



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Jardín vertical para la determinación de la variación
termohigrométrica en espacios interiores en un hogar,
Arequipa 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORAS:

Pumacayo Gomez, Adriana (orcid.org/0000-0001-7299-7936)

Valdivia Manrique, Maria De Lourdes (orcid.org/0000-0002-6211-0841)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (orcid.org/0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mi familia que motivaron con gran esfuerzo mi formación académica y moral, a mi esposo Hector que me apoyo siempre en cualquier proyecto que quiero desarrollar, a mis tías Bery, Eli y Janeth por la preocupación de este proyecto, a mis primas por su motivación continúa y a Rupe.

Adriana Pumacayo Gómez

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por la guía, motivación, apoyo, preocupación e inspiración, para ser una buena profesional y una mejor persona.

Maria De Lourdes Valdivia Manrique

AGRADECIMIENTO

A Dios

A mi familia quienes con su comprensión y apoyo me motivaron.

A mi asesor M Sc. Wilber Quijano Pacheco por su gran dedicación y apoyo en la realización de este proyecto.

A Mayita por acompañarme en esta pelea que iniciamos hace 10 años con un chocolate.

Adriana Pumacayo Gómez

AGRADECIMIENTO

A Dios que ha preparado todo para lograr terminar este camino.

A mis padres, quienes me ayudaron en este recorrido desde el primer momento, a mi mamá por sus palabras de aliento constante y a mi papá que con su experiencia profesional supo aconsejarme en cada aspecto de la presente tesis

A mis hermanos Johel, Arturo y Frank por ser mi ejemplo de superación.

A mi asesor M Sc. Wilber Quijano Pacheco por sus consejos y disposición para resolver todas nuestras dudas.

A mi compañera Adriana con quien compartimos este largo camino hasta terminarlo juntas.

Maria De Lourdes Valdivia Manrique

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	15
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2 Variables y operacionalización	17
3.3 Población, muestra y muestreo	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5 Procedimientos.....	19
3.6 Método de análisis de datos	23
3.7 Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS	26
4.1. Evaluación de un jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar, Arequipa 2022 ...	27
4.2. Características del Jardín vertical.....	30
4.3. Comparación por espacios con y sin jardín vertical.....	31
4.4. Manejo del jardín vertical.....	46
V. DISCUSIÓN.....	48
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del jardín vertical.....	19
Figura 2: Partes del sistema LWS	20
Figura 3: Comparación temperatura y humedad con jardín	27
Figura 4: Comparación temperatura y humedad sin jardín.....	28
Figura 5: Comparación de la variación de la temperatura entre los espacios con y sin jardín vertical.....	32
Figura 6: Regresión lineal para comprobar la normalidad de datos de temperatura entre espacios con y sin jardín vertical.	34
Figura 7: Efecto del tratamiento sobre la temperatura en el espacio con jardín vertical	36
Figura 8: Efecto del tratamiento sobre la temperatura en el espacio sin jardín vertical	38
Figura 9: Comparación de la variación de la humedad entre espacios con y sin jardín vertical	39
Figura 10: Regresión lineal para comprobar la normalidad de datos de Hr entre espacios con y sin jardín vertical.	41
Figura 11: Efecto del tratamiento sobre la humedad en el espacio con jardín vertical	43
Figura 12: Efecto del tratamiento sobre la humedad en el espacio sin jardín vertical	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro validación de instrumentos	18
Tabla 2: Cuadro de características del jardín vertical.....	30
Tabla 3: Registro comparativo de espacios con y sin jardín vertical	31
Tabla 4: Análisis de varianza de temperatura Tabla del análisis de varianza	35
Tabla 5: Prueba de contraste de tukey para temperatura en el espacio con jardín vertical	35
Tabla 6: Análisis de varianza de temperatura del espacio sin jardín vertical.....	37
Tabla 7: Prueba de contraste de tukey para temperatura en el espacio sin jardín vertical	37
Tabla 8: Análisis de varianza humedad del espacio con jardín vertical.....	42
Tabla 9: Prueba de contraste de tukey para humedad en el espacio con jardín vertical	42
Tabla 10: Análisis de varianza de humedad del espacio sin jardín vertical	44
Tabla 11: Prueba de contraste de tukey para humedad en el espacio sin jardín vertical	44

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar en Arequipa en el año 2022. Es de tipo aplicada, cuantitativa y experimental puro; la muestra fue un espacio habitacional familiar, se planteó bajo el diseño completamente al azar donde se comparó en dos habitaciones con y sin jardín vertical, tomando como tratamientos los horarios en el día. Los resultados muestran que para un espacio de 10 metros cuadrados es efectiva la implementación de un jardín vertical de 4 metros cuadrados con 100 plantas el cual provoca que se aprecie una significativa diferencia $P < 0.05$ en la comparación del análisis termohigrométrico y manteniendo un confort térmico en la habitación con jardín vertical, bajo las condiciones de evaluación en los meses de abril a julio, considerando que son meses de descenso de temperatura, y teniendo una diferencia de hasta 2 grados en los espacios interiores. En conclusión, los jardines verticales logran mantener un confort en habitaciones familiares.

Palabras Clave: termohigrométrico, jardín vertical, confort térmico, espacios interiores.

ABSTRACT

The present research had the objective of evaluating the thermohygrometric variation in interior spaces in a home in Arequipa in the year 2022. It is of applied, quantitative and pure experimental type; the sample was a family living space, it was proposed under the completely randomized design where it was compared in two rooms with and without vertical garden, taking as treatments the schedules in the day. The results show that for a space of 10 square meters it is effective the implementation of a vertical garden of 4 square meters with 100 plants which causes a significant difference $P < 0.05$ in the comparison of the thermohygrometric analysis and maintaining a thermal comfort in the room with vertical garden, under the conditions of evaluation in the months of April to July, considering that they are months of temperature decrease, and having a difference of up to 2 degrees in the interior spaces. In conclusion, vertical gardens are able to maintain comfort in family rooms.

Keywords: thermohygrometric, vertical garden, thermal comfort, indoor spaces.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, nuestro planeta está amenazado enormemente y de manera continua, por acciones antrópicas especialmente, que vienen alterando progresivamente el desarrollo positivo de la existencia armónica mundial, dando paso al Calentamiento Global y el consecuente Cambio Climático. Todos los procesos contaminantes están provocando un gran impacto medioambiental, el cual llegará a ser irreversible, en el mediano plazo y que afectan en primer lugar la salud de la población (EPA, 2021).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), solo la contaminación del aire cada año provoca 4.2 millones de muertes prematuras, por enfermedades cardiovasculares y respiratorias debido a la larga exposición a ambientes contaminados, causado por las altas concentraciones de material particulado de 2.5 micrones. Además, la situación socioeconómica y cultural de los países, exacerbaban estos problemas, ya que el 91% de estas muertes se producen en países de bajos recursos. Esto es tan solo una pequeña prueba del dominio que posee la contaminación del aire y el deterioro que provoca en la salud de la población (OMS, 2021).

