústico ya que estos se están consolidando como una interesante manera de mejorar la calidad de vida en los entornos urbanos. Entre los beneficios que están asociados con los sistemas de zonas verdes para edificios, como el ahorro de energía, soporte de la biodiversidad, y el control del agua de lluvia, también hay atenuación del ruido. Hace referencia que a pesar del hecho de que las paredes verdes son uno de los sistemas de construcción de más prometedores, se han realizado pocos estudios sobre su potencial de aislamiento acústico. Para reunir los conocimientos acerca de la contribución de los sistemas de zonas verdes verticales para la reducción de ruido, especialmente una pared modular basada en verde, llevo a cabo pruebas en un laboratorio estandarizado donde obtuvo el índice de reducción acústica ponderado (R_w) de 15 dB y de la especie que uso (*Helichrysum thianschanicum*) fue de 5.9 dBA.

ABU-BAKER, D et al. (2017), en el artículo científico titulado “The Effectiveness of The Green Carrier as a Traffic Noise Barrier” describe el sistema de atenuación acústico para el ruido del tráfico de Amman en Jordania. Tambien describe las consideraciones que se tuvo en el diseño de las barreras uso la especie *Euonymus japonicus* y procedió a determinar el coeficiente de absorción sonora de barrera sin la vegetación y con la vegetación todo esto se realizó en una sala de ensayos y el ruido del tráfico se simula por 6 pequeños altavoces de agudos conectados a una fuente de sonido y la señal captada se da por un micrófono de ½ pulgada a un metro de distancia de la barrera. La atenuación de la barrera es de aproximadamente 6dB y de la especie es de 5.5 dBA.

VAN, H. (2016), en su artículo científico titulado “Bamboo plants as a noise barrier to reduce road traffic noise” presento su proyecto en el cual demuestra la posibilidad de utilizar plantas

de bambú que viven a lo largo de las carreteras como una barrera de ruido para reducir el ruido del tráfico, en la investigación nos dice que la ventaja es que una barrera de bambú es que es más respetuoso con el medio ambiente, más barato en la construcción y gestión y contribuye con una infraestructura sostenible. Desde el punto de vista acústico, el factor más crítico es el aislamiento de sonido que está limitada por fugas a través de aberturas entre los tallos de bambú. La mejor solución se obtiene mediante una especie de bambú con una densidad muy alta: más tallos por metro cuadrado. En otras palabras, cuando el bambú crece más juntos los resultados en la reducción de ruido son mejor. Este estudio de viabilidad muestra que el efecto de reducción de ruido de una barrera de ruido de bambú con una altura de 5 metros y un espesor de 6 metros es más o menos comparable a una alta barrera ruido sólida de 3 metros.

COSME, E. (2017), en su tesis titulada “Atenuación acústica de Cristales de Sonido para reducción del nivel de ruido en condiciones controladas – Lima 2017” detallo que para demostrar la atenuación acústica usando cristales de sonido se tomaron los fenómenos de dispersión múltiple, absorción y resonancia. Luego de la realización de pruebas controladas se lograron resultados satisfactorios con una atenuación acústica de 9 a 10 dBA además detalló que para una mejor efectividad en cuanto a la atenuación acústica se debería utilizar otro tipo de materiales ya que la porosidad de estos determina el nivel de absorción de ruido.

PENG, J et al. (2014), en su artículo de investigación titulado “The effects of vegetation on road traffic noise” detallo como hoy en día existen varios manuales de evaluación de ruido del tráfico en varios gobiernos mundiales y que se refieren al uso de la vegetación para reducir el ruido sin embargo no existe muchos detalles acerca de la reducción potencial con lo cual esta investigación busca aumentar la información. La investigación se llevó a cabo en la carretera de Kungala Rd en Australia en la cual se evaluó en cuanto disminuye el ruido la vegetación presente, obteniendo resultados de disminución entre 2 dB a 7dB, llegando a la conclusión que la vegetación tiene el potencial de ser parte fundamental del diseño urbanístico para la atenuación del ruido.

En la tesis de CARDENAS, J (2017) titulada “Encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017” nos plantea un problema que está presente en

muchas empresas que es la generación de ruidos que conllevan a la contaminación acústica a sus alrededores, el autor al realizar las medidas de ruido pertinentes con ayuda del sonómetro ve necesario la instalación de un aislante acústico ya que los niveles de ruido sobrepasan los ECA de aire, este aislante es fabricado con cartones prensados, dos capas de jabas de huevo y lana de polietileno, todo esto envuelto con malla rashell dentro de un armazón de fierro, como simulación de una pared, la implementación de dicha barrera arrojó resultados positivos ya se logró la disminución de 16 dB obteniendo así, un nivel de ruido aceptable según las normas legales del país.

CHU, L. (2014) en su publicación titulada “Vertical Greening in a Subtropical City – System and Species Selection”, la cual fue presentada en la primera conferencia “International conference on green walls” expuso sobre cada una de las clasificaciones de los muros verdes de acuerdo al tipo de sustrato y la orientación de las plantas hacia el sol; también detallo la relación que existe entre las áreas verdes y el número de habitantes de las principales ciudades del mundo, también da a conocer que la especie de planta más usada en los muros verdes es la *Schefflera wallichiana* esta especie y otras más cumplen estas funciones y beneficios: reducción del calor, eliminar el polvo, retención de aguas pluviales, apoyo a la biodiversidad y la reducción de ruido.

ATTAL, E et al. (2017) en su artículo científico titulado “Acoustic absorption of green walls made of foliage and soil substrate layers”, detalló que las propiedades acústicas efectivas del follaje y el suelo proporcionan información útil para analizar la absorción del sonido de los muros verdes y cuyos resultados obtenidos en distintas muestras de capas de follaje y suelo revelan que la variación del coeficiente de absorción está ligado a la frecuencia del ruido y que el resultado de reducción de ruido está correlacionado con la densidad del área foliar y la orientación de la hoja.

SHIMIZU, T et al. (2016) en su artículo científico titulado “Suppression of diffracted sounds by green walls”, detalló que verifico cuantitativamente una barrera vegetal haciendo mediciones con diferentes frecuencias sonoras como resultado confirmo que las barreras vegetales tienen la capacidad mediante el fenómeno de absorción de reducir el ruido especialmente en bajas frecuencias, esto es debido al área foliar de las plantas y la altura de la barrera.

CÔTÉ, N et al. (2016) en su artículo científico titulado “Experimental characterization of foliage and substrate samples by the three-microphone two-load method”, detalló que en los experimentos de absorción sonora que realizó se usó el follaje de la planta *Euonymus japonicus* y el sustrato de perlita ambos elementos fueron medidos dentro de un tubo de transferencia de sonido para poder medir el ruido que podía atravesar a diferentes frecuencias, así pudo obtener el coeficiente de absorción sonora a 1000 Hz es de $\alpha=0.23$ por ende concluyo que el follaje y el sustrato usado en el experimento mejoran la reducción del ruido en diferentes frecuencias.

En su trabajo de fin de grado de PAMIES, M. (2014) titulado “Estudio del impacto acústico de la llegada del AVE a Alicante”, expone que su objetivo fue el de evaluar acústicamente el trayecto que realizan los trenes, especialmente el AVE, durante un trayecto de no más de 4 kilómetros tomando como origen la estación de trenes de Alicante, los resultados que obtuvo demuestran que las zonas que cuentan con coberturas vegetal tales como árboles y arbustos logran mitigar el ruido esto debido al espesor de las plantas así se interrumpe la propagación de las ondas de sonido.

En el informe del proyecto HOSANNA (2014) titulado “Project for the reduction of road and rail traffic noise in the outdoor environment”, la cual se enfocó en detallar todos los tipos de barreras vegetales que se están desarrollando en las más importantes ciudades, así como también el uso de materiales reciclados para la elaboración del sustrato; algunos de los resultados del nivel de reducción acústica de las barreras vegetales son de 3 a 4 dBA cuando los autos que transitan por la zona no sobrepasan los 70 km/h.

RAKSHANDEHROO, M et al (2015) en su artículo científico titulado “ Living wall (vertical greening): Benefits and Threats”, el objetivo del artículo es la de dar a conocer los beneficios que son: la filtración de contaminantes en el aire, sirven como un sumidero de dióxido de carbono, disminuyen el polvo atmosférico sedimentable y la reducción del ruido, esto último es debido a tres factores fundamentales que son: el nivel de cobertura vegetal, el tipo de material usada en la estructura y el tipo de sustrato. El único inconveniente es el costo de mantenimiento de las barreras vegetales esto del tipo de material usado en la estructura, y el tipo de especie vegetal usada.

I.3. Teorías relacionadas al tema

I.3.1. Marco teórico

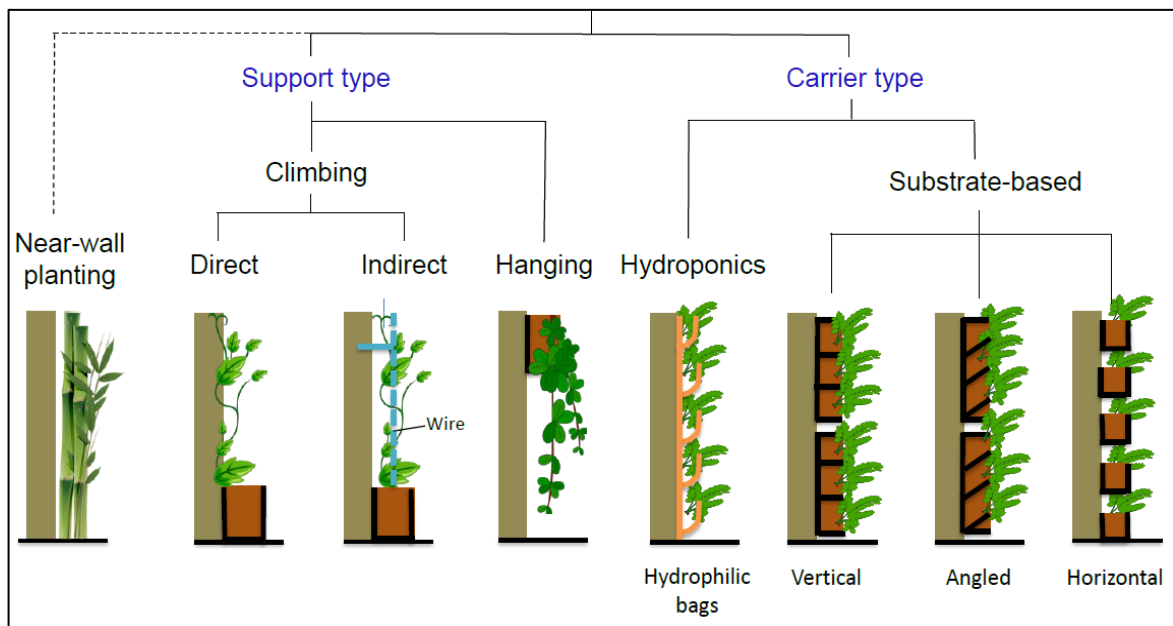
El ruido ambiental en la ciudad es generado por el exceso de vehículos en las carreteras que conllevan que se genere tráfico vehicular, es por ello que para poder reducir el ruido en la ciudad se ha optado por implementar: ventanas acústicas, barreras de concreto, barreras de cristales acústicos y barreras vegetales.

Se define como barrera vegetal: “a una estructura modular que contienen plantas y tierra para macetas, las cuales pueden ser extraíbles lo cual es conveniente para su mantenimiento”. (LIU, 2012, p.27)

Según RAKHSHANDEHROO et al. (2015, p.1) considera que una “barrera vegetal es un panel modular que consta de varias partes que sirven de soporte para el sustrato o un medio de cultivo artificial como la perlita, fieltro, espuma y lana mineral; en donde se desarrollan las plantas”.

Mientras que ABU-BAKER et al. (2017, p.2), indica que las barreras vegetales están diseñadas para mantener los contenedores de las plantas de manera que las plantas crezcan horizontalmente o verticalmente de acuerdo al diseño de la barrera, además, la barrera vegetal se clasifica en muchos tipos de acuerdo a su propósito principal.

Los tipos de barrera vegetales para CHU (2014, P.3), son “el muro vivo y la fachada verde las cuales son diferentes debido al modo en el cual están instaladas ya que una usa unidades modulares como macetas y la otra usan cualquier tipo de estructura en la cual las plantas en su gran mayoría del tipo rastrera puedan desarrollarse”.



Fuente: CHU, L (2014)

Figura 1.- Tipos de barrera vegetal

Existen también otros tipos de barreras vegetales además de las ya descritas como el muro verde pasivo y el muro verde activo, cuya única diferencia entre ambos es que el muro verde activo contiene un ventilador en la parte inferior que en conjunto con el agua que se usa para regar las plantas funcionan como un sistema de aire acondicionado en los edificios; existe también un tipo de barrera vegetal llamado mur-vegetal que es un tipo exclusivo de barrera iniciada por Patrick Blanc un botánico francés y por último el llamado landscape wall que está mucho más enfocado a la arquitectura verde y a su contribución son el mejoramiento del paisaje (RAKSHANDEHROO,2015)

Además, el sustrato parte esencial de la barrera vegetal según AZKORRA et al (2015 p.4), menciona que “el sustrato debe ser ligero y amigable como las fibras del coco en combinación con abono los cuales tienen por característica retener mayor cantidad de humedad”.

Mientras que LIU (2012, p.71), menciona que “el medio de crecimiento o sustrato debe ser ligero, resistente a la descomposición, debe tener alta capacidad de retención de agua, buena capacidad de aire y alta capacidad de drenaje es por ello que recomienda el uso de ladrillos

tritutados debido a las características antes mencionadas de esta manera se busca el crecimiento sin inconvenientes de las plantas”.

Las plantas que se deben usar según BURESINNOVA S.A. (2014) son las que en primer lugar se adecuen a la ubicación geográfica en la cual se implementara la barrera vegetal y también se debe tener en cuenta el tamaño de follaje que va desarrollar la especie, recomienda el uso de la especie *Helichrysum thianschanicum* de la familia Asteracea.

Mientras que BENDTSEN (2010, P.49-50) considera que las barreras deben de priorizar si la especie a escoger tiene relación paisajística con el espacio que lo rodea es por eso que recomienda el uso de plantas trepadoras o arbustos que crezcan en toda la barrera a fin de cubrir toda su superficie.

Según THE GOVERNMENT IF THE HONG KONG SPECIAL ADMINISTRATIVE REGION (2012, p.13) “considera que se debe tener en cuenta al momento de seleccionar la especie vegetal cada cuanto tiempo se debe de realizar su mantenimiento y los costos que conlleva, también, se debe considerar el material y el diseño de la estructura de la barrera”.

Para LIU (2012, p.66), la selección de especies de vegetación debe ser tolerante al viento y la sequía y sugiere que las especies que se usan deben de cubrir toda la estructura haciendo referencia al área foliar como factor fundamental al momento de escoger una especie ya que al cubrir toda la estructura de la barrera (mayor área foliar por planta) el sonido tiende a ser refractado, absorbido y difractado, disminuyendo así su intensidad.

Mientras que BENDTSEN (2010, P.49-50) considera que “las barreras deben de priorizar si la especie a escoger tiene relación paisajística con el espacio que lo rodea es por eso que recomienda el uso de plantas trepadoras o arbustos que crezcan en toda la barrera a fin de cubrir toda su superficie”.

Las plantas elegidas en las barreras vegetales cumplen ciertos beneficios según RAKHSHANDEHROO et al. (2015, p.3), considera que otorgan “beneficios los cuales dependen del grosor del follaje, las propiedades del tipo de material de la estructura, el contenido de agua y las probables cavidades de aire entre las capas de la estructura; estos

beneficios ambientales son: la filtración de contaminantes, mini sumidero de carbono, la disminución de material particulado y la reducción de ruido por el uso potencial de la vegetación”.

Según AZKORRA et al. (2015, p.1-2) los beneficios que conlleva “la implementación de barreras vegetales en las fachadas y techos de edificios en las ciudades son: el ahorro de energía, soporte de biodiversidad, el control de aguas pluviales y la atenuación de ruido”.

En sabiendo del beneficio de la barrera vegetal como atenuador del ruido es necesario saber cómo reduce el ruido, esto se logra según STEWART (2011) porque “la atenuación del ruido de las barreras depende de diferentes frecuencias, la absorción en la superficie de la barrera y la condición del suelo. Por otro lado, la efectividad de la barrera de ruido para reducir el nivel de ruido en 5-15 dB depende de tres factores: altura, longitud y ubicación. El ruido se comporta de cuatro maneras cuando se libera de la fuente al receptor. En primer lugar, va directamente desde la fuente de sonido hasta la parte superior de la barrera. En segundo lugar, el sonido es difractado por el borde de la barrera hacia abajo dentro de la zona de sombra, siempre que el ángulo de difracción sea mayor; entonces la atenuación del sonido estará más en la zona de sombra. En tercer lugar, la transmisión a través de la barrera a la zona de sombra depende directamente del tipo de barrera (material, espesor)”.

Para ABU-BAKER et al. (2017, p.2) menciona que la “reducción del nivel de ruido depende principalmente de las especies de plantas y las características de las hojas, largas, gruesas y anchas”. Es por ello que él recomienda el uso de la planta de coral (*Euonymus japonicus*) ya que tiene la característica de tener hojas gruesas y tiende a tener una rápida propagación. El fenómeno físico que predomina en una barrera vegetal es “la atenuación acústica o también llamada Insertion loss (SPL) que no es más que la diferencia en decibelios entre dos niveles de presión acústica que se miden en el mismo del espacio antes y después de insertar un objeto entre el punto de medición y la fuente de ruido” (WONG et al. 2010).

Según LIU (2012, P.32) la vegetación de las barreras vegetales ofrece beneficios de aislamiento acústico contra el ruido ya que puede absorber y reflejar el ruido debido a las características de sus hojas, en cuanto a la estructura de la barrera el ancho y largo de esta pueden mejorar la reducción del ruido; además se puede lograr una reducción extra si se usa

un sustrato combinado con materiales triturados de perlita, aserrín y PVC.

Para SHIMIZU et al. (2016, p.10) “las barreras vegetales pueden reducir el ruido mediante los siguientes fenómenos del sonido la absorción y la difracción, todo esto se debe al tipo de material usado en la estructura y sus dimensiones 20 cm de ancho, 230 cm de altura llegando a obtener una atenuación máxima de 17.3 dBA, por ultimo las plantas que cuanta más área foliar proporcionaran una mayor reducción del ruido”.

I.3.2. Marco conceptual

I.3.2.1. Sonido

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2016) define al sonido como “energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición”.

Según CABRERA, J (2010) el sonido es “la propagación de una perturbación en el aire “.

I.3.2.2. Ruido

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2016) “El ruido está definido como el sonido no deseado que genera molestia, perjudica o afecta la salud de las personas”.

Para el Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (2016) El ruido es “un caso particular de sonido, una emisión de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído y provoca una sensación de molestia”.

Para GARCIA Y JAVIER (2003) el ruido es “una mezcla compleja de sonidos con frecuencias diferentes. Una primera distinción es que no todo sonido es ruido, aunque el ruido por definición implica un grado determinado de sonido”.

I.3.2.3. Tipos de ruido

Según CABRERA, J. (2010) Existen diversos tipos de ruido que son necesarios conocer para de esta forma determinar los parámetros a medir y la duración de las mediciones, estos tipos de ruido se detallan a continuación:

- **Ruido continuo:** Este ruido se genera por maquinarias que operan del mismo modo sin interrupción, como, por ejemplo, bombas de agua, sistemas de ventilación y equipos de proceso. Para obtener el nivel de ruido solo se necesita medir durante unos pocos minutos con un sonómetro.
- **Ruido intermitente:** Este ruido se genera cuando la maquinaria opera en ciclos, o cuando pasan vehículos o aviones, así el ruido aumenta y disminuye de forma rápida. Para obtener el nivel de ruido se puede medir como un ruido continuo, pero debe anotarse la duración del ciclo. Así el paso de un vehículo o aeronave se llama suceso de esta forma de debe tomar nota del número de sucesos en un intervalo de tiempo.
- **Ruido de impulso:** También llamado ruido de impacto es aquel ruido que es generado en un breve lapso de tiempo y que es abrupto y además que su efecto causa mayor molestia.

I.3.2.4. Fenómenos de la propagación del sonido

Según CABRERA, J. (2010) La acústica física está dedicada al estudio de los fenómenos que se producen durante la producción y propagación del sonido. Entre los fenómenos más importantes para la acústica figuran aquellos que tienen lugar durante la incidencia de la onda sonora sobre una superficie (refracción, absorción y difracción) y los cuales se detallaran a continuación:

- **Refracción sonora:** se produce cuando una onda choca con una superficie y dependiendo de las características de esta, una parte de la onda se refleja, se disipa y por último se transmite por la superficie.
- **Absorción sonora:** es la propiedad de los materiales, estructuras y objetos, de convertir energía sonora en calor. Este efecto puede producirse por propagación en

el medio, o por disipación cuando el sonido incide sobre una superficie.

- Difracción sonora: se da cuando la onda incide sobre una abertura o un obstáculo que impide su propagación, todos los puntos de esa superficie se convierten en fuentes secundarias de ondas, emitiendo nuevas ondas, denominadas ondas difractadas.

I.3.2.5. Contaminación sonora

La contaminación del ruido es la presencia en el medio ambiente de los niveles de presión sonora de diferentes fuentes emisoras del ruido, que ocasiona diversos daños, riesgos e incomodidades en la calidad de vida, desarrollo de sus actividades de las personas o que genere impactos negativos sobre el entorno (OEFA, 2016).

Para SANTOS (2007, p.2) la contaminación sonora es la “es el conjunto de sonidos ambientales nocivos que recibe el oído, por estas características es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos tanto fisiológicos y psicológicos”.

I.3.2.6. Medición de ruido ambiental

Para utilizar equipos de medición y evaluación del nivel de ruido ambiental, se seguirá de acuerdo a la norma del Decreto supremo N° 085 – 2003-PCM.

El nivel acústico ambiental radicara del resultado de las mediciones tomadas de los generadores de ruido en un tiempo determinado con respecto a las características técnicas, teniendo como resultado todos los niveles de ruido del momento. Que se denomina Nivel Sonoro Continuo Equivalente, en unidades de decibeles y en ponderación A (dB), y en el mismo intervalo de tiempo (T).

Este nivel sonoro continuo equivalente permitirá ser usado para comparar de acuerdo con la zona y el horario que se encuentra en el reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido mediante el Decreto Supremo N° 085–2003-PCM.

Según los autores JÁCOME, María Y JÁCOME, María A. (2013) la medición del ruido, se considera antes de todo el certificado de calibración, verificar la operatividad y los materiales

complementarios, después de contar con los aspectos mencionados anteriormente, se ubica el punto y se instala el trípode y se coloca el sonómetro como mínimo a una altura de 1.5 metros sobre el nivel del piso, grado de 45° de inclinación, filtro de ponderación de tipo A y una distancia de la fuente a partir de 2 metros, y a 3 metros como mínimo de cualquier tipo de interferencias (paredes u otros similares).

I.3.2.7. **Sonómetro**

Para SEXTO (2007) un sonómetro es “El sonómetro es un equipo que permite cuantificar objetivamente el nivel de presión sonora. En esencia se compone de un elemento sensor primario(micrófono), circuitos de conversión, manipulación y transmisión de variables (módulo de procesamiento electrónico) y un elemento de presentación o unidad de lectura”.

Según HERNANDEZ (2009, P.16) "Un sonómetro se puede definir como un dispositivo diseñado para medir el nivel de presión sonora, el cual está constituido de tres secciones principales: micrófono, amplificador e indicador del nivel de potencia”.

I.3.2.8. **Atenuación acústica**

La atenuación acústica o pérdida por inserción: se define como "la diferencia, en decibelios, entre dos niveles de presión sonora (SPL), que se miden en el mismo punto en el espacio antes y después de insertar un objeto entre el punto de medición y la fuente de ruido (Wong et al, 2010). Por lo tanto, "antes de insertar un objeto" se refiere a la pared de control después de insertar una barrera de diseño. Su diferencia en SPL es la pérdida de inserción debido a la adición de un sistema de barrera de diseño (WONG, N et al. (2010)).

$$IL_{pantalla} = L_p \text{ antes} - L_p \text{ despues}$$

Figura 2.- Formula de la atenuación acústica

Para OLMOS (2002) “la atenuación que proporciona una barrera, denominada pérdida por inserción, es la disminución del nivel de presión sonora en el punto o zona considerada por

la interposición de la barrera, respecto al nivel existente antes de su instalación, siendo sus valores habitualmente positivos para la emisión de ruido aleatorio”.

I.3.2.9. **Área foliar**

Para WARNOCK (2006, p.3) “es bien conocido que la magnitud del $\dot{A}F$ define la capacidad de la cubierta vegetal para interceptar la radiación fotosintéticamente activa (RFA), la cual es la fuente primaria de energía utilizada por las plantas para la fabricación de tejidos y elaboración de compuestos alimenticios.

Los fisiólogos vegetales, los biólogos y los agrónomos dieron a conocer la importancia del área foliar en la estimación de crecimiento vegetal, en la determinación de etapas fenológicas, en cálculo del potencial de rendimiento biológico y agronómico, en la determinación del uso eficiente de la radiación solar, como también en el cálculo del uso eficiente del agua y de la nutrición mineral (SONNENTAG et al. (2008).

I.3.2.10. ***Aptenia cordifolia***

Nombre común roció, es una planta ornamental originaria del sur de África y cuya distribución secundaria se da en Perú, EE. UU y la península ibérica. Su habitat son sitios perturbados, márgenes de las cosas en lugares húmedos, esta especie es reconocible porque presentar muchas ramificaciones los tallos pueden llegar a medir hasta 60 centímetros postrados o colgantes, al ser una planta suculenta sus hojas están engrosadas porque almacenan agua y tienen una forma plana y peciolada de 1 a 3 centímetros con forma de corazón (VIBRANS, 2009)

I.3.2.11. ***Jacobaea marítima***

De la familia Asteraceae y cuyo nombre común es Dusty Miller o cenicienta esta especie está presente en Perú y el noreste de Asia es un tipo de planta perenne. Su habitat son lugares clima templado semicálido, esta especie es reconocible por tener sus hojas y tallos aterciopelados. Las hojas son alternas, con lóbulos divididos blanquecinos por el envés y verdes por el haz (VIVERO CHACLACAYO, 2018).

I.3.2.12. Normativa ambiental

Según el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de calidad Ambiental para el ruido, que tiene como objetivo primordial proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. Por ende, en el capítulo 1, artículo 4 representa a los estándares de calidad ambiental, que establece el nivel de exposición del ruido ambiental, por ello se considera como un parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A ($L_{Aeq,T}$) y su aplicación en 4 zonas y dos horarios que se muestra en la figura 4 - Valores de los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido.

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN L_{AeqT}	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: Decreto supremo N° 085-2003-PCM

Figura 3.-Valores de los Estándares de calidad Ambiental para Ruido.

I.4. Formulación del problema

I.4.1. Problema general:

- ¿Cuánto será la reducción de ruido mediante la implementación de barreras vegetales *Jacobaea marítima* y *Aptenia cordifolia* en condiciones controladas - Lima 2018?

I.4.2. Problemas específicos:

- ¿Cómo las características de las barreras vegetales influyen en la reducción del ruido?
- ¿Cómo las características de la especie *Jacobaea marítima* influyen en la reducción del ruido?

- ¿Cómo las características de la especie *Aptenia Cordifolia* influyen en la reducción del ruido?
- ¿Cómo las características de ambas especies influyen la reducción del ruido?

I.5. Justificación del estudio

I.5.1. Aspecto ambiental

Estas barreras vegetales son amigables con el medio ambiente ya que fueron construidas con materiales reutilizables como las botellas de plástico que sirvieron de recipientes para las plantas y con materiales biodegradables como la madera que se usó en toda la estructura por último al estar estas barreras cubiertas por plantas estas actúan como secuestradores de carbono contribuyendo así con la reducción del dióxido de carbono.

I.5.2. Relevancia social

Las personas serán los principales beneficiados ya que si se demuestra que pueden reducir el ruido al ser implementadas generarían que los problemas auditivos y de stress en las personas que tanto les aqueja disminuyan, las barreras vegetales también son embellecedoras de lugares ya que al estar compuestas por plantas generan un paisaje más acogedor que entra en contraste con la imagen caótica de la urbe.

I.5.3. Justificación económica

La implementación de las barreras vegetales es económicamente mucho más rentable que otros métodos de mitigación acústica como cristales de sonido o vidrios acústicos debido a que los costos para su construcción e instalación son menores.

I.5.4. Aporte teórico

La presente investigación busca que la contaminación sonora no sea un tema irrelevante y efímero es por ello que es necesario que se investiguen nuevas alternativas de mitigación de ruido, que sean ecológicas y sostenibles como este trabajo generando así una base de datos para futuras investigaciones.

I.6. Hipótesis

I.6.1. Hipótesis General

La reducción del ruido con la barrera de la especie *Aptenia cordifolia* será mayor que con la barrera de la especie *Jacobaea marítima* en condiciones controladas - Lima 2018.