Latinoamérica, se ha visto muy afectada por el calentamiento global, los océanos que la rodean (Pacífico y Atlántico) se están calentando, causando grandes fenómenos meteorológicos extremos. Zonas como el Amazonas, pasando por Centro América hasta México, se verán afectadas por grandes sequías que causarán daños irreparables a los ecosistemas. Así mismo la disolución de los glaciares, por aumento de la temperatura, que ocasiona el aumento del nivel del mar, afectará a gran parte de la comunidad latinoamericana, ya que mucha de su población vive en zonas costeras viéndose probablemente afectadas por inundaciones y pérdidas numerosas (WWF, 2015).

El Perú, es un país rico de biodiversidad, y la actividad industrial peruana, causa solo el 0.4 % de los gases de efecto invernadero, pero a pesar de todo esto, es uno de los países más vulnerables al cambio climático. Los principales ecosistemas y sectores más afectados son: la agricultura, los bosques, la pesca, acuicultura, la salud y los glaciares andinos. También se debe considerar que el 76% de su

población vive en zonas urbanas y por lo tanto hay un alto grado de vulnerabilidad en las mismas (Ministerio del Ambiente, 2016).

Alrededor de 8 de cada 10 peruanos viven en ciudades. Y según algunos estudios, cada habitante dispone en promedio 1.78 m² de vegetación urbana. Este promedio es extremadamente bajo en comparación con otros países de América Latina y lo que recomienda la OMS; lo que da a ver la importancia de mejorar las áreas verdes en zonas urbanas. En la región de Lima se posiciona en el 5° lugar con mayor población de América del Sur según el City Population, y cada uno de sus habitantes cuenta con tan solo 3.97 m² de áreas verdes. Por otro lado, en Arequipa cada habitante cuenta con 2.10 m² de áreas verdes (INEI, 2014).

A todo esto, se añade la tala sin control de árboles y la pérdida de vegetación que cada vez es mayor en el País, solo el 2014 se reportaron 177 mil hectáreas deforestadas. Ya para el 2020 esa cifra habría aumentado a 203 272 hectáreas perdidas (Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR), 2021).

Arequipa, se encuentra en el segundo lugar de la ciudad con mayor población y con mayor importancia del Perú. A su vez el nivel de vulnerabilidad a efectos del cambio climático es alto. Uno de los problemas que enfrenta la ciudad es la sobreexplotación de la cuenca del río Chili; por sectores agrícolas, industriales, energéticos, mineros y acuícolas (Libélula, 2018). Así mismo, el 60% de la contaminación del aire es principalmente causada por el parque automotor que se encuentra obsoleto, el 21% por las diferentes industrias, el 11% por comercios y el 8% por calderos industriales (FLORES, 2017).

Frente a toda esta adversidad ambiental, los jardines verticales o llamados también paredes verdes, se muestran como una opción muy efectiva para la disminución de la contaminación del medio ambiente, nivelando la temperatura del lugar, controlando el ruido, purificando el aire, originando un confort térmico y de esa forma contribuir a la disminución del calentamiento global (CABRERA-VALLEJO, y otros, 2016).

Por esta razón, este análisis de problemas se centra en mejorar la calidad del medio ambiente, lo que lleva a la implementación de jardines verticales en espacios

interiores habitacionales, es decir, para obtener una regulación de la temperatura de forma pasiva, así para poder controlar y obtener un confort térmico adecuado para los espacios interiores, generando una reducción en el uso de energía y una mejora a la calidad del aire en la reducción de contaminantes a través de la purificación natural de las plantas. (GUNAWARDENA, y otros, 2019)

El **Problema general** del presente proyecto de investigación es: ¿Cuál es la influencia de un jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar, Arequipa 2022? Los **problemas específicos** son: ¿Cuáles son las características del jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar de Arequipa 2022?, ¿Cómo es la relación entre temperatura y humedad en los tratamientos en los espacios con y sin jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica para espacios interiores en un hogar en Arequipa 2022? y ¿Cómo es el manejo del jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica para espacios interiores en un hogar en Arequipa 2022?.

La justificación de la presente investigación posee un carácter ambiental el cual consiste en la instalación de un jardín vertical como una forma de aislante natural, climatizando el ambiente, contribuyendo a la absorción de CO₂ y no menos importante el embellecimiento en donde se garantiza un mejoramiento del confort térmico. Por lo tanto, invita a una reflexión de la importancia de la vegetación en la ciudad y en espacios interiores (SHIAH, y otros, 2011).

Posee un carácter social ya que, Arequipa, es una de las tantas ciudades del Perú que se han visto afectadas por la inadecuada gestión ambiental por parte de sus autoridades, y las consecuencias repercuten directamente en los ciudadanos, quienes ven comprometida su salud y desarrollo. Debido a la importancia de actuar ahora y encontrar nuevas formas ecológicas y sostenibles para la mejora de la calidad ambiental, es importante analizar las condiciones en espacios cerrados de modo de buscar formas de disminuir el impacto en la salud que trae la contaminación ambiental (SHIAH, y otros, 2011).

Posee un carácter económico, ya que se inclina a mejorar la calidad ambiental de un espacio interior disminuyendo el uso de sistema de aire acondicionado o calefactor siendo la instalación de un jardín vertical una mejora para el aumento de calidad de espacios interiores habitacionales. Considerando además que la instalación al inicio requiere de una inversión, pero en el mediano y largo plazo se convierte en un ahorro económico importante, que repercute en la salud ambiental (SHIAH, y otros, 2011).

De la misma forma, esta investigación posee un carácter técnico ya que su adecuada ubicación e instalación repercute en la solución del problema de la calidad ambiental que hay actualmente en los espacios cerrados, considerando también la correcta selección de las especies de plantas utilizadas en jardines verticales en espacios interiores logrando los beneficios que conlleva dicha instalación (ARIAS GONZALES, y otros, 2021)

La obtención de datos nos permite lograr información requerida para determinar la variabilidad de las condiciones climáticas por utilizar jardines verticales en espacios interiores. Esta información conlleva al análisis de la información recopilada del monitoreo de los factores ambientales tales como: Temperatura y humedad, para determinar la magnitud de la efectividad de la instalación de un jardín vertical en espacios interiores.

El **Objetivo General** es evaluar la influencia de un jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar, Arequipa 2022. Los **objetivos específicos** son: Identificar las características del jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar en Arequipa 2022, Determinar la relación entre temperatura y humedad en los tratamientos del jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica para espacios interiores en un hogar en Arequipa 2022 y Conocer el manejo del jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica para espacios interiores en un hogar en Arequipa 2022.

La hipótesis general de la investigación es: Un jardín vertical muestra una variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar, Arequipa 2022; mientras que las hipótesis específicas son: La característica del jardín vertical influye

positivamente para la determinación de la variación termo higrométrica en espacios interiores en un hogar en Arequipa 2022, La relación entre temperatura y humedad en los tratamientos en presencia del jardín vertical muestra una mejora para la determinación de la variación termohigrométrica para espacios interiores en un hogar en Arequipa 2022 y Conocer el manejo del jardín vertical mejora la determinación variación termohigrométrica para espacios interiores en un hogar en Arequipa 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En la investigación de CALDERON (2015), tuvo como objetivo el implementar un prototipo de jardín vertical para que se pueda mejorar las condiciones ambientales en ambientes cerrados en Riobamba, Ecuador, el determinó que al momento de implementar un jardín vertical en espacios cerrados se obtuvo resultados beneficiosos presentando un valor de temperatura de 17.95°C en el ambiente con jardín vertical en comparación con el ambiente sin jardín vertical de 19.86°C, teniendo una diferencia de 2°C y en la humedad un valor de 79.63% en el ambiente con jardín vertical en comparación con el ambiente sin jardín vertical de 84.75%, también determinó que si se usa más de una especie de planta se evidencia que se obtienen mejores resultados en comparación con emplear una sola especie de planta, ya que no condujo a una mejora significativa en las condiciones del ambiente, es decir, la temperatura promedio semanal fue mejor en un jardín vertical multiespecies que en un jardín vertical de helechos.