I.6.2. Hipótesis Específicas

- Las características de las barreras vegetales aumentan la reducción del ruido en condiciones controladas, Lima 2018.
- Las características de la especie *Jacobaea marítima* mejoran la reducción del ruido en condiciones controladas, Lima 2018.
- Las características de la especie *Aptenia cordifolia* mejoran la reducción del ruido en condiciones controladas, Lima 2018.
- Las características de ambas especies son más eficientes que las características de la especie *Aptenia cordifolia* para la reducción del ruido en condiciones controladas, Lima 2018.

I.7. Objetivos

I.7.1. Objetivo General

- Evaluar la reducción del ruido mediante las barreras vegetales *Jacobaea marítima* y *Aptenia cordifolia* en condiciones controladas – Lima 2018

I.7.2. Objetivos específicos

- Determinar si las características de las barreras vegetales aumentan la reducción del ruido en condiciones controladas – Lima 2018.

- Determinar si las características de la especie *Jacobaea marítima* mejoran la reducción de ruido en condiciones controladas – Lima 2018.
- Determinar si las características de la especie *Aptenia cordifolia* mejoran la reducción del ruido en condiciones controladas – Lima 2018.
- Determinar si las características de ambas especies son más eficientes que las características de la especie *Aptenia cordifolia* en la reducción del ruido en condiciones controladas – Lima 2018.

II. MÉTODO

II.1. Diseño de investigación

El tipo de investigación según su naturaleza es cuantitativo, continuo ya que mediante la obtención de datos se puede confirmar las hipótesis, basándonos en la medición y el análisis estadístico como menciona HERNANDEZ et al. (2014, p.4) “[...] el enfoque cuantitativo comienza por una idea que una vez delimitada, da lugar a objetivos, preguntas de investigación, revisión de literatura y construcción del marco teórico. Así mismo de las interrogantes se establecen las hipótesis y las variables, luego se traza un diseño para probarlas, se miden en un determinado contexto las variables, se analizan las mediciones usando métodos estadísticos y se generan conclusiones con relación a la o las hipótesis

El nivel de investigación es de tipo explicativo como menciona HERNANDEZ, M (2012) “es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo” esto quiere decir que en esta investigación se buscara responder las causas físicas y fenómenos que afectan al nivel de ruido.

El diseño de la investigación es experimental como menciona HERNANDEZ et al. (2014, p.127) que en esta investigación “En este diseño se aplican estímulos” los estímulos serán las barreras vegetales, el subtipo de la investigación es pre experimental debido a que se modificó el espacio comprendido entre la fuente de sonido y el receptor. Estas acciones tienen como finalidad obtener información antes y después de modificar la variable “Reducción de ruido”.

II.2. Variables y operacionalización

Título: “Reducción del ruido mediante barreras vegetales con las especies *Jacobaea maritima* y *Aptenia cordifolia* en condiciones controladas – Lima 2018”

Tabla 1.- Matriz de operacionalización

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA						
Barreras vegetales	Según Abu-Baker, Diana. (2017), manifiesta que " barrera de ruido vegetales son modulares y se componen de un medio de cultivo recubierto que se coloca sobre la superficie de la barrera".	Para la elaboración de las barreras vegetales se usaron como armazón madera de pino y tableros OSB, luego se le instalaron garruchas en la parte inferior para un mejor traslado, posterior a ello se colocaron las plantas y el sustrato en botellas de PVC, se fabricaron tres barreras.	Características de las barreras	Ancho	cm						
				Altura	cm						
				Largo	cm						
			Características de la especie <i>Jacobaea marítima</i>	Atenuación acústica	dBA						
				Numero de hojas	und						
				Atenuación acústica	dBA						
			Características de la especie <i>Aptenia cordifolia</i>	Área foliar	m ²						
				Numero de hojas	und						
				Atenuación acústica	dBA						
			Características de ambas especies	Área foliar	m ²						
Numero de hojas	und										
Atenuación acústica	dBA										
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA						
						Reducción de ruido	según , OEFA (2016), manifiesta que el ruido es "es el sonido no deseado que genera molestia, perjudica o afecta la salud de las personas".	Los valores de reducción de ruido serán obtenidos en función de la Intensidad del ruido y su tiempo de exposición con las barreras vegetales; estos datos serán obtenidos mediante el uso de un equipo de medición de ruido (Sonómetro).	Exposición	Tiempo	Segundos
									Intensidad de ruido antes	Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación (A)	LAeqt
									Intensidad de ruido después	Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación (A)	LAeqt

Fuente: Elaboración Propia

II.3. Población y muestra

II.3.1. Población

Esta investigación por su diseño y naturaleza no se aplica el concepto de población, debido a que se realizó la experimentación en una sala de ensayos en condiciones controladas.

II.3.2. Muestra

En esta investigación la muestra es el ruido que fue generada desde un reproductor de audio en una sala de ensayos la cual estaba acondicionada con placas antifoneras para que no ingrese ni salga ruido en donde se llevaron a cabo las pruebas experimentales con las barreras vegetales; las dimensiones de la sala de ensayos son 2.60 metros de alto por 3.20 metros de ancho y 4.50 metros de largo.

II.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis en la presente investigación será el ruido propagado de forma continua a 90 dBA.

II.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

II.4.1. Técnica

La técnica que se empleó en la presente investigación es la de observación directa, ya que los datos se obtuvieron en la sala de ensayos a través de diversos formatos de monitoreo, posteriormente los resultados fueron analizados.

II.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos usados en la presente investigación y los cuales se adjuntan en el anexo 3, anexo 4 y anexo 5, son:

- **Características de la especie vegetal:** Se toma registro cuantitativamente las

características de las dos especies vegetales.

- **Características de la barrera vegetal:** Se registra cuantitativamente todas las características de las tres barreras vegetales que se utilizaran en las cuatro repeticiones.
- **Medición de ruido:** Se registra las mediciones de ruido en las condiciones controladas.

II.4.3. Validez y confiabilidad

La validez de los instrumentos fue realizada mediante la validación por 3 expertos en el tema, luego dichas fichas de validación fueron sometidas a la evaluación de fiabilidad de alfa de Cronbach.

Estadística de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	Nº de elementos
0,932	10

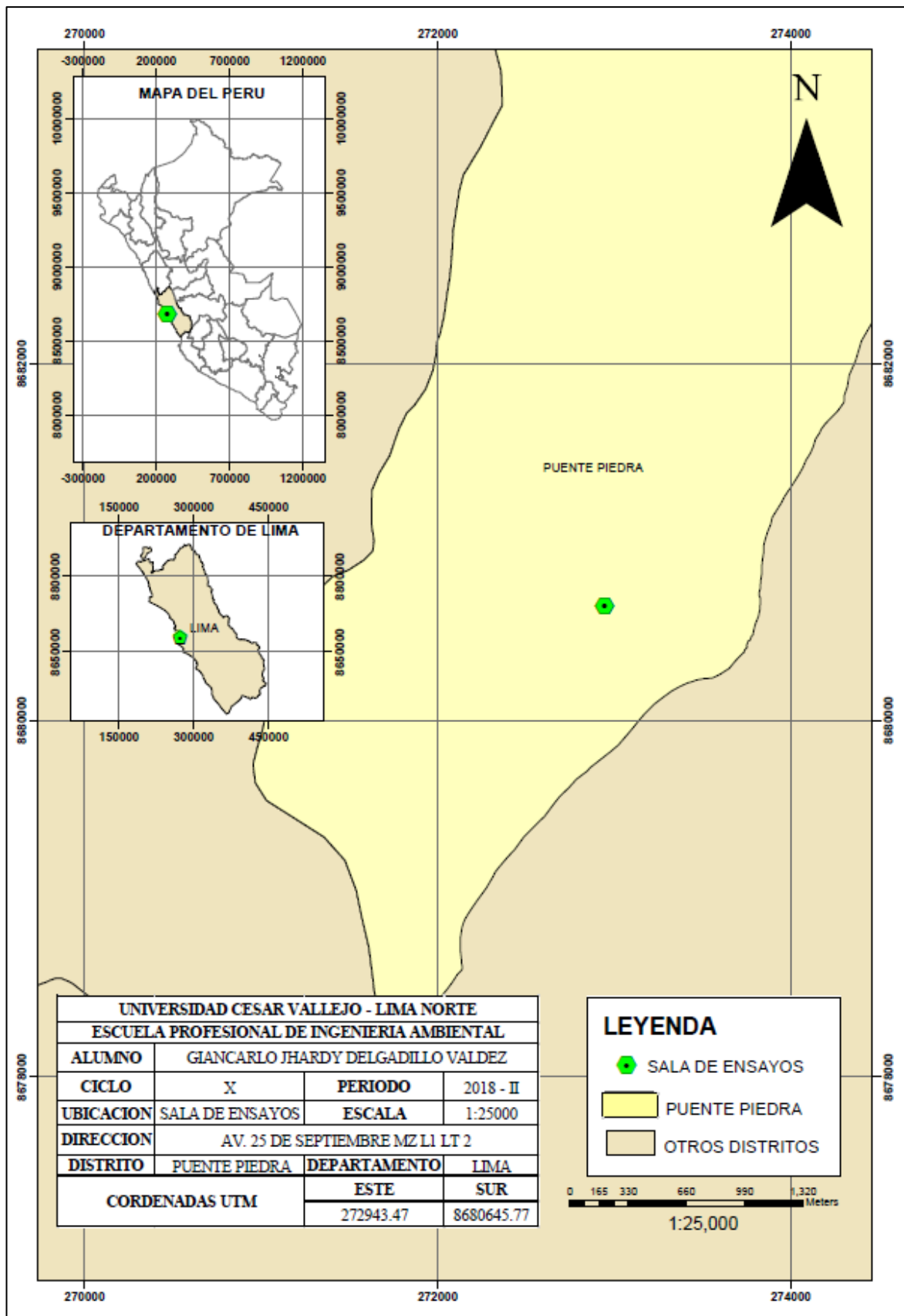
FUENTE: SPSS V.24

El valor del alfa de Cronbach fue de 0.932 lo cual asegura la fiabilidad de los instrumentos en el presente trabajo de investigación.

II.4.4. Metodología del experimento

II.4.4.1. Ubicación del experimento

Para la presente investigación el lugar donde se realizaron las pruebas fue en un ambiente que cumple con la condición primordial que es la de estar libre ruido, por ello se realizó en una sala de ensayos la cual está ubicada en la AV. 25 de septiembre, manzana L1 lote 2 urbanización Jardines de Shangrilla distrito Puente Piedra, las coordenadas están detalladas en la figura 5.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.- Mapa de ubicación de la sala de ensayos

II.4.4.2. **Duración del experimento**

El tiempo que duro todo el experimento fue de 4 meses.

Inicio: Julio - 2018

Termino: Noviembre - 2018

II.4.4.3. **Tratamientos**

Los tratamientos para la presente investigación fueron 4 los cuales se detallarán a continuación:

Barrera 1 (B1): Barrera sin cobertura vegetal en esta se buscó obtener el valor de atenuación acústica solo de la estructura de madera.

Barrera 2 (B2): Barrera con cobertura vegetal de la especie *Jacobaea marítima*; en esta se buscó obtener el valor de atenuación acústica de la barrera vegetal.

Barrera 3 (B3): Barrera con cobertura vegetal de las especies *Jacobaea marítima* y *Aptenia cordifolia*; en esta se buscó obtener el valor de atenuación acústica de la barrera vegetal.

Barrera 4 (B4): Barrera con cobertura vegetal de la especie *Aptenia cordifolia* en esta se buscó obtener el valor de atenuación acústica de la barrera vegetal.

II.4.4.4. **Materiales y equipos**

Materiales: Hoja de toma de datos.

6 planchas OSB (oriented strand board, o tablero de virutas orientadas).

339 botellas de PVC.

Sustrato (aserrín en descomposición, Basacote plus).

339 almácigos de las especies que se usaron.

Madera de pino.

Tornillos.

Equipos: Taladro

Sonómetro

Reproductor de música

Trípode

Laptop
Cámara fotográfica

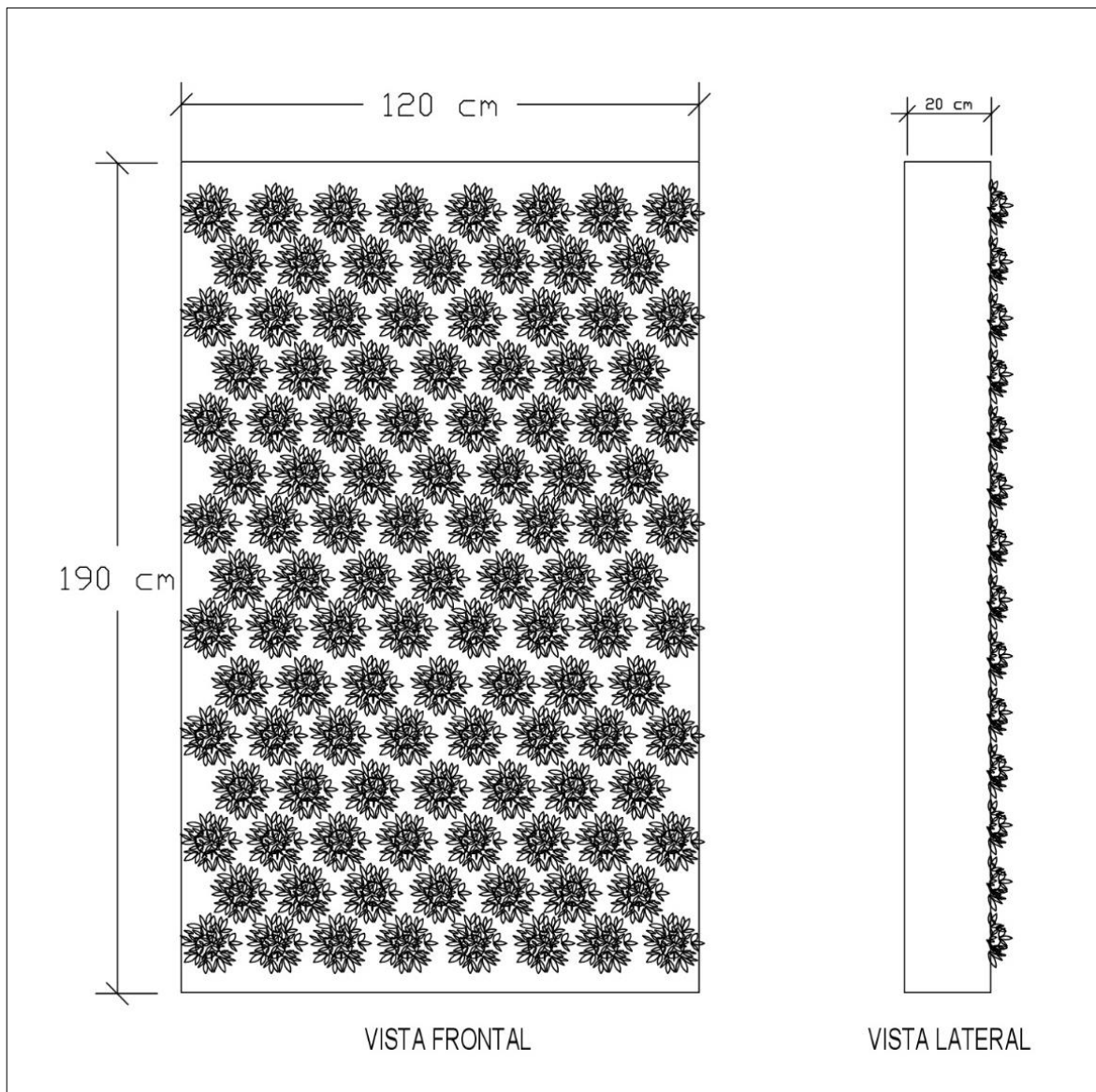
II.4.4.5. **Procedimiento**

II.4.4.5.1. **Recopilación de almácigos**

Para la presente investigación se vio conveniente comprar todas las plantas en almácigos para así poder realizar el trasplante en los contenedores (botellas de PVC) de forma más sencilla, posteriormente se realizó la propagación por esquejes de ambas especies, de esta manera se buscó asegurar que siempre se tengan plantas de reserva ante cualquier eventualidad.