En el proyecto de MAKES DAVIS, et al. (2015), describieron la exploración potencial de como un jardín vertical puede funcionar como un enfriador de pantano, explicando que en todo el planeta constantemente se produce un incremento en la construcción de zonas urbanas, lo que genera un fenómeno que provoca la retención del calor en la atmósfera, y a la par se produce una disminución en la vegetación de las ciudades. El que una ciudad posea áreas verdes trae consigo muchos beneficios, uno de ellos es la reducción de los niveles de estrés, genera un aumento en la productividad de la población y a su vez una sensación de bienestar humano y, ante todo, la mejora a la calidad del aire. Este estudio muestra que los jardines verticales son hasta un 11% más eficientes que el enfriamiento por pantano comercial convencional (aire acondicionado), en donde este determinó que un jardín vertical de 3 m de alto x 0.9 m de ancho es capaz de climatizar un ambiente desocupado de hasta 3 m de alto x 5 m de ancho y 9 m de largo, redirigiendo el flujo de aire por la parte trasera del jardín vertical.

Para Ariza Melo, et al. (2016), este estudio tiene como objetivo introducir el jardín vertical como una herramienta pedagógica, en el cual se determinó que el identificar correctamente las especies de planta puede garantizar que estas tengan una mayor conservación en el muro vegetal, ya que, de la totalidad de especies escogidas, 2 de estas tuvieron una menor tolerancia a las condiciones climáticas. Además, se

concluyó que, al tener conocimientos sobre jardines verticales, el cambio climático y la educación ambiental, la colaboración de los estudiantes y docentes mostró un mayor involucramiento y compromiso en este proyecto, el cual fue orientado a mejorar las metodologías en la enseñanza en base a proyectos innovadores y así obtener un elevado nivel en la dedicación y motivación por parte de los estudiantes.

Para Cardoso Pacheco, et al. (2017), que tuvo como objetivo el plantear un diseño de jardín vertical para el interior de las viviendas y así mejorar la calidad de vida de las personas, ya que el desarrollo de diversas ciudades está provocando un deterioro y carencia de áreas verdes, por lo que la posibilidad de poder instalar zonas verdes en los espacios interiores de viviendas y estas sean efectivas y sean apropiadas para ocupar espacios pequeños, es por eso que se planteó a la población este método innovador como una manera para poder mejorar la calidad ambiental en el lugar donde se instalará, también estableció que el uso de jardines verticales que sean de tipo hidropónicos se desenvuelven mejor en espacios interiores, siempre que se analice ciertos criterios como una ubicación estratégica, analizando los puntos de iluminación, corrientes de aire, el tipos de especie de planta que se utilizara, el proceso de riego a utilizar incluyendo frecuencia y fertilización, tipo de mantenimiento que se dará, la estructura que se implementara y por ultimo uno de los criterios más importantes es el tamaño que tendrá el jardín vertical para que se obtenga el mayor beneficio al instalarlo.

Para Poza Casado (2017), se tuvo como objetivo el determinar una visión global de los jardines verticales y los beneficios que estos aportarían a la sociedad, implementando 3 tipos de jardines verticales como fachadas verdes (tipo 1), sistemas intermedios (tipo2) y muros vivos (tipo 3), en los cuales indica que obtuvo beneficios similares como en la medición de la temperatura en el jardín vertical de tipo 1 una variación de la temperatura de 1.2°C, en tipo 2 una variación de la temperatura de 2.7°C y en el tipo 3 una variación de la temperatura de 5°C, esto se debe a que su estructura es más compleja al poseer mayor número de capas, lo cual generó un ahorro energético considerable; también presentó resultados en la reducción de la velocidad del viento obteniendo las mediciones en el jardín vertical de tipo 1 que la velocidad del viento disminuyó 0.43m/s, en el tipo 2 se presentó un incremento a 0.55 m/s esto debido a que el jardín vertical de tipo 2 la masa vegetal

se encuentra más dispersa ocasionando que la velocidad aumente en las franjas de separación, en el tipo 3 es la más óptima ya que supera al de tipo 1 obteniendo una diferencia de velocidad del viento de 0.46 m/s.

Para Taracena Parada (2018), que realizó la comparación de las mediciones de temperatura y humedad en dos ambientes en los cuales determinó que en el ambiente con jardín vertical de aprecio una disminución de la temperatura de 2.3°C teniendo una variación de 0.02°C en comparación con el ambiente que no tenía el jardín vertical, también determinó que hubo un incremento de la humedad relativa de 1.78% lo que indica que un ambiente puede ser climatizado por medio de agua para su enfriamiento, ya que en la etapa inicial la humedad aumentó hasta un máximo de 4.4% dentro el espacio con jardín vertical.

Para Llampen Briones (2016), quiso determinar cómo es la relación de comparación del uso de espacios verdes y las características de la calidad ambiental en una zona residencial, el cual propone el uso del espacio verde en relación con las características del entorno y de calidad ambiental como el ruido, temperatura y humedad, capacidad para diseñar grandes plazas públicas, áreas de servicios recreativos con jardines, jardines verticales internos, techos verdes. Se encontró que la planificación de espacios verdes que va asociada a la mejora de los parámetros de calidad ambiental, tiene un impacto positivo en el diseño de viviendas para estudiantes.

Para Rivera Cieza (2017), que realizó la evaluación del efecto que produciría la aplicación de un jardín vertical en una institución educativa, uno de los efectos que se obtuvo fue una gran apreciación en el mejoramiento de la calidad ambiental teniendo como resultados un 29% en la variación de la humedad con una diferencia de 70.8 ± 6.53 en el grupo control donde no se implementó el jardín vertical a 67 ± 5.88 en el grupo donde sí se realizó la implementación del jardín vertical. En el parámetro de la temperatura se obtuvo una variación de 17% observándose que hubo una disminución en las primeras horas de medición entre las 8:30 am a las 12:30 pm.

Para Sánchez Moreno (2021), que realizó un estudio de temperatura en la cual determinó que el jardín vertical provoca una reducción de la temperatura del aire ya

que esto se puede sentir a tan solo 1m de distancia del jardín vertical, por otro lado también observó que a menor distancia del jardín vertical se puede apreciar un efecto de enfriamiento el cual se ve afectado por un efecto producido por la reducción de la velocidad del tiempo lo que genera que los sensores que miden la temperatura que se encuentra a una distancia menor de un metro dan resultados parecidos a las temperaturas obtenidas por una estación meteorológica.