II.4.4.5.2. **Construcción de la estructura de la barrera vegetal**

Para la construcción de la estructura primero se realizó la construcción del armazón de madera luego se usaron 6 planchas de OSB (oriented strand board, o tablero de virutas orientadas) las cuales fueron escogidas por su durabilidad e impermeabilidad, posteriormente a 3 planchas se les realizaron 113 orificios con ayuda de una taladro con broca tipo copa ; por otro lado las 3 planchas sobrantes se usaron como cubiertas posteriores de las barreras, todas las planchas de OSB fueron atornilladas al armazón de madera como paso final se instalaron a las tres barreras en la parte inferior 12 garruchas para que se pueda realizar el traslado de estas de forma las fácil; todas las dimensiones de las barreras se muestran en la figura 5.



FUENTE: Elaboración propia

Figura 5.- Medidas de la barrera vegetal

II.4.4.5.3. Sembrado de las plantas en la barrera vegetal

Los almácigos se trasplantaron en botellas de PVC recicladas cuyo sustrato era una mezcla de aserrín en descomposición y Basacote Plus el cual aportaba todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas una vez que se realizó el trasplante se procedió con la colocación de las botellas en todos los orificios de las barreras vegetales (ver figura 6); llegando así a colocar un total de 339 plantas distribuidas en las tres barreras de forma equitativa.



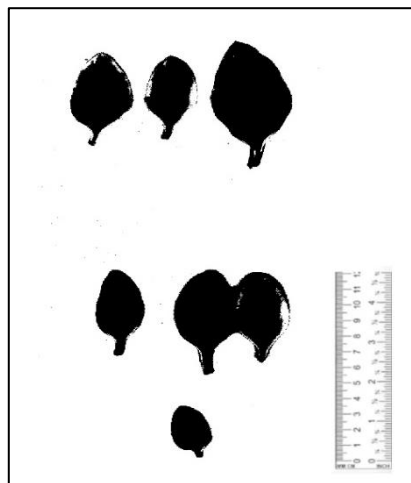
FUENTE: Elaboración propia

Figura 6.- Sembrado de las plantas en la barrera vegetal

II.4.4.5.4. Control del crecimiento de la cobertura vegetal

Para la obtención de estos datos se usaron las fichas de observación “características de la especie vegetal” (ver anexo 02), estas fichas se llenaron semanalmente por un periodo de 4 semanas; en el ítem “Numero de hojas” se procedió a realizar el conteo de todas las hojas de las tres barreras, por ultimo para poder hallar el área foliar se usó el software ImageJ el cual funciona mediante el análisis digital de imagen, los pasos que se realizaron fueron los siguientes:

PASO 1: Se escanearon todas las hojas de una planta y se incluyó una referencia numérica (ver figura 7).



FUENTE: Elaboración propia

Figura 7.- Hojas escaneadas

PASO 2: Se tiene que primero definir la escala usando como referencia la regla escaneada, posteriormente se tiene que ajustar los parámetros de la imagen usando 8 bits.

PASO 3: Se utiliza la herramienta “analizar” del software para calcular el área de cada hoja una vez realizado ese paso se procedió a calcular el área todas de todas las hojas para de esta forma obtener el área foliar total de la planta.

PASO 4: Finalmente los datos obtenidos que están en centímetros cuadrados se proceden a realizar la conversión a metros cuadrados, cabe resaltar que todos estos pasos se realizaron para cada planta de las 3 barreras vegetales.

II.4.4.5.5. Monitoreo de ruido

Para la presente investigación todos los datos que se desean obtener se desarrollaron en una sala de ensayos cuya característica principal es la de ser un ambiente libre de ruido.

Estos fueron los pasos que se realizaron durante el experimento:

PASO 1: Para la instalación del sonómetro se realizó de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 854.001-2012, instalando el equipo del sonómetro a una altura 1.5 metros sobre el nivel del piso y en una superficie plana.



FUENTE: Elaboración propia

Figura 8.- Instalación del sonómetro

PASO 2: Para el monitoreo de ruido se colocó el reproductor de música a un metro de distancia del sonómetro y este a su vez se encontraba a un metro de distancia de la barrera vegetal; se reprodujo un sonido continuo de 90 dBA en cuatro repeticiones de 2 minutos cada una; todo el experimento se realizó cada seis días durante cuatro semanas de esta manera se pudo tomar nota del cambio de resultados a lo largo de todo el crecimiento de las especies vegetales, estos pasos se repitieron para las 3 barreras con la cobertura de las especies vegetales también se procedió a realizar el monitoreo de ruido con la barrera sin cobertura vegetal, todos los datos se anotaron en la ficha de observación “Medición de ruido” (ver anexo 04).



FUENTE: Elaboración propia

Figura 9.- Monitoreo de ruido

II.4.4.5.6. Cálculo de la atenuación acústica de las especies vegetales y la estructura de la barrera

Una vez que se obtuvieron los datos de medición de ruido se procedió a calcular la atenuación acústica mediante la diferencia entre el ruido propagado de 90 dBA y el nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A (L_{AeqT}) obtenido por el sonómetro.

Para obtener la atenuación acústica de las especies vegetales se obtuvo mediante la diferencia entre el resultado de la atenuación acústica de cada barrera y la atenuación acústica solo de la estructura; todos los resultados fueron reportados en la ficha de observación de características de la estructura de las barreras y características de las especies (ver anexo 4).

II.4.4.6. Parámetros a evaluar

- Numero de hojas
- Área foliar, con ayuda el software Image J
- Atenuación acústica

II.5. Método de análisis de datos

El experimento se llevó a cabo bajo el diseño cuadrado latino (DCL) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, el diseño cuadrado latino fue:

$$Y_{ij(k)} = \mu + F_i + C_j + \tau_{(k)} + error_{ij(k)} \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n$$

μ =efecto medio (parámetro modelo)

F_i =efecto de la fila i

C_j =efecto de la columna j

$\tau_{(k)}$ =efecto del tratamiento k

$error_{ij(k)}$ =error experimental de la u.e. i,j

$Y_{ij(k)}$ =Observación en la unidad experimental

El subíndice (k) indica que tratamiento k fue aplicado en la u.e.

El modelo está compuesto por n^2 ecuaciones, una para cada observación

El diseño experimental fue distribuido de la siguiente manera:

	B1	B2	B3	B4
R1	X	X	X	X
R2	X	X	X	X
R3	X	X	X	X
R4	X	X	X	X

B1= Barrera sin cobertura

B2= Barrera vegetal con la especie *jacobaea maritima*

B3= Barrera vegetal con ambas especies

B4= Barrera vegetal con la especie *Aptenia cordifolia*

R= Repeticiones en un determinado tiempo

Las medias fueron evaluadas mediante la prueba de contraste de Tukey, se evaluó usando el software SAS; para los cuadros o gráficos se usará el software Excel.

II.6. Aspectos éticos

Como futuro profesional me comprometo a respetar la veracidad de todos los datos obtenidos, el cual incluye todo material bibliográfico tomado como referencia para el desarrollo de esta investigación; así como seguir mi compromiso con el cuidado del medio ambiente buscando siempre nuevas tecnologías eco amigables como, el presente trabajo, para disminuir los distintos de problemas ambientales.

III. RESULTADOS

III.1. Pruebas de medición de ruido

Los resultados que se observan en la tabla 2 se obtuvieron mediante el procedimiento que se detalló en el capítulo 2.4.4.5.5 monitoreo de ruido en el cual detalla todos los pasos que se siguieron y para el caso de la atenuación acústica se siguieron los pasos del capítulo 2.4.4.5.6. cálculo de la atenuación acústica de las especies vegetales y la estructura de la barrera.

En la barrera 1 sin cobertura vegetal por medio del fenómeno de difracción del sonido se obtuvo un promedio máximo de 84.9 dBA y un promedio mínimo de 83.1 dBA, también se obtuvo una atenuación acústica promedio máxima de 6.9 dBA (ver gráfico 1).

En la barrera 2 la cual tuvo una cobertura vegetal con la especie *Jacobaea marítima* se obtuvo un promedio máximo de 82.5 dBA y un promedio mínimo de 80 dBA; por otra parte, se obtuvo una atenuación acústica promedio máximo de 10 dBA (ver gráfico 2).

En la barrera 3 que tuvo por cobertura vegetal ambas especies se obtuvo un promedio máximo de 78.5 dBA y un promedio mínimo de 78 dBA, además se obtuvo la atenuación acústica promedio máxima de 12 dBA (ver gráfico 3).

En la barrera 4 la cual tuvo una cobertura vegetal con la especie *Aptenia cordifolia* se obtuvo un promedio máximo de 77 dBA y un promedio mínimo de 75.9 dBA, también se obtuvo la atenuación acústica promedio máxima de 14.1 dBA (ver gráfico 4).

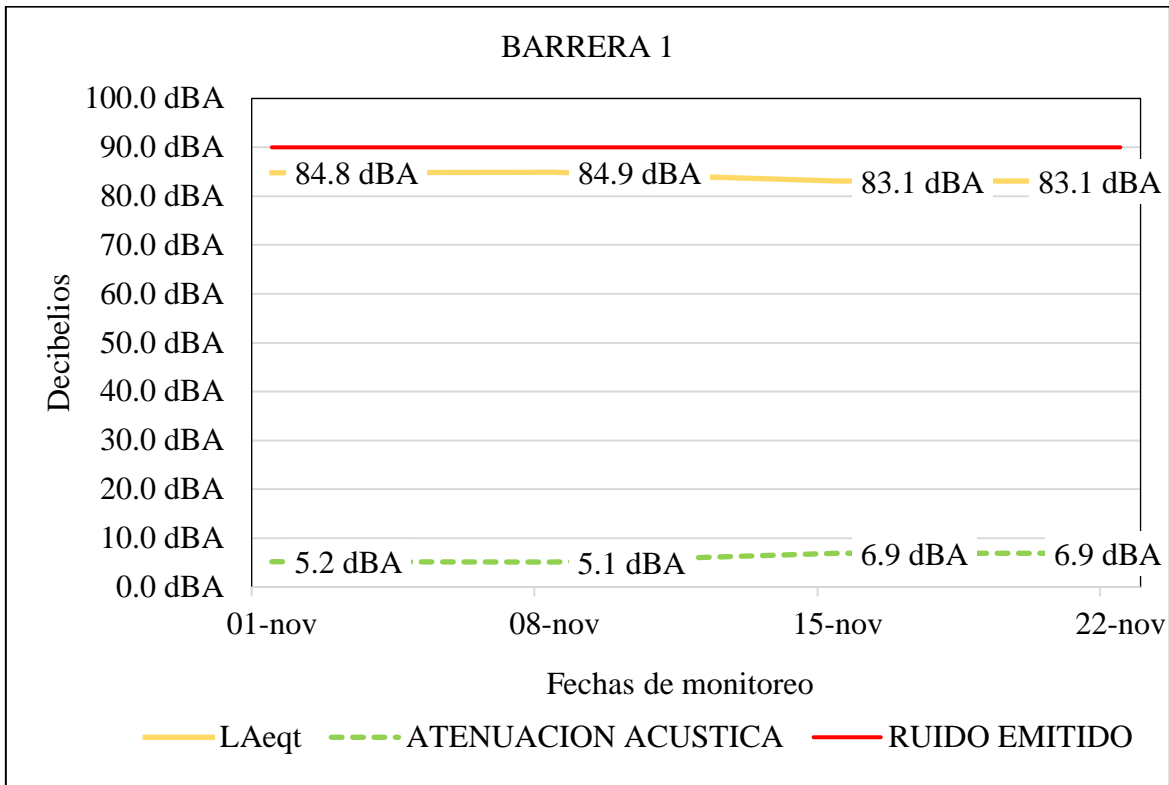
Tabla 2.- Resultados de la prueba de monitoreo de ruido

MONITOREO DE RUIDO												
FECHAS	BARRERA 1						BARRERA 2					
	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO Y VARIANZA	ATENUACION ACUSTICA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO Y VARIANZA	ATENUACION ACUSTICA
01-nov	84.7 dBA	85.3 dBA	83.8 dBA	85.2 dBA	84.8 ± 0.47	5.2 dBA	82.2 dBA	83.5 dBA	81.6 dBA	82.5 dBA	82.5 ± 0.63	7.5 dBA
08-nov	85.3 dBA	84.9 dBA	84.2 dBA	85.1 dBA	84.9 ± 0.23	5.1 dBA	81.5 dBA	82.4 dBA	82.3 dBA	81.9 dBA	82 ± 0.17	8.0 dBA
15-nov	83.1 dBA	82.2 dBA	83.1 dBA	83.8 dBA	83.1 ± 0.43	6.9 dBA	80.1 dBA	81.2 dBA	80.7 dBA	81.1 dBA	80.8 ± 0.25	9.2 dBA
22-nov	83.1 dBA	82.2 dBA	83.1 dBA	83.8 dBA	83.1 ± 0.43	6.9 dBA	80.1 dBA	80.6 dBA	79.9 dBA	79.4 dBA	80 ± 0.25	10.0 dBA
FECHAS	BARRERA 3						BARRERA 4					
	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO Y VARIANZA	ATENUACION ACUSTICA	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO Y VARIANZA	ATENUACION ACUSTICA
01-nov	79.7 dBA	78.4 dBA	77.7 dBA	78.1 dBA	78.5 ± 0.75	11.5 dBA	76.8 dBA	77.2 dBA	75.2 dBA	78.2 dBA	76.9 ± 1.56	13.1 dBA
08-nov	78.7 dBA	78.9 dBA	77.6 dBA	77.4 dBA	78.3 ± 0.58	11.7 dBA	77.9 dBA	74.8 dBA	75.2 dBA	76.4 dBA	76.1 ± 1.94	13.9 dBA
15-nov	78.5 dBA	78.6 dBA	77.9 dBA	77.4 dBA	78.1 ± 0.31	11.9 dBA	75.4 dBA	76.1 dBA	75.9 dBA	76.1 dBA	75.9 ± 0.11	14.1 dBA
22-nov	77.9 dBA	78.1 dBA	77.8 dBA	78.1 dBA	78 ± 00.2	12.0 dBA	76.4 dBA	76.9 dBA	77.8 dBA	76.8 dBA	77 ± 0.35	13.0 dBA

FUENTE: Elaboración propia

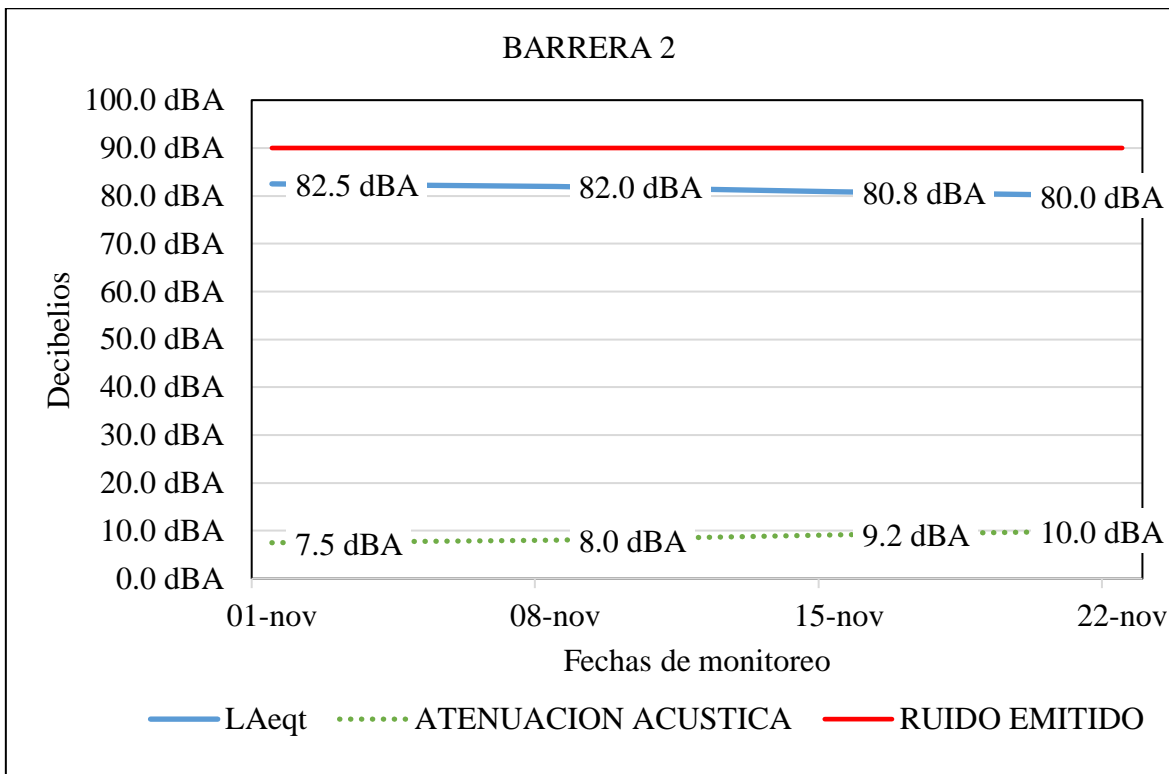
R = Repeticiones (02 minutos)	B1 = Barrera sin cobertura	B2 = Barrera <i>Jacobaea maritima</i>
B3 = Barrera con ambas especies	B4 = Barrera <i>Aptenia cordifolia</i>	

Gráfico 1.- Resultados de la barrera 1



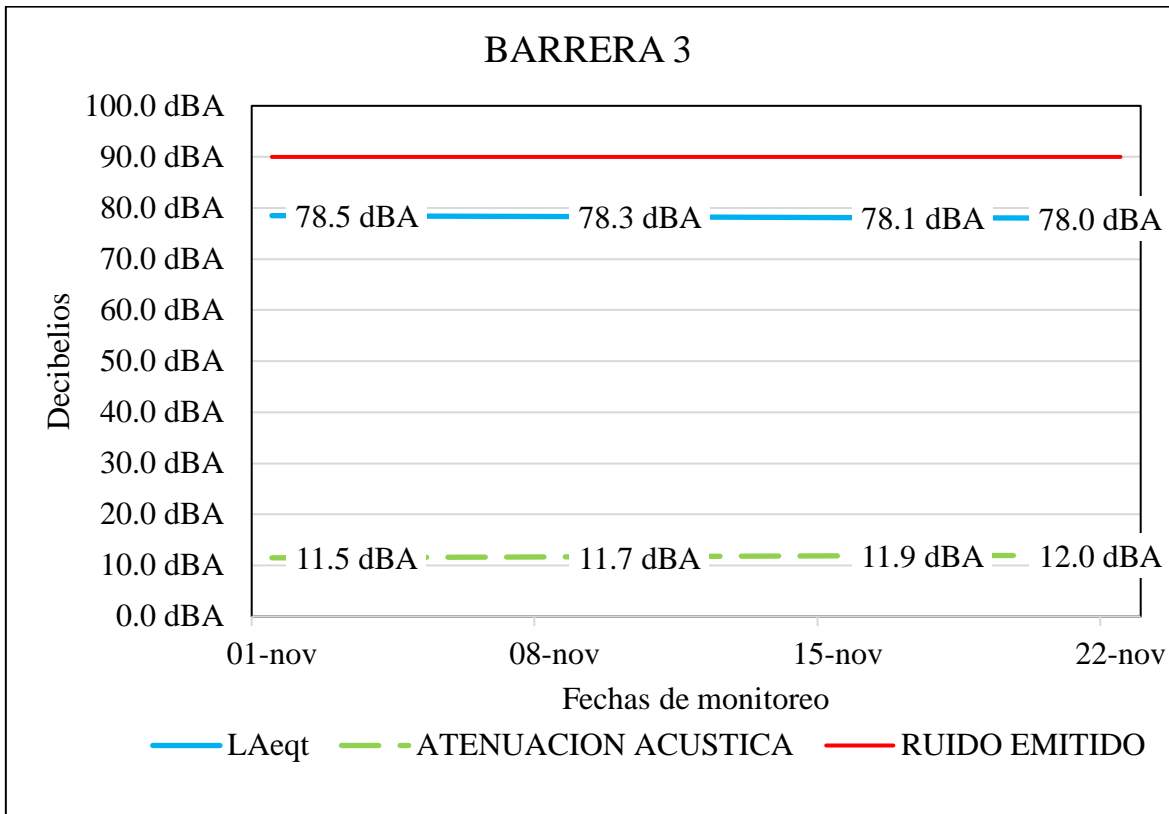
FUENTE: Elaboración propia

Gráfico 2.- Resultados de la barrera 2



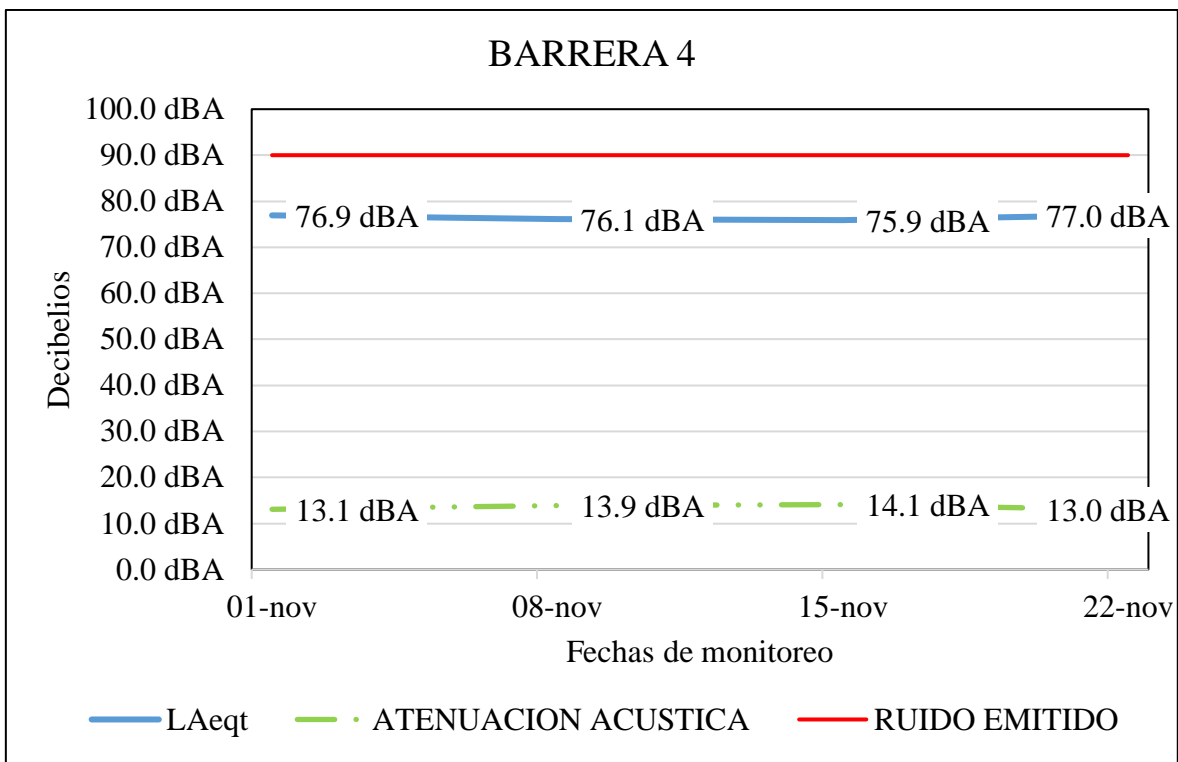
FUENTE: Elaboración propia

Gráfico 3.- Resultados de la barrera 3



FUENTE: Elaboración propia

Gráfico 4.- Resultados barrera 4



FUENTE: Elaboración propia

III.2. Control de crecimiento de las especies vegetales y obtención de atenuación acústica de las especies vegetales

Los resultados que se observan en la tabla 3,4 y 5 fueron el resultado del procedimiento que se detalló en el capítulo 2.4.4.5.4. ítem “control de crecimiento de la cobertura vegetal “en el cual detalla todos los pasos que se siguieron.

Como se observa en la tabla 3 la cual nos detalla a lo largo del tiempo el cambio de las características de la especie *Aptenia cordifolia* la cual fue usada como cobertura vegetal de la barrera 4; se empezó con el conteo del número de hojas el día 01 de noviembre y se contabilizaron 5491 hojas y al culminar el control de crecimiento el día 22 de noviembre se contabilizaron 5947 hojas (ver gráfico 5).

En la obtención del área foliar a lo largo del tiempo de desarrollo de la especie *Aptenia cordifolia* se obtuvo un resultado mínimo de 1.6 m² el día 01 de noviembre y un resultado máximo de 1.72 m² el día 22 de noviembre (ver gráfico 6).

La atenuación acústica de la especie *Aptenia cordifolia* tuvo como resultado mínimo 7.4 dBA y un máximo de 8.8 dBA los días 01 de noviembre y 22 de noviembre respectivamente (ver gráfico 7).

Tabla 3.- Características de la especie *Aptenia cordifolia*

<i>Aptenia cordifolia</i> usada en la barrera 4				
FECHAS	N° de plantas	N° de hojas	Área foliar (m ²)	Atenuación acústica
01-nov	113	5491	1.6	7.4 dBA
08-nov		5683	1.65	7.6 dBA
15-nov		5871	1.69	8.1 dBA
22-nov		5947	1.72	8.8 dBA

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4 la cual nos detalla a lo largo del tiempo el cambio en las características de la especie *Jacobaea marítima* la cual fue usada en la barrera 2; se comenzó con el conteo del número de hojas el día 01 de noviembre y se contabilizaron 1478 hojas y al culminar el control de crecimiento el día 22 de noviembre se contabilizo 1521 hojas (ver gráfico 5).

El área foliar a lo largo del tiempo de desarrollo de la especie *Jacobaea marítima* llego a obtener un resultado mínimo de 0.875 m² el día 01 de noviembre y un resultado máximo de 0.921 m² el día 22 de noviembre (ver gráfico 6).

La atenuación acústica de la especie *Jacobaea marítima* obtuvo como resultado mínimo 2.3 dBA y un máximo de 3.1 los días 01 de noviembre y 22 de noviembre respectivamente (ver gráfico 7).

Tabla 4.- Características de la especie *Jacobaea marítima*

<i>Jacobaea marítima</i> usada en la barrera 2				
FECHAS	Nº de plantas	Nº de hojas	Área foliar (m ²)	Atenuación acústica
01-nov	113	1478	0.875	2.3 dBA
08-nov		1490	0.886	2.9 dBA
15-nov		1502	0.894	3.1 dBA
22-nov		1521	0.921	3.1 dBA

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 5 nos detalla a lo largo del tiempo el cambio en las características de las especies *Jacobaea marítima* y *Aptenia cordifolia* las cuales fueron usadas en la barrera 3; se comenzó con el conteo del número de hojas que eran 1478 el día 01 de noviembre y el día 22 de noviembre se contabilizó 1521 hojas (ver gráfico 5).

El área foliar en conjunto a lo largo del tiempo de desarrollo de las especies *Jacobaea marítima* y *Aptenia cordifolia* llegaron a obtener un resultado mínimo de 1.07 m² el día 01 de noviembre y un resultado máximo de 1.48 m² el día 22 de noviembre (ver gráfico 6).