Para Condori Huamán (2019), se desarrolló la instalación de un jardín vertical para poder analizar el efecto del confort térmico en el interior de los edificios comerciales, donde se identificó que estos no poseen los requisitos mínimos en cuanto a seguridad ya que muestran valores termohigrométricos excesivamente altos debido a que cuentan con poco flujo de ventilación y donde un sistema de jardines verticales puede ser implementado ya que es apto para todo tipo de establecimientos comerciales de modo que es más fácil operar al instalar un sistema de riego por goteo. El área del centro comercial en donde se instaló el jardín vertical mostró resultados en la reducción de la temperatura de 2 a 3°C y por el contrario un incremento de 5 a 6% de humedad relativa.

Para poder tener un mayor entendimiento en cuanto al tema principal de la investigación se indagaron las siguientes teorías relacionadas:

Contaminación Ambiental, se define como la existencia de diversas sustancias en el medio ambiente con una concentración de valores altos o composición química que reprime el funcionamiento de los procesos naturales lo que conlleva aun deterioro de la salud y medio ambiente (EPA, 2021). Desde que se dio la revolución industrial en el mundo la población junto con el creciente desarrollo comercial ha favorecido el incremento de la contaminación del aire y esto trae por consecuencia un incremento en la temperatura de la superficie de la tierra, a lo largo de los años se generaron una gran concentración de GEI, los cuales se han ido acumulando en la atmosfera terrestre influyendo directamente en el calentamiento global. Según las opiniones de los profesionales en el rubro, tan solo el incremento de 1.5°C generaría consecuencias catastróficas que serían irreversibles para el planeta tierra (WWF, 2022).

Incremento de la Temperatura. La contaminación ambiental influye directamente a la naturaleza y afecta en gran medida a todo ser viviente ya que en estos cambios tan bruscos que se suscitan día a día no da el tiempo de adaptarse. En consecuencia, cuando hay un aumento de la temperatura se originan fenómenos de cambios extremos como inundaciones y sequías, alterando el equilibrio de los ecosistemas y ocasionando la muerte de diversas especies de flora y fauna. También, la metrópolis se ve constantemente afectada al convertirse en focos de gran contaminación y por eso son los principales puntos para actuar y minimizar estas consecuencias (IPCC, 2022). *Termómetro ambiental.* Herramienta para la evaluación de la variación térmica en espacios abiertos o cerrados mediante sensores internos o sondas externas (GESA, 2019). *Higrómetro.* Instrumento es el que mide la humedad relativa del medio ambiente, esto se determina a través de sensores que muestran cualitativamente el cambio a través de valores que se expresan en porcentaje (%). El instrumento que mide la temperatura y la humedad relativa al mismo tiempo se llama *termohigrómetro* (GESA, 2019).

Los *Jardines Verticales* son un sistema de paisaje en el que la vegetación se instala en una estructura vertical, se puede adaptar con un sistema de riego automatizado, y se puede modificar y adaptar de distintas formas en ambientes tanto internos como externos (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015).

De acuerdo con Katia Perini en su libro, “Progettare il verde in città” (*proyectar el verde en la ciudad*) (PERINI, 2013), cataloga los jardines verticales en dos diferentes clases como muros verdes y Living Wall System (LWS).

Muros verdes, se dividen en una serie de subcategorías que van divididas en base al uso que se da y forma de crecimiento vegetativo: *Sistema de cobertura vegetal directa:* conformado principalmente por plantas conocidas como enredaderas, las cuales se adhieren a las paredes formando el muro verde. *Sistema de cobertura vegetal indirecta:* similar al de cobertura vegetal directa, pero en este caso se ayuda a las plantas con estructuras metálicas, de madera o plástico como mallas o rejas donde las plantas se puedan sujetar y crecer. *Sistema de cobertura vegetal indirecta en combinación de elementos contenedores:* como su nombre lo dice, en este sistema las plantas crecen en contenedores como macetas colocadas junto al

muro de modo que las plantas crecen y se fijan en las paredes, o en soportes. La ventaja de usar este sistema que se pueden armonizar diferentes tipos de plantas con enredaderas (JAAFAR, y otros, 2011).

En cambio, los Sistemas Living Wall (LWS), se caracteriza por un patrón de cultivo hidropónico que agrega nutrientes introducidos en el sistema de riego: *LWS compuesto por elementos contenedores*: En este caso se refiere a sistemas modulares de plástico o metal que se adecuan a diferentes dimensiones, y en cada contenedor se añade el sustrato orgánico adecuado para el crecimiento de las plantas. *LWS compuesto de un sustrato en resina expandida*: En este sistema las especies de plantas son instaladas en un tipo de soporte expandido que puede ser esponja de fieltro tejido o lana de roca, las cuales se verán sostenidas y fijadas por una estructura metálica que será anclada al muro. *LWS compuesto por capas de fieltro*: este sistema es el más común denominado sistema de Patrick Blanc, en donde se colocan dos capas de geotextil encima de una pared impermeabilizada y la segunda capa se le colocan grapas de modo que se formen especies de bolsillos en donde se posicionan las plantas (JAAFAR, y otros, 2011).

El sistema escogido para el presente trabajo de investigación fue el tipo de Sistema Living Wall (LWS) compuesto por capas de fieltro, y contiene una estructura metálica la cual es el soporte de todo el jardín, como pared impermeabilizante se utilizó un panel de PVC expandido y sustrato orgánico e inorgánico.

Los jardines verticales brindan un apoyo a la sostenibilidad de las ciudades, incrementan la agricultura urbana, dan una mejora a la estética de las ciudades recalificando los espacios, mejoran la calidad del aire interior con la purificación de gases contaminantes y controlando la temperatura, pueden brindar un beneficio económico a largo plazo ya que se comportan como barreras protectoras de las estructuras, reducen el uso de artefactos climatizadores y tienen un bajo mantenimiento, mejoran la salud reduciendo el estrés y aumentando el rendimiento de las personas (MAHENDRAKUMAR PATEL, y otros, 2022)

Además, debe tener en cuenta los riesgos en los espacios cerrados, ya que el aumento de las temperaturas y los gases tóxicos pueden crear situaciones más peligrosas en su hogar, ya sea una sala de estar, una oficina, un centro de

capacitación o incluso una institución educativa. ya que representan un riesgo para la salud humana si no se ventilan adecuadamente y si la exposición es prolongada (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P., 2018). Hay poca preocupación y conocimiento sobre la contaminación interior en las ciudades. Según los expertos, se ha encontrado que puede haber concentraciones más altas de contaminantes en estos lugares que en campo abierto (AEMA, 2021).

El *Aislamiento Térmico* es un sistema cuya función es almacenar energía a través de elementos aislantes para controlar el flujo de calor. Este es un rasgo de diseño en la construcción, muy necesario para la salud térmica. Su potencial aislante será de acuerdo con el material del que esté hecho (Fundación Laboral de la Construcción, 2014).

Así el *Confort térmico* es una sensación fisiológica humana agradable en relación con las condiciones ambientales. El nivel de confort será influenciado por diferentes características del entorno (CABRERA-VALLEJO, y otros, 2016).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente tesis es de tipo aplicada. Una investigación es aplicada cuando su finalidad es resolver problemas causados por la actividad humana, de modo que busca mejorar el funcionamiento de los procedimientos, sistemas, normas, etc., aprovechando y desarrollando los avances tecnológicos en base a los descubrimientos de la investigación básica (LOZADA, 2014), y por lo tanto se cumple con esa descripción.