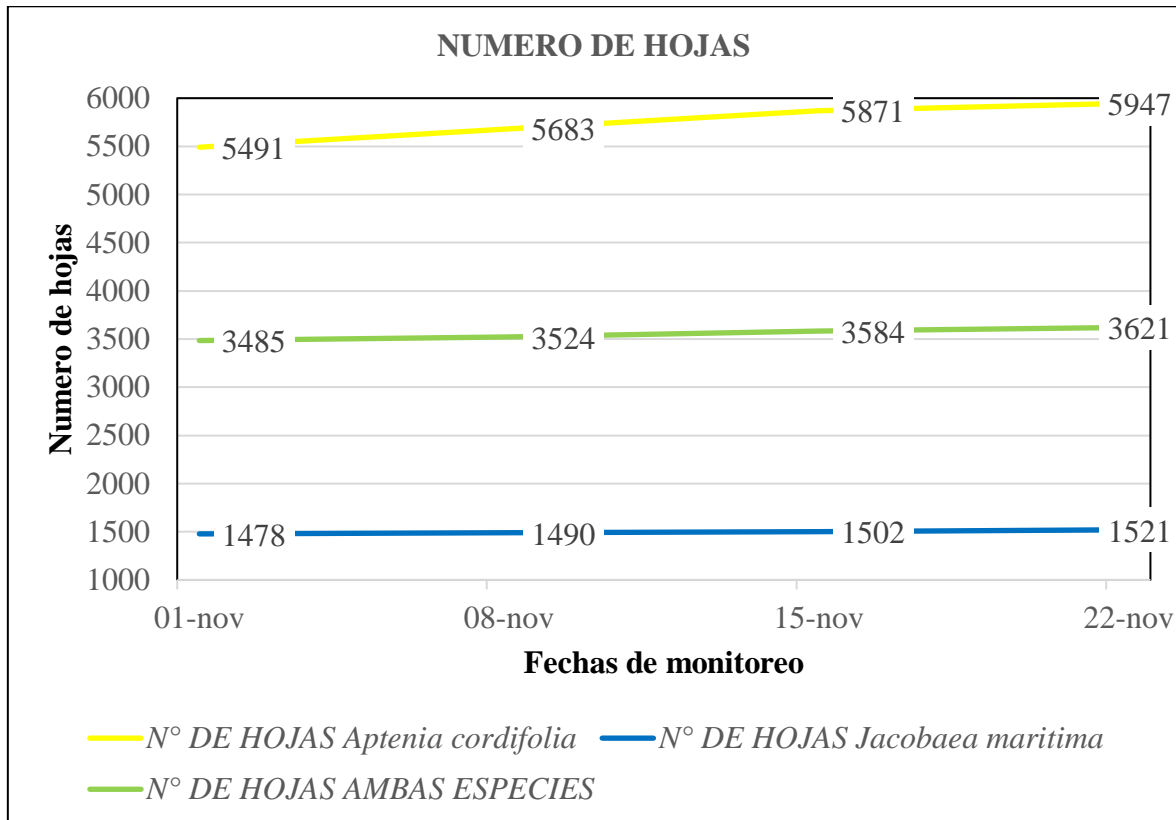
La atenuación acústica de las especies *Jacobaea marítima* y *Aptenia cordifolia* en conjunto obtuvieron un valor mínimo de 5.1 dBA y máximo de 6.6 dBA los días 01 de noviembre y 22 de noviembre respectivamente (ver gráfico 7).

Tabla 5.- Características de las especies *Jacobaea marítima* y *Aptenia cordifolia*

<i>Jacobaea marítima</i> y <i>Aptenia cordifolia</i> usada en la barrera 3				
FECHAS	N° de plantas	N° de hojas	Área foliar (m ²)	Atenuación acústica
01-nov	113	3485	1.07	5.1 dBA
08-nov		3524	1.25	5.4 dBA
15-nov		3584	1.31	5.9 dBA
22-nov		3621	1.48	6.6 dBA

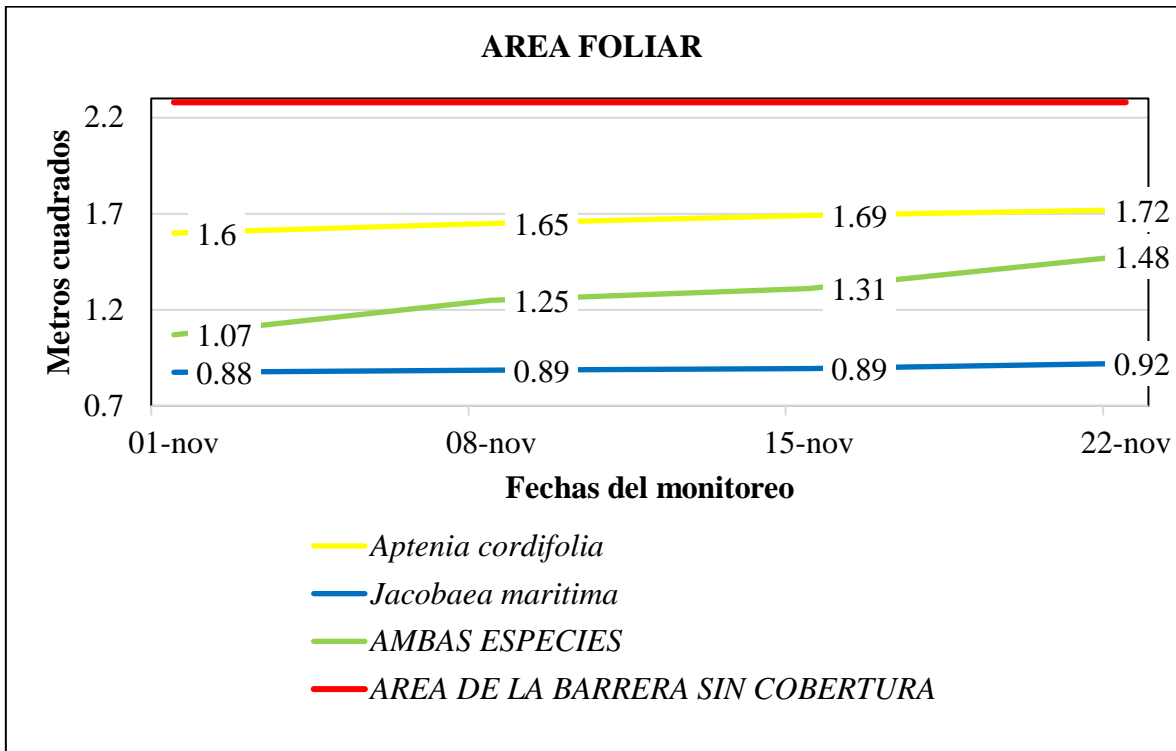
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.- Numero de hojas



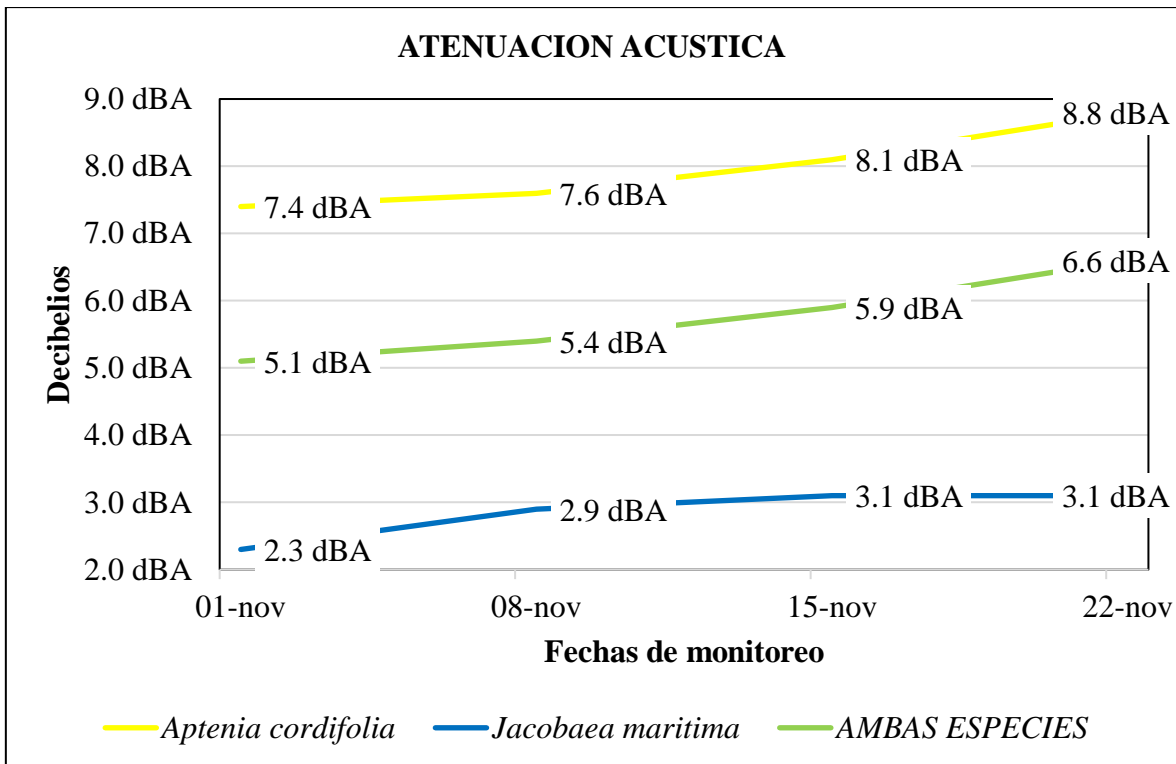
FUENTE: Elaboración propia

Gráfico 6.- Área foliar



FUENTE: Elaboración propia

Gráfico 7.-Atenuación acústica



FUENTE: Elaboración propia

III.3. PRUEBA ESTADÍSTICA

En base a los resultados de las mediciones de atenuación acústica realizadas en 4 semanas, se llevó a cabo la prueba estadística en el software SAS para comprobar que tratamiento es el más efectivo para reducir el ruido.

Tabla 6.- Prueba estadística

The GLM procedure				
Source	Sum of square	Mean Square	F Value	Pr > F
TRATA	531.843125	177.281042	Infty	<.0001
SEMA	16.785625	5.5952083	Infty	<.0001
dBa	40.725625	40.725625	Infty	<.0001
TRATA*SEMA	0	0	.	.
Model	589.354375	36.8346484	Infty	<.0001
Error	0	0	.	.
Corrected Total	589.354375	.	.	.

Fuente: SAS

Tabla 7.- Prueba de contraste de Tukey

Tukey Grouping	Mean	TRATA
A	13.56 dBA	B4
B	11.85 dBA	B3
C	8.69 dBA	B2
D	6.07 dBA	B1

B1	=	Barrera sin cobertura
B2	=	Barrera <i>Jacobaea maritima</i>
B3	=	Barrera con ambas especies
B4	=	Barrera <i>Aptenia cordifolia</i>
TRATA	=	Tratamientos
SEMA	=	Semanas
REP	=	Repeticiones

Fuente: SAS

Como se puede observar en la tabla 6 al ser todos los resultados de los tratamientos en cada una de las semanas de monitoreo diferentes entre sí y posteriormente la prueba de contraste de Tukey (tabla 7) en la cual se muestra cada uno de los resultados de los tratamientos de atenuación acústica corrobora que todos diferentes entre sí; con los datos antes mencionados se puede responder a la hipótesis general de la presente investigación “la reducción del ruido

con la barrera de la especie *Aptenia cordifolia* será mayor que con la barrera de la especie *Jacobaea marítima* en condiciones controladas” esta hipótesis se acepta porque como se observa en la tabla 7 la atenuación acústica con el tratamiento de la barrera *Aptenia cordifolia* es de 13.56 dBA y la atenuación acústica con el tratamiento de la barrera *Jacobaea marítima* es de 8.69 dBA comprobándose así que es mayor la reducción del ruido con la barrera de la especie *Aptenia cordifolia*.

Como se observa en la tabla 7 la atenuación acústica va en aumento desde la barrera 1 (sin cobertura vegetal) con 6.07 dBA hasta la barrera 4 (*Aptenia cordifolia*) con 13.56 dBA, con ello se acepta la hipótesis específica de la investigación “Las características de la barrera aumentan la reducción del ruido en condiciones controladas”.

Como se observa en la tabla 7 la atenuación acústica de la barrera *Jacobaea marítima* es de 8.69 dBA y la atenuación de la barrera sin cobertura es de 6.07 dBA con ello se puede aceptar la hipótesis específica de la investigación “Las características de la especie *Jacobaea marítima* mejoran la reducción del ruido en condiciones controladas”.

Como se observa en la tabla 7 la atenuación acústica de la barrera *Aptenia cordifolia* es de 13.85 dBA y la atenuación de la barrera sin cobertura es de 6.07 dBA con ello se puede aceptar la hipótesis de la investigación “Las características de la especie *Aptenia cordifolia* mejora la reducción de ruido en condiciones controladas”.

Como se observa en la tabla 7 la atenuación acústica de la barrera con ambas especies es de 11.8 dBA y la atenuación de la barrera *Aptenia cordifolia* es de 13.56 dBA con ello se rechaza la hipótesis específica de la investigación “Las características de ambas especies son más eficientes que las características de la especie *Aptenia cordifolia* para la reducción del ruido en condiciones controladas”.

IV. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos de las características de las barreras vegetales se determinó el ancho de las barreras 20 cm, la altura 190 cm, el largo 120 cm y la atenuación acústica de cada barrera: 6.07 dBA barrera 1 (sin cobertura vegetal), 8.69 dBA barrera 2 (cobertura *Jacobaea maritima*), 11.85 dBA barrera 3 (cobertura con ambas especies), 13.56 dBA (cobertura *Aptenia cordifolia*), podemos inferir que las barreras vegetales pueden reducir el ruido como menciona SHIMIZU et al. (2016, p.10) en su investigación para reducir el ruido en las principales vías automovilísticas de Japón, las barreras vegetales pueden reducir el ruido mediante los siguientes fenómenos del sonido la absorción y la difracción, todo esto se debe al tipo de material usado en la estructura y sus dimensiones las cuales en su investigación fueron 20 cm de ancho, 230 cm de altura y llegó a obtener una atenuación máxima de 17.3 dBA. Al comparar con los trabajos previos que obtuvieron resultados mayores como AZKORRA, Z et al. (2015), que obtuvo un índice de reducción acústica de 15 dBA y CARDENAS, J (2017) que redujo el ruido en 16 dBA, mientras que, los resultados que fueron menores fueron los de ABU-BAKER, D et al. (2017) con 6 dBA y PENG, J et al. (2014) que obtuvo una reducción de ruido entre 2 a 6 dBA.

Los resultados obtenidos de las características de las especies *Jacobaea maritima*, *Aptenia cordifolia* y ambas especies, fueron:

El número de hojas: 1521, 5947, 3621 respectivamente.

El área foliar máxima alcanzada: 0.91 m², 1.72 m² y 1.48 m².