El nivel de la investigación es correlacional explicativa, porque en una investigación correlacional se establece y analiza el vínculo entre dos o más conceptos y/o variables, y en la investigación explicativa se busca respuestas y entendimiento a las causas de los acontecimientos. Y de modo que en el presente estudio se procedió a la recolección de información y su comparación de la variación de la temperatura y humedad en los espacios seleccionados, donde se hizo un análisis estadístico y figurativo por lo que se cumple con ese concepto (HERNÁNDEZ, y otros, 2014).

El presente caso de estudio es de un enfoque cuantitativo, ya que la información recolectada fue analizada a través de fórmulas, márgenes numéricos y gráficos para su posterior descripción e interpretación. Ya que un enfoque cuantitativo representa procedimientos probatorios y ordenados. Se basa en la recolección de datos que ayudan a comprobar la o las hipótesis a través de una evaluación estadística y numérica (HERNÁNDEZ, y otros, 2014 págs. 532 - 565).

El diseño es experimental, porque fueron escogidos dos espacios interiores con similares características para la recolección de información, los cuales se llamaron grupo de control y grupo experimental (en donde la variable influyente fue el jardín vertical) para hacer una comparativa entre parámetros termohigrométricos y un análisis de los datos de ambos espacios (WHITE, y otros, 2014).

- Diseño General: Experimental
- Diseño Específico: Experimental con dos grupos no equivalentes

3.2 Variables y operacionalización

- Variable independiente: Jardín Vertical
- Variable dependiente: Variación termohigrométrica en los espacios interiores de un hogar

La matriz de la operacionalización de las variables se encuentra en el ANEXO 1.

3.3 Población, muestra y muestreo

En el presente caso de estudio, la unidad de análisis es la determinación de la variación termohigrométrica por metros cuadrados en el ambiente escogido. Por lo tanto, la población fue definida como el espacio habitacional ubicado en la avenida Cementerio 201-A, Urb. FECIA, Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa, Perú, de 50m².

Para la muestra se seleccionaron dos ambientes similares de 10 m² cada uno, tomando en consideración las características físicas y ambientales más representativas para una posterior comparación de la variación de parámetros.

El muestreo fue de tipo probabilístico y completamente al azar, ya que para la evaluación de la variación termohigrométrica se consideraron dos espacios interiores y para las mediciones se tomaron como tratamiento las horas del día. El análisis estadístico se hizo a través del software SAS y Excel.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas utilizadas fueron la observación experimental, estudio de la documentación de modo de poder sustentar la información y método aplicado para la instalación y uso de los jardines verticales (DIHIGO, 2016).

Se utilizó una guía de observación para la recolección de información de las características del jardín vertical, la que permitió estudiar e indagar esa parte de la investigación, y que pudo responder los objetivos. Y una ficha de recolección de datos para el análisis y registro de la variación termohigrométrica según los tratamientos escogidos, para la organización, estudio e interpretación de la información (REYES, 2015).

3.4.1 Validez

Para identificar la validez de los instrumentos, estos han sido calificados por juicio de expertos a través de fichas de validación de modo de identificar la evaluación de cada especialista con respecto a cada instrumento. Quienes los calificaron de acuerdo a 10 criterios: Claridad, Objetividad, Actualidad, Organización, Suficiencia, Intencionalidad, Consistencia, Coherencia, Metodología y Pertinencia. Y donde el puntaje mínimo para que el instrumento sea validado es de 85. (Anexos) (HERNÁNDEZ, y otros, 2014) En la Tabla 1, se muestran las calificaciones brindadas por cada uno de los expertos:

Tabla 1: Cuadro validación de instrumentos

Especialistas	Instrumento 1	Instrumento 2
Ing. Romel David Mestas Solis	94%	95%
Dr. Espinoza Farfán Eduardo Ronald	95%	95%
Ing. Percy Luis Grijalva Aroni	93%	95%
Promedio	94%	95%
Inaceptable, Mínimamente aceptable, Aceptable	ACEPTABLE	ACEPTABLE

3.4.2 Confiabilidad

La confiabilidad de los instrumentos se presentó a través de los resultados de las fichas de validación ya que ambos instrumentos superaron el rango mínimo requerido. El instrumento 1 obtuvo un promedio de 94% y el instrumento 2 obtuvo un promedio de 95%. Lo que hace que ambos instrumentos sean confiables.

3.5 Procedimientos

3.5.1. Ubicación

En la Figura 1, se muestra la ubicación espacial de la zona de la investigación cuyas características son:

- Departamento: Arequipa
- Provincia: Arequipa
- Distrito: José Luis Bustamante y Rivero
- Lugar: Av. Cementerio 201 – A
- Coordenadas: 8181962 N, 229385,8E
- Mapa:

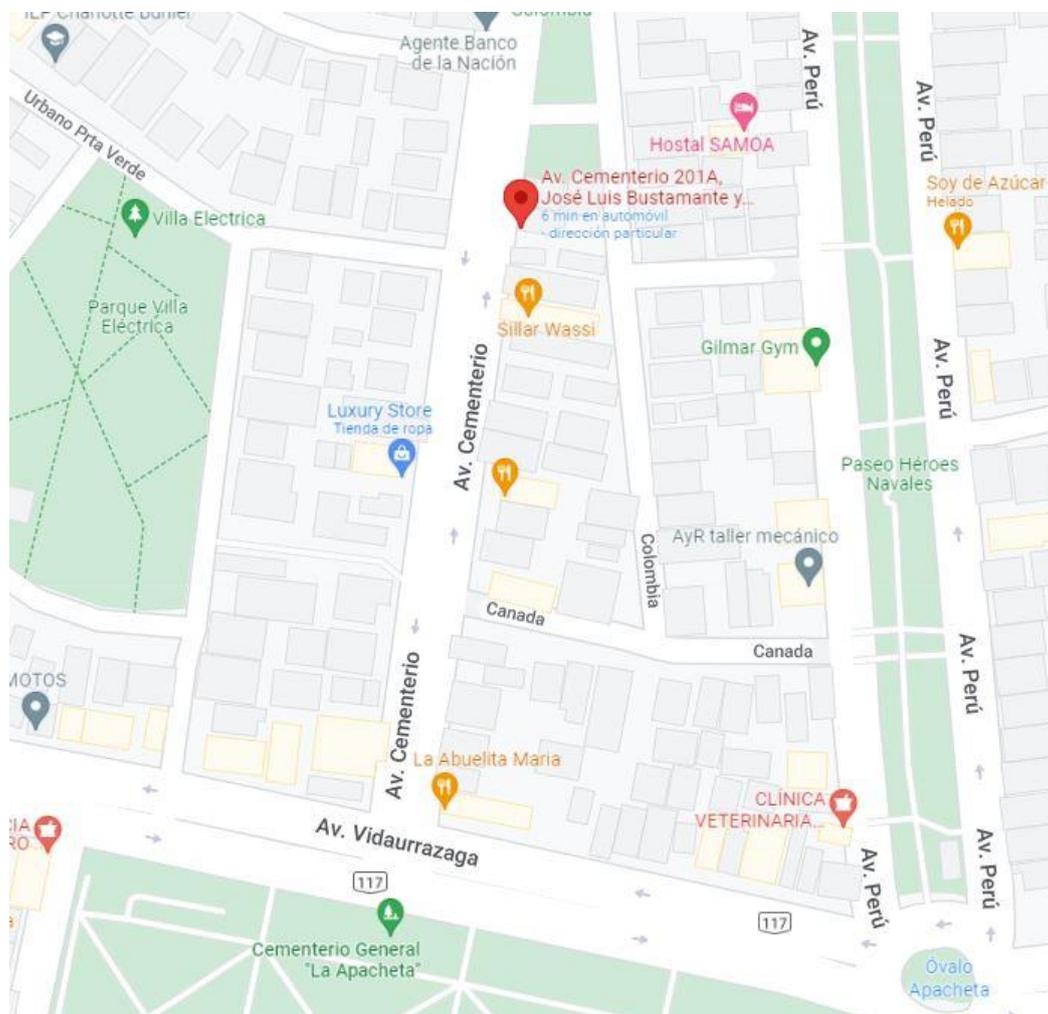


Figura 1: Ubicación del jardín vertical

3.5.2. Fase 1: Construcción del jardín

Posterior a la selección de los espacios de estudio. Para la Fase 1 de la tesis, se consideró la construcción del jardín vertical, para lo que se escogió el tipo LWS (Living Wall System) con geotextil, comúnmente llamado fieltro, específico para la contención de plantas, como se puede observar en la Figura 2, es decir, conformado por:

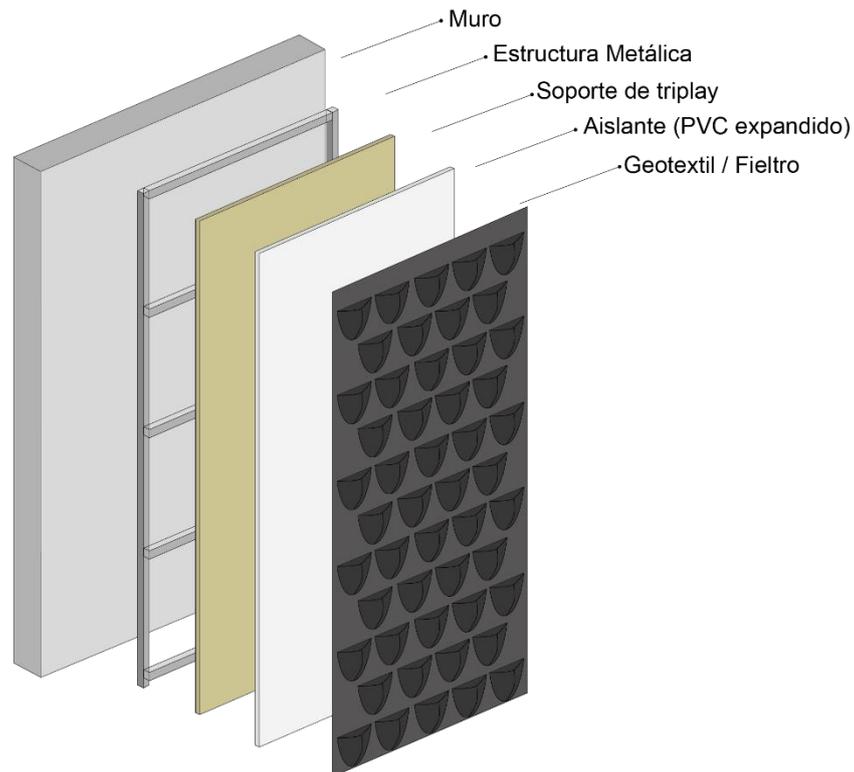


Figura 2: Partes del sistema LWS

Después de seleccionar el muro donde fue posicionado el jardín, se procedió a la construcción de una estructura de perfiles de acero galvanizado para ser el soporte de toda la estructura.

Para evitar posibles filtraciones de humedad y agua se impermeabilizó el muro con un panel de PVC expandido sujetado a un triplay atornillado a la estructura metálica.

Por último, se instaló el geotextil, en dos partes, la primera adherida al PVC, y la segunda fue engrapada a la primera, pero no tan tensa de modo que haya espacio para dividir los espacios para los bolsillos que contuvieron las plantas (PERINI, 2013).

3.5.3. Fase 2: Análisis termohigrométrico de los espacios interiores

El análisis consistió en el registro de la variación termohigrométrica de los espacios seleccionados, con instrumentos certificados que consistieron en dos termohigrómetros, los cuales brindaron datos de temperatura en grados Celsius (°C) y de humedad relativa en porcentaje (%). Se escogieron dos posiciones para la colocación de los termohigrómetros en cada ambiente de modo de poder obtener la información al mismo tiempo. De los espacios, uno con el jardín vertical, y el otro sin jardín, con la finalidad de hacer una comparativa y estudio de la variabilidad de los parámetros en ambos espacios, e identificar el nivel de confort en cada uno. Para determinar la influencia del jardín vertical en dicha variación. Este confort se determina como el equilibrio de la percepción térmica que el hombre distingue con relación a su entorno, es decir, el resultado de la información que recibe el cerebro tras la interacción de la temperatura con el sistema nervioso a través de la piel (CABRERA-VALLEJO, y otros, 2016).

3.5.4. Determinación de la selección de las especies de plantas

Para la determinación de las plantas a escoger se analizaron diferentes factores como la ubicación y posición de las plantas, así como los beneficios más representativos según el estudio de la NASA, sobre las mejoras plantas para espacios interiores. (ESPINOZA AQUINO, 2015).

- Sedum (*Sedum chrysastum*)
- Cinta (*Chlorophytum comosum*)
- Planta del dinero (*Plectranthus verticillatus*)
- Helecho serrucho (*Nephrolepis cordifolia*)

3.5.5. Sistema de riego

Para el sistema de riego se consideraron las dimensiones del jardín (4m²) y una evaluación desde el trasplante hasta la final adaptación de cada planta. Por lo que se utilizó un atomizador a presión manual de 5L. y se procedió a un riego por micro aspersion, con el cual el agua fue distribuida por todo el jardín, así que en la parte inferior se colocó un canal para recolección de agua (LAMO JIMÉNEZ, 2020).

El riego se redujo gradualmente desde las primeras semanas de trasplante, empezando por dos veces al día hasta lograr la adaptación de las plantas al nuevo sustrato. Luego se disminuyó a una vez al día hasta lograr un crecimiento equilibrado. Una vez alcanzado un tamaño adaptado, se procedió a regar interdiario. Cada siete días se añadió al sistema de riego una solución de 25ml de "NUTRISIL", disuelta en 5 litros de agua, para fertilizar a las plantas de manera ecológica, ya que este nutriente está compuesto por algas marinas y micro elementos que ayudan al crecimiento de las plantas y fortalecimiento de sus raíces (LOPEZ PADRÓN, y otros, 2020).

3.5.6. Mantenimiento del jardín vertical

El mantenimiento del jardín fue analizado y estudiado para la verificación del análisis documental previo y comprobar el correcto manejo del jardín para lo cual, se tuvo en consideración lo siguiente:

- Poda de las hojas: Va en relación con el crecimiento y desarrollo de cada especie vegetal, y es fundamental para ayudar a mejorar la nutrición y fortalecimiento de las plantas, además de mejorar la estética al remover hojas y ramas muertas. De la misma forma, para reducir la aparición de plagas y un crecimiento uniforme.
- Fertilización: Consiste en agregar nutrientes a las plantas para favorecer su correcto crecimiento vegetativo; se puede dar con la adición directa del producto, de forma sólida o soluble, gradualmente. Estos fertilizantes se añaden según las características de las plantas o sus requisitos de crecimiento, etc.

- Reemplazar plantas muertas: El cambio de plantas que no se han adaptado completamente al nuevo sustrato es importante para mantener el equilibrado crecimiento de todo el jardín.
- Refuerzo de sustrato: Aproximadamente cada 6 meses, es necesaria una evaluación de cada planta para una posible adición o cambio de sustrato como el sphagnum, el cual ayuda con la retención de agua y nutrientes.
- Manejo de plagas y enfermedades: Existe la posibilidad de que algunas plantas puedan ser susceptibles a la invasión de plagas o enfermedades ya sean transmitidas por el viento u otras plantas vecinas, es necesaria su detección y control cada cierto periodo (GUNAWARDENA, y otros, 2020)

3.6 Método de análisis de datos

El análisis de datos se realizó mediante la recopilación de información y observación de los dos espacios seleccionados: El grupo de control, es decir, el espacio sin jardín vertical y el grupo experimental, es decir, el espacio que contiene el jardín vertical. A través de la medición de parámetros de temperatura y humedad, se identificó la variación de la información dentro de los grupos de estudio.

Para analizar los resultados obtenidos de la medición de la temperatura y humedad, en ambos espacios, se hizo una regresión entre dicha información y el tiempo, es decir Tratamiento 1 (mañana), Tratamiento 2 (tarde) y Tratamiento 3 (noche).

Los datos se analizaron bajo un diseño completamente al azar, en función a los tratamientos 1, 2 y 3 ya mencionados, y las repeticiones fueron horas específicas para medir la temperatura y la humedad. Eso se analizó bajo el software SAS y para construir las tablas, gráficos y figuras, se utilizó el programa Excel.

El grado de correlación de este estudio se determinó mediante la prueba R de Pearson, debido a que, por ser un diseño experimental y cuantitativo, la medición de los parámetros de temperatura y humedad se realizó al mismo momento en los dos espacios seleccionados. Una medición en el espacio que no tiene jardín vertical, y la otra medición en el espacio con jardín vertical. Por lo tanto, la

correlación entre la información de ambas variables viene determinada por la fórmula:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x*y - (\sum x)(\sum y)}{\left[\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \right] \left[\sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2} \right]} \quad (1)$$

Dónde:

- ✓ r = coeficiente de correlación de Pearson
- ✓ n = número de veces de la toma de muestra
- ✓ x = media de muestra promedio 1
- ✓ y = media de muestra promedio 2

(ROY-GARCÍA, y otros, 2019)

3.7 Aspectos éticos

Este estudio tiene como finalidad beneficiar a la sociedad y servir para el desarrollo de información y como base y antecedente para futuras investigaciones.

Los resultados se analizaron y evaluaron respeto, ética e integridad para sacar conclusiones objetivas basadas en la calidad del medio ambiente.

Se resaltó el respeto a la autoría de la información obtenida, haciendo mención y referenciando las citas respectivas de sus autores.

Éste trabajo se realizó, de acuerdo al código de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo, el cual tiene como objetivo que las investigaciones desarrolladas en el ámbito de dicha universidad cumplan con la honestidad y responsabilidad para proteger los derechos de los investigadores y su propiedad intelectual. Es por eso que este proyecto cumple con los principios que rige la investigación. Ya que en el capítulo III del código de ética, menciona las normas para el desarrollo de la investigación en la UCV, y específicamente, según el artículo N°13 – De la investigación con plantas, en el cual contempla el respeto a la biodiversidad y la protección del medio ambiente, teniendo la consideración de los principios del derecho ambiental de la precaución y prevención, el cual está referido

a tomar las medidas necesarias para que se evite el deterioro de la calidad ambiental, antes de que estos se originen y cuando exista una duda en los posibles efectos de los impactos al ecosistema (Universidad César Vallejo, 2017).

Para la designación de los grupos de estudio, primeramente, se obtuvo el debido consentimiento de los propietarios de los espacios analizados, y el estudio se desarrolló con el respeto a la propiedad privada y en armonía al entorno vecinal. Cumpliendo con los cuatro principios éticos mencionados en el artículo “La importancia de la ética en la investigación”: “Los sujetos de prueba deben escoger voluntariamente participar en el estudio, los encuestados tienen derecho a decidir sobre las condiciones bajo las cuales participarán. Los datos recopilados no pueden utilizarse para otros fines que no sean de investigación o desarrollo científico. Un procedimiento de investigación éticamente aprobado puede lograr estándares éticos más altos entre los investigadores” (SALAZAR RAYMOND, y otros, 2018).

Por último, el trabajo pasó supervisión a través del programa TURNITIN para identificar el grado de similitud con otros proyectos. Respetando el porcentaje mínimo de la universidad Cesar Vallejo para su aprobación.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de un jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar, Arequipa 2022

Para la evaluación del jardín vertical y determinar su efectiva influencia en espacios interiores en un hogar, se realizó un análisis termohigrométrico en dos espacios seleccionados, uno con jardín vertical, y el otro sin jardín vertical, de modo de poder comprobar si efectivamente existe una diferencia de la temperatura y humedad. Los resultados mostraron una significativa variación de ambos parámetros en ambos espacios, a través de los tratamientos escogidos (mañana, tarde y noche), siendo el espacio con jardín vertical el más beneficiado.

4.1.1. Análisis termohigrométrico del espacio con jardín vertical

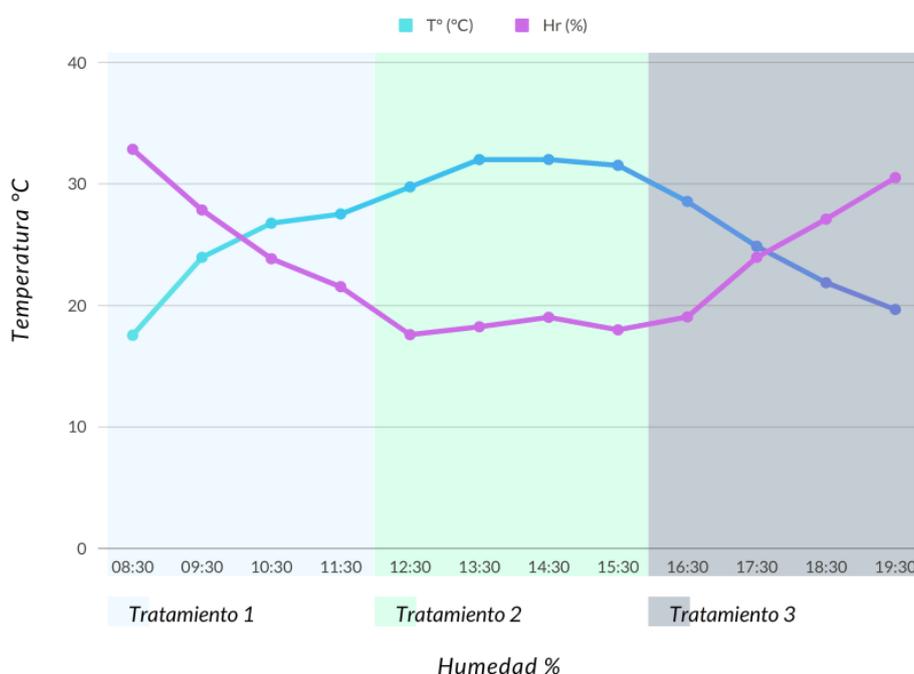


Figura 3: Comparación temperatura y humedad con jardín vertical

La Figura 3, indica el comportamiento de la temperatura y humedad en los distintos tratamientos en el espacio con jardín vertical. Se identifica que, a mayor temperatura, menor es la humedad, siendo la mayor temperatura reportada de 32.008°C, sin embargo, la brecha diferencial entre estos parámetros es menor, respecto al espacio sin jardín vertical, considerando la estación del año en la que

se hicieron las mediciones (época de friaje). Por lo tanto, la brecha entre temperatura y humedad se reduce en presencia de un jardín vertical.