Atenuación acústica de cada especie: 3.1 dBA, 8.8 dBA y 6.6 dBA.

Podemos deducir que las distintas características de las hojas de las especies vegetales influyen en la reducción del ruido; además podemos inferir que existe una relación directamente proporcional entre el área foliar y la atenuación acústica de la especie vegetal, esto según LIU (2012, p.66) se debe a que al cubrir toda la estructura de la barrera (mayor área foliar por planta) el sonido tiende a ser refractado, absorbido y difractado de esta manera reduce su intensidad. Al comparar con los trabajos previos que obtuvieron la atenuación acústica de la especie como ABU-BAKER, D et al. (2017) que usó la especie *Euonymus japonicus* y obtuvo una reducción de 5.5 dBA y AZKORRA, Z et al. (2015) que usó la especie *Helichrysum thianschanicum* fue de 5.9 dBA.

V. CONCLUSIONES

De los resultados se obtuvo que la reducción de ruido de la barrera vegetal de *Jacobaea maritima* fue de 11.56 dBA y la reducción de ruido de la barrera vegetal de *Aptenia cordifolia* fue de 13.56 dBA.

De los resultados se obtuvo que las características de las barreras como el ancho 20 cm la altura 190 cm el largo 120 cm y la atenuación acústica que fue de 6.07 dBA barrera 1 (sin cobertura vegetal), 8.69 dBA barrera 2 (cobertura *Jacobaea maritima*), 11.85 dBA barrera 3 (cobertura con ambas especies), 13.56 dBA (cobertura *Aptenia cordifolia*) llegando a concluir que estas características si aumentan la reducción de ruido en condiciones controladas.

De los resultados se determinó que las características de la especie *Jacobaea maritima* como el número de hojas 1521, el área foliar 0.91 m² y la atenuación acústica que fue 3.1 dBA mejoran en la reducción del ruido en condiciones controladas esto debido a que las hojas son aterciopeladas, pero son alternas además de tener una forma lobulada por ende el ruido es absorbido y difractado en menor proporción.

De los resultados se determinó que las características de la especie *Aptenia cordifolia* como el número de hojas 5947, el área foliar 1.72 m² y la atenuación acústica que fue 8.8 dBA mejoran la reducción de ruido en condiciones controladas ya que las hojas son suculentas de forma planta y peciolada permitiendo que el ruido sea absorbido y difractado.

De los resultados se determinó que las características de ambas especies como el número de hojas 3621, el área foliar 1.48 m² y la atenuación acústica que fue 6.6 dBA y las características de las hojas no son más eficientes que las características de la especie *Aptenia cordifolia* en la reducción del ruido en condiciones controladas.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir en búsqueda de más especies vegetales que puedan reducir el ruido y que se adapten al clima de cada ciudad y los distintos entornos de esta forma se puede crear un listado de especies que ayuden en la reducción del ruido.

Se recomienda usar otros materiales como estructura para las barreras vegetales, buscando que estas ayuden a mitigar el ruido, ya sean estructuras de PVC o metálicas.

Se recomienda que el interior de las estructuras esté relleno con algún otro material aislante de ruido.

Se recomienda que siempre se busque aligerar la barrera vegetal buscando siempre que el sustrato sea lo menos pesado posible de esta forma la movilidad sea más fácil.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ ABU-BAKER,Diana. [et.al]. the effectiveness of the Green carrier as a traffic noise barrier [en línea] International Journal of civil and environmental engineering. Abril del 2017. [fecha de consulta:2 de mayo de 2018]
Disponible en:
http://ijens.org/Vol_17_I_02/173602-8585-IJCEE-IJENS.pdf
- ✓ ATTAL Emanuel,COTE Nicolas, HAW Gerard, POT Geoffrey,VASSEUR Clemnet,SHIMUZU Takafumi,GRANGER Christian, CROENNE Charles y DUBUS Bertrand. Experimental characterization of foliage and substrate samples by the three-microphone two-land method. [en línea]. Inter.noise Hamburg 2016. [fecha de consulta: 01 de diciembre de 2018]
Disponible en: <http://pub.dega-akustik.de/IN2016/data/articles/000960.pdf>
- ✓ AZKORRA.Zalaoa, [et.al]. Evaluation of Green walls as a passive acoustic insulation system for buildings [en línea] Applied Acoustics. 28-de septiembre de 2014. [fecha de consulta: 4 de mayo de 2018]
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X14002333>
- ✓ BENSTSEN Hans. Noise Barrier Design: Danish and Some European Examples. [en línea]. The Danish Road institute. Mayo 2010. [Fecha de consulta: 01 de diciembre de 2018]
Disponible en:
<http://www.ucprc.ucdavis.edu/pdf/UCPRC-RP-2010-04.pdf>
- ✓ BURESINNOVA S.A. Barreras vegetales autónomas y sostenibles para la mitigación acústica y compensación del CO₂ en vías de transporte, con seguimiento telemático. Memoria final 2014, Universidad de Almería, Andalucía.
- ✓ CABRERA Juan. Acústica y fundamentos del sonido. [en línea]. Universidad nacional abierta y a distancia-UNAD. Diciembre 2010. [Fecha de consulta:01 de

diciembre]

Disponible en:

https://www.arauacustica.com/files/publicaciones_relacionados/pdf_esp_377.pdf

- ✓ CARDENAS GOMEZ, Juan. Encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ servicios general & FM S.A.C en el distrito de villa el salvador, 2017. tesis para obtener el título profesional de ingeniero ambiental. Lima: Universidad cesar vallejo, ingeniería ambiental.2017.
- ✓ COSME PONCE, Eliot. Atenuación acústica de cristales de sonido para la reducción del nivel de ruido en condiciones controladas – lima 2017. tesis para obtener el título profesional de ingeniero ambiental. Lima: Universidad cesar vallejo, ingeniería ambiental.2017.
- ✓ COTE Nicolas, ATTAL Emmanuel y DUBUS Bertrand. Acoustic absorption of green walls made of foliage and soil substrate layers. [en línea]. 24 th International congress on sound and vibration. London 23 de julio 2017. [Fecha de consulta: 01 de diciembre del 2018]
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/325251011_ACOUSTIC_ABSORPTION_OF_GREEN_WALLS_MADE_OF_FOLIAGE_AND_SOIL_SUBSTRATE_LAYERS
- ✓ CHU LEE, Man. (2014) Vertical Greening in a Subtropical city. [en línea] First International conference on green walls. 4 de septiembre de 2014. [Fecha de consulta: 01 de diciembre de 2018]
Disponible en:
https://www.staffs.ac.uk/assets/09.LeeManChu.IGWC.presentation_tcm44-80157.pdf.
- ✓ DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM, Lima, Peru, 30 de octubre 2003.
- ✓ GARCIA Benjamín y JAVIER Francisco. La contaminación acústica en nuestras

- ciudades. [en línea] Fundación “la Caixa”. Barcelona 2003. [Fecha de consulta: 01 de diciembre de 2018]
 Disponible en:
<https://www.camarazaragoza.com/medioambiente/docs/publicaciones/publicacion56.pdf>
- ✓ GUIDELINES ON GREENING OF NOISE BARRIERS. (Abril, 2012). The government of the hong kong special administrative region. [en línea] 20 de abril de 2012. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2018]
 Disponible en:
https://www.greening.gov.hk/filemanager/content/pdf/knowledge_database/Guidelines_on_Greening_of_Noise_Barriers_Apr12_e.pdf
 - ✓ HERNANDEZ JUAREZ Josue. Diseño de un sonómetro. Tesis para obtener el título de ingeniero en comunicaciones y electrónica. México D.F: Instituto politécnico Nacional. 2009.
 - ✓ Metodología de la investigación. [En su Blog] Venezuela. HERNANDEZ Marisol (12 de diciembre 2012) [Fecha de consulta: 01 de diciembre]
 Disponible en:
<http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>
 - ✓ HERNANDEZ Roberto, FERNANDEZ Carlos y BAPTISTA Maria. Metodología de la investigación. México 6ta edición. ISBN: 978-1-4562-2396-0
 - ✓ HOListic and Sustainable Abatement of Noise by optimized combinations of Natural and Artificial means -HOSSANA. Project for the reduction of road and rail traffic noise in the outdoor environment, 2014. Paris.
 - ✓ JÁCOME, María Alejandra y JÁCOME, María Angélica. Análisis a la exposición de ruido ambiental y propuesta de un sistema de insonorización a través de procedimientos técnicos para minimizar el impacto ambiental en la empresa CEDAL

- S.A. cantón Latacunga provincia de Cotopaxi período 2012-2013”. Tesis (Ingeniera en Medio Ambiente). Latacunga – Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. 2013, 156p.
- ✓ LIU, Agnes. Feasibility Study of Green Noise Barriers in Hong Kong, 2012. Tesis para maestría en ciencias en gestión ambiental. Hong Kong: Universidad de Hong Kong (HKU).2012.
Disponible en:
<https://hub.hku.hk/bitstream/10722/180094/1/FullText.pdf>
 - ✓ Norma técnica peruana 854.001-2012.INDECOPI, Lima, Perú. 04 de mayo de 2012.
 - ✓ Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía – OSMAN. Ruido y salud,2009, Andalucía.
 - ✓ OLMOS David. Evaluacion de la perdida de inserción de una barrera acústica aplicada en un proyecto lineal – Valdivia 2002. Tesis para optar al grado de licenciado en acústica y al título profesional de ingeniero acustico. Valdivia: Universidad Austral de Chile. Ingeniería acústica 2002.
 - ✓ Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA. Contaminación sonora el lima y callao, 2016, San Isidro, Lima.
 - ✓ PAMIES RODRIGUEZ Maria. Estudio del impacto acústico de la llegada del AVE a Alicante 2014. Trabajo fin de grado para ingeniería civil. Alicante: Universidad de alicante ,2014.
 - ✓ PENG, Jeffrey, BULLEN, Rob y KEAN, Simon. The effects of vegetation on road traffic noise [en linea]. Inter Noise 2014. 16 de noviembre de 2014. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2018]
Disponible en:
https://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p83.pdf

- ✓ RAKHSHANDEHROO Mehdi, YUSOF Mond y ARABI Roozbeh. Living wall (vertical greening): Benefits and threats. [en línea]. ResearchGate. 06 de mayo de 2015 [Fecha de consulta: 01 de diciembre 2018]
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/275533827_Living_Wall_Vertical_Greening_Benefits_and_Threats

- ✓ SANTOS Eulogio. Contaminación Sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado. [en línea]. Redalyc.org junio 2007. [Fecha de consulta: 01 de diciembre 2018]
Disponible en:
<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/viewFile/6201/5407>

- ✓ SEXTO Felipe. ¿Como elegir un sonometro? [en línea]. Centro de Estudio Innovación y Mantenimiento (CEIM / ISPJAE) Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. [Fecha de consulta: 01 de diciembre 2018]
Disponible en:
<https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/sonometr.htm>

- ✓ SONNETANG O, TALBOT J, CHEN J y ROULET N. Using direct and indirect measurements of leaf area index to characterize the shrub canopy in an ombrotrophic peatland. [en línea] Science direct 2 de marzo 2007.[Fecha de consulta: 01 de diciembre 2018]
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192307000664>

- ✓ SHIMIZU Takafumi, MATSUDA Toru, NISHIBE Yosei, TEMPO Misaki, YOSITANI Kimie y AZUMI Yoichi. Suppression of diffracted sounds by green walls. [en línea]. Noise Control Engr. 16 de febrero de 2016. [Fecha de consulta: 01 de diciembre]
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/300419704_Suppression_of_diffracted_s

ound_by_green_walls

- ✓ STEWART, John. (2011) Why Noise Matters: A Worldwide Perspective on the Problems, Policies and Solutions. New York: Earthscan. ISBN: 9781849712576

- ✓ VAN,Hans.(2016). Bamnooplants as a noise barrier to reduce road traffic noise. [en 52línea]. Internoise 2016. [fecha de consulta 2 de mayo de 2018]
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/312198747_Bamboo_plants_as_a_noise_barrier_to_reduce_road_traffic_noise

- ✓ VIBRANS Heiki.Malezas de Mexico. [en línea]. CONABIO 16 de agosto de 2009. [Fecha de consulta: 01 de diciembre 2018]
Disponible en:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/aizoaceae/aptenia-cordifolia/fichas/ficha.htm>

- ✓ VIVERO DE CHACLACAYO. Dusty Miller (*jacobaea maritima*). [en línea] Cultivo ecológico 2018. [Fecha de consulta: 01 de diciembre 2018]
Disponible en:
<http://www.viverochaclacayo.com.pe/-dusty-miller-jacobaea-maritima-309-general.html>

- ✓ WARNOCK Rosemary, VALENZUELA Jagger, Trujillo América, MADRIZ Petra y GUTIERREZ Margaret. Area foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. [en línea]. Agronomía tropical 2006. [Fecha de consulta: 01 de diciembre 2018]
Disponible en:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000100002

- ✓ WONG Nyuk, KWANG Alex, YOK Puay, CHIANG Kelly y CHUNG Ngian. Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. [en línea]

Building and Environment. febrero 2010 [Fecha de consulta: 01 de diciembre]

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/245145507_Acoustics_evaluation_of_vertical_greenery_systems_for_building_walls/stats

- ✓ World Health Organization – WHO. Environmental Noise Guidelines for the European Region, 2018, Marmorvej, Dinamarca.
ISBN 978 92 890 5356 3

VIII. ANEXOS

ANEXO 01: Ficha de validación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: CASTRO TENA Lucero Katherine
 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Medición de ruido en bicicleta
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Giancarlo Delgado Valdez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 07 de Junio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 7087735 Telf.: 979705116
 CIP: 162994

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Rivero Trujillo Juana
 1.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniera Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características de la barrera vegetal
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Glencarla Delgado Valdez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

 Lima, 08 Junio del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 CIP: 155893

 DNI No. 45535268 Telf.: 989944863

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Del Carpio Delgado Giancarlo Ricardo Gonzalo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Encargado del Vivero Municipal, Municipalidad Distrital de los Olivos
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características de las especies vegetales
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: GIANCARLO Delgado Delgado Valdez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

 Lima, viernes 08 de junio del 2018

 Ing. CP OSCAR RICARDO GONZALEZ DEL CARPIO DELGADO
 Registro: 115897 - AGRÓNOMO
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 41532187 Telf.: 982399717

ANEXO 02: Instrumentos de recolección de datos características de las especies vegetales

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES VEGETAL



EVALUADOR: EDUARDO DELEADINO VALDEZ
 FECHA: 01-11-18
 LUGAR: SALA DE ENSAYOS

CENICIENTA (<i>Jacobaea maritima</i>)			ROCIO (<i>Aptenia cordifolia</i>)			AMBAS ESPECIES		
NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m2)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)	NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m2)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)	NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m2)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)
1478	0,875	2.3	5491	1.6	7.4	3485	1.07	5.7

OBSERVACIONES: Primera toma de datos.

CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES VEGETAL

EVALUADOR: Graciano Delgado Vides
FECHA: 08-11-18
LUGAR: Sala de Ensayos

CENICIENTA (<i>Jacobaea maritima</i>)			ROCIO (<i>Aptenia cordifolia</i>)			AMBAS ESPECIES		
NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m ²)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)	NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m ²)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)	NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m ²)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)
1490	0,886	2,9	5683	1.65	7,6	3524	1.25	5.4

OBSERVACIONES: La planta rocio tiene una mejor adaptabilidad.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES VEGETAL



EVALUADOR: Giancarlo Delgado Veldz
FECHA: 15-11-18
LUGAR: Sala de ensayos.

CENICIENTA (<i>Jacobaea maritima</i>)			ROCIO (<i>Aptenia cordifolia</i>)			AMBAS ESPECIES		
NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m2)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)	NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m2)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)	NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m2)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)
1502	0,894	3.1	5871	1.69	8.1	3584	1.31	5.9.

OBSERVACIONES: Presencia de Hojas muertas en la planta Rocio.

UCV
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL VALLE
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES VEGETAL

EVALUADOR: Glacarlo Delgado Valdez.
FECHA: 22-11-18
LUGAR: Sala de ensayos

CENICIENTA (<i>Jacobaea maritima</i>)			ROCIO (<i>Aptenia cordifolia</i>)			AMBAS ESPECIES		
NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m2)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)	NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m2)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)	NUMERO DE HOJAS (und)	AREA FOLIAR (m2)	ATENUACION ACUSTICA (dBA)
1521	0.92	3.1	5947	1.72	8.8	3621	1.48	6.6.

OBSERVACIONES: Flores en la especie Rocio, Hojas secas en la planta Cenicienta.

ANEXO 03: Características de las barreras

 UCV <small>UNIVERSIDAD CAYMA VALLEJO</small>	CARACTERISTICAS DE LAS BARRERAS VEGETALES
--	--

EVALUADOR: Giancarlo Delgado Valdez
FECHA: Sala de ensayos / 01-11-18
LUGAR: Sala de ensayos

		ATENUACION ACUSTICA (dBA)			
Trat Rep					
	B1	B2	B3	B4	
R1	5.3	7.8	10.3	13.2	
R2	4.7	8.4	11.6	12.8	
R3	6.2	8.4	12.3	14.8	
R4	4.8	7.5	13.2	11.8	

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
20	120	140

R= Repeticiones
B= Barreras vegetales
B1 = Barra sin cobertura
B2 = Barrera <i>Jacobaea maritima</i>
B3 = Barrera con ambas especies
B4 = Barrera <i>Aptenai cordifolia</i>

OBSERVACIONES: _____



CARACTERISTICAS DE LAS BARRERAS VEGETALES

EVALUADOR: *Paparcarlo Delgado Valdez*

FECHA: *02-11-18*

LUGAR: *Sala de ensayos*

Trat Rep		ATENUACION ACUSTICA (dBA)			
		B1	B2	B3	B4
R1		4.7	8.5	11.3	12.1
R2		5.1	7.6	11.1	15.2
R3		5.8	7.7	12.4	14.8
R4		4.9	8.1	12.6	13.6

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
20	120	140

R= Repeticiones

B= Barreras vegetales

B1 = Barra sin cobertura

B2 = Barrera *Jacobaea maritima*

B3 = Barrera con ambas especies

B4 = Barrera *Aptenai cordifolia*

OBSERVACIONES: _____



CARACTERISTICAS DE LAS BARRERAS VEGETALES

EVALUADOR: Cipriano Delgado Valdez

FECHA: 15-11-18

LUGAR: Sala de Ensayos

		ATENUACION ACUSTICA (dBA)			
Trat Rep		B1	B2	B3	B4
R1		6.9	9.9	11.5	14.6
R2		7.8	8.8	11.4	13.9
R3		6.9	9.3	12.1	14.1
R4		6.2	8.9	12.6	13.9

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
20	120	190

R= Repeticiones
B= Barreras vegetales
B1 = Barra sin cobertura
B2 = Barrera <i>Jacobaea maritima</i>
B3 = Barrera con ambas especies
B4 = Barrera <i>Aptenai cordifolia</i>

OBSERVACIONES: _____



CARACTERISTICAS DE LAS BARRERAS VEGETALES

EVALUADOR: *GiPaucarbo Delgadillo Valdez*

FECHA: *22-11-18*

LUGAR: *Sala de ensayos*

		ATENUACION ACUSTICA (dBA)			
Trat Rep	B1	B2	B3	B4	
R1	6.9	9.9	12.1	13.6	
R2	7.8	9.4	11.9	13.1	
R3	6.9	10.1	12.2	12.2	
R4	6.2	10.6	12.3	13.2	

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
20	120	190

R = Repeticiones
B = Barreras vegetales
B1 = Barra sin cobertura
B2 = Barrera <i>Jacobaea maritima</i>
B3 = Barrera con ambas especies
B4 = Barrera <i>Aptenai cordifolia</i>

OBSERVACIONES: _____

ANEXO 04: Medicion del ruido

	CARACTERISTICAS DE LAS BARRERAS VEGETALES
---	--

EVALUADOR: Giancarlo Delgado Valdez
FECHA: Sala de ensayos / 01-11-18
LUGAR: Sala de ensayos

ATENUACION ACUSTICA (dBA)				
Trat Rep	B1	B2	B3	B4
R1	5.3	7.8	10.3	13.2
R2	4.7	8.4	11.6	12.8
R3	6.2	8.4	12.3	14.8
R4	4.8	7.5	13.2	11.8

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
20	120	140

R= Repeticiones
B= Barreras vegetales
B1 = Barra sin cobertura
B2 = Barrera <i>Jacobaea maritima</i>
B3 = Barrera con ambas especies
B4 = Barrera <i>Aptenai cordifolia</i>

OBSERVACIONES: _____



CARACTERISTICAS DE LAS BARRERAS VEGETALES

EVALUADOR: *Rafael Delgado Valdez*

FECHA: *02-11-18*

LUGAR: *Sala de ensayos*

		ATENUACION ACUSTICA (dBA)			
Trat Rep	B1	B2	B3	B4	
R1	4.7	8.5	11.3	12.1	
R2	5.1	7.6	11.1	15.2	
R3	5.8	7.7	12.4	14.8	
R4	4.9	8.1	12.6	13.6	

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
20	120	190

R = Repeticiones
B = Barreras vegetales
B1 = Barra sin cobertura
B2 = Barrera <i>Jacobaea maritima</i>
B3 = Barrera con ambas especies
B4 = Barrera <i>Aptenai cordifolia</i>

OBSERVACIONES: _____



CARACTERISTICAS DE LAS BARRERAS VEGETALES

EVALUADOR: Cipriano Delgado Valdez

FECHA: 15-11-18

LUGAR: Sala de Ensayos

		ATENUACION ACUSTICA (dBA)			
Trat Rep	B1	B2	B3	B4	
R1	6.9	9.9	11.5	14.6	
R2	7.8	8.8	11.4	13.9	
R3	6.9	9.3	12.1	14.1	
R4	6.2	8.9	12.6	13.9	

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
20	120	190

R = Repeticiones
B = Barreras vegetales
B1 = Barra sin cobertura
B2 = Barrera <i>Jacobaea maritima</i>
B3 = Barrera con ambas especies
B4 = Barrera <i>Aptenai cordifolia</i>

OBSERVACIONES: _____



CARACTERISTICAS DE LAS BARRERAS VEGETALES

EVALUADOR: Giancarlo Delgadillo Valdez

FECHA: 22-11-18

LUGAR: Sala de ensayos

		ATENUACION ACUSTICA (dBA)			
Trat Rep	B1	B2	B3	B4	
R1	6.9	9.9	12.1	13.6	
R2	7.8	9.4	11.9	13.1	
R3	6.9	10.1	12.2	12.2	
R4	6.2	10.6	12.3	13.2	

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
20	120	190

R = Repeticiones
B = Barreras vegetales
B1 = Barra sin cobertura
B2 = Barrera <i>Jacobaea maritima</i>
B3 = Barrera con ambas especies
B4 = Barrera <i>Aptenai cordifolia</i>

OBSERVACIONES: _____

ANEXO 05: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA									
	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA
GENERAL	¿Cuánto será la reducción de ruido mediante la implementación de barreras vegetales <i>Jacobaea marítima</i> y <i>Aptenia cordifolia</i> en condiciones controladas - Lima 2018?	Evaluar la reducción del ruido mediante las barreras vegetales <i>Jacobaea marítima</i> y <i>Aptenia cordifolia</i> en condiciones controladas – Lima 2018	La reducción del ruido con la barrera de la especie <i>Aptenia cordifolia</i> será mayor que con la barrera de la especie <i>Jacobaea marítima</i> en condiciones controladas - Lima 2018.	VI: Barreras vegetales	Según Abu-Baker, Diana. (2017), manifiesta que "barrera de ruido vegetales son modulares y se componen de un medio de cultivo recubierto que se coloca sobre la superficie de la barrera".	Para la elaboración de las barreras vegetales se usaron como armazón madera de pino y tableros OSB, luego se le instalaron garruchas en la parte inferior para un mejor traslado, posterior a ello se colocaron las plantas y el sustrato en botellas de PVC, se fabricaron tres barreras.	Características de las barreras	Ancho	cm
								Altura	cm
								Largo	cm
							Características de la especie <i>Jacobaea marítima</i>	Atenuación acústica	dBA
								Numero de hojas	und
								Atenuación acústica	dBA
							Características de la especie <i>Aptenia cordifolia</i>	Área foliar	m ²
								Numero de hojas	und
								Atenuación acústica	dBA
							Características de ambas especies	Área foliar	m ²
Numero de hojas	und								
	Atenuación acústica	dBA							
	Área foliar	m ²							
ESPECIFICAS	¿Cómo las características de las barreras vegetales influyen en la reducción del ruido?	Determinar si las características de las barreras vegetales aumentan la reducción del	Las características de las barreras vegetales aumentan la reducción del ruido en	VD: Reducción de ruido	según, OEFA (2016), manifiesta que el ruido es "es el sonido no deseado que genera molestia, perjudica	Los valores de reducción de ruido serán obtenidos en función de la Intensidad del ruido y su tiempo de exposición con las barreras	Exposición	Tiempo	Segundos

	ruido en condiciones controladas – Lima 2018.	condiciones controladas, Lima 2018.		o afecta la salud de las personas".	vegetales; estos datos serán obtenidos mediante el uso de un equipo de medición de ruido (Sonómetro).			
¿Cómo las características de la especie <i>Jacobaea marítima</i> influyen en la reducción del ruido?	Determinar si las características de la especie <i>Jacobaea marítima</i> mejoran la reducción de ruido en condiciones controladas – Lima 2018.	Las características de la especie <i>Jacobaea marítima</i> mejoran la reducción del ruido en condiciones controladas, Lima 2018.				Intensidad de ruido antes	Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación (A)	LAeqt
¿Cómo las características de la especie <i>Aptenia Cordifolia</i> influyen en la reducción del ruido?	Determinar si las características de la especie <i>Aptenia cordifolia</i> mejoran la reducción del ruido en condiciones controladas – Lima 2018.	Las características de la especie <i>Aptenia cordifolia</i> mejoran la reducción del ruido en condiciones controladas, Lima 2018.				Intensidad de ruido después	Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación (A)	LAeqt

	<p>¿Cómo las características de ambas especies influyen la reducción del ruido?</p>	<p>Determinar si las características de ambas especies son más eficientes que las características de la especie <i>Aptenia cordifolia</i> en la reducción del ruido en condiciones controladas – Lima 2018.</p>	<p>Las características de ambas especies son más eficientes que las características de la especie <i>Aptenia cordifolia</i> para la reducción del ruido en condiciones controladas, Lima 2018.</p>						
--	---	---	--	--	--	--	--	--	--

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 1.- Plancha OSB



Fotografía 2.- Orificios en la plancha OSB



Fotografía 3.- Estructura y llantas de la barrera



Fotografía 4.- Instalación de las plantas en la barrera



Fotografía 5.- Barrera *Aptenia cordifolia*



Fotografía 6.- Barrera *Jacobaea maritima*



Fotografía 7.- Barrera con ambas especies

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 2
--	---	---

Yo, Wilber Samuel Quijano Pacheco, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisor de la tesis titulada:

“Reduccion del ruido mediante barreras vegetales con las especies *Jacobaea maritima* y *Aptenia cordifolia* en condiciones controladas – Lima 2018”, del estudiante **Giancarlo Jhardy Delgadillo Valdez**, constató que la investigación tiene un índice de similitud de **24%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 11 de septiembre de 2019





MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco

DNI: 06082600

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Preparando la



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Título
"Reducción del ruido mediante barreras vegetales con las especies *Jacobaea maritima* y *Aptenia cordifolia* en condiciones controladas - Lima 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL.

AUTOR:
Delgadillo Valdez, Guancarlo Rudy

ASESOR:
MSc. Quijano Pacheco Wilker

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Calidad y gestión de los recursos naturales



Resumen de coincidencias

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

24 %

Coincidencias	Porcentaje
1 repositorio ucv.edu.pe Fuente de Internet	5 %
2 Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	5 %
3 www.arauacuistica.com Fuente de Internet	1 %
4 docplayer.es Fuente de Internet	1 %
5 Entregado a ISM Intern... Trabajo del estudiante	1 %
6 cybertesis.uaach.cl Fuente de Internet	1 %
7 www.cctraining.uk.com Fuente de Internet	1 %
8 tarwi.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo GIANCARLO JHARDY DELGADILLO VALDEZ....., identificado con DNI N° 47296352....., egresado(a) de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental..... de la Universidad César Vallejo, autorizo , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Reducción del ruido mediante barreras vegetales con las especies Jacobaea maritima y Aptenia Cordifolia en condiciones controladas - Lima 2018".....

....."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:



[Firma]
FIRMA

DNI: 47296352

FECHA: Los Olivos 15 de Diciembre 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

GIANCARLO JHARDY DELGADILLO VALDEZ

INFORME TÍTULADO:

“REDUCCIÓN DEL RUIDO MEDIANTE BARRERAS VEGETALES CON LAS ESPECIES
JACOBAEA MARITIMA Y *APTENIA CORDIFOLIA* EN CONDICIONES
CONTROLADAS – LIMA 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: _15/12/2018

NOTA O MENCIÓN: _ 14



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
Dr. Elmer Benites Alfaro

NRO...005-19/II