En el tratamiento 1, vemos que, en el lapso de 4 horas, el aumento de temperatura causa la disminución de humedad relativa, sin embargo, la presencia del jardín vertical amortigua esta disminución, con lo que el punto más bajo de humedad llega al 17.58%, luego de esto, permanece en equilibrio en el tratamiento 2, donde la temperatura y humedad se estabilizan de cierta forma. En el tratamiento 3, la disminución de la temperatura causa el incremento de la humedad.

4.1.2. Análisis termohigrométrico del espacio sin jardín vertical

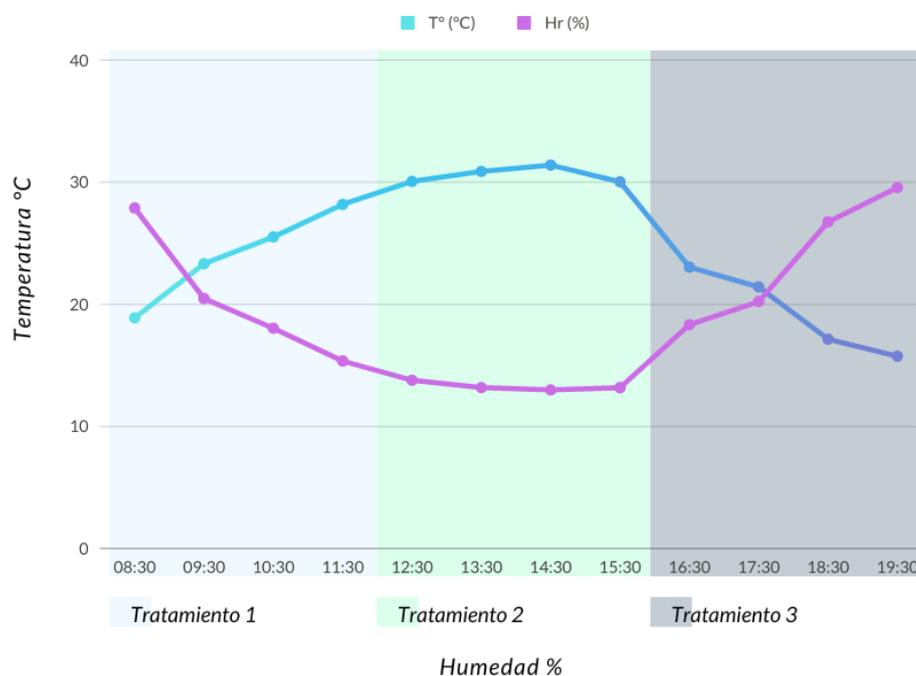


Figura 4: Comparación temperatura y humedad sin jardín vertical

En la Figura 4, se observa que, en el espacio sin jardín vertical, también se produce el fenómeno de que, a mayor temperatura, menor humedad, pero en este caso la brecha entre ambos parámetros es mayor, respecto al ambiente con jardín vertical. Además, la humedad relativa disminuye progresivamente hasta llegar a 13.01% es decir, en este caso, la humedad es menor en comparación al ambiente con jardín vertical, debido a la humedad que producen las plantas y su sistema de riego. Pero la temperatura también es menor, respecto al otro ambiente.

En el tratamiento 1, entre las 8:30 am y las 9:30 am, se produce un drástico cambio entre la temperatura y humedad, es decir, la humedad disminuye y la temperatura aumenta. En el tratamiento 2, no se produce un equilibrio porque se ve un ligero aumento de temperatura y una ligera disminución de la humedad. Pero en el tratamiento 3, el cambio entre temperatura y humedad es un poco irregular.

4.2. Características del Jardín vertical

Tabla 2: Cuadro de características del jardín vertical

	Cantidad	Detalle
Dimensiones	4 m ²	2 m largo x 2 m ancho
Especies	4 tipos	<ul style="list-style-type: none">• Sedum (<i>Sedum chrysastum</i>)• Cinta (<i>Chlorophytum comosum</i>)• Planta del dinero (<i>Plectranthus verticillatus</i>)• Helecho serrucho (<i>Nephrolepis cordifolia</i>)
Plantas	100 unid.	Colocadas en bolsillos de 20 cm por 20 cm de geotextil.
Ubicación	10 m ²	Construido en el hall/pasillo del departamento seleccionado.
Fertilización	1 vez/15 días	NPK (según dosis para jardín)
Riego	5lt/día	Con micro pulverizador, tres veces al día.
Mantenimiento	1 vez/semana	Para remover hojas secas y posible recalce de plantas

La tabla 2, presenta las características del jardín vertical construido. El cual tiene un tamaño de 4 metros cuadrados, y contiene 100 plantas de diferentes especies seleccionadas. Se encuentra ubicado en el hall de 10 metros cuadrados del departamento escogido. El trasplante se dio con ayuda de nutrientes, enraizantes (fitohormonas) y sphagnum. El jardín vertical se fertilizó una vez cada 15 días con NPK, y se regó 3 veces al día con un micro pulverizador de capacidad de 5 litros.

4.3. Comparación por espacios con y sin jardín vertical

Tabla 3: Registro comparativo de espacios con y sin jardín vertical

		Grupo experimental – con jardín vertical		Grupo control – sin jardín vertical	
		Fecha: 10/07/2022		Fecha: 10/07/2022	
Tratamiento	Hora	T° (°C)	Hr (%)	T° (°C)	Hr (%)
Tratamiento 1 - Mañana	08:30	17.527	32.85	18.896	27.89
	09:30	23.954	27.85	23.336	20.48
	10:30	26.761	23.84	25.524	18.05
	11:30	27.512	21.52	28.184	15.37
Tratamiento 2 - Tarde	12:30	29.746	17.58	30.072	13.8
	13:30	32.005	18.23	30.887	13.2
	14:30	32.008	19.01	31.402	13.01
	15:30	31.521	17.98	30.029	13.19
Tratamiento 3 - Noche	16:30	28.541	19.04	23.058	18.34
	17:30	24.852	23.95	21.427	20.23
	18:30	21.863	27.1	17.159	26.76
	19:30	19.652	30.51	15.764	29.57

En la tabla 3, se puede identificar la diferencia de las mediciones de temperatura y humedad de los dos ambientes escogidos para la medición, se estableció 3 tratamientos para determinar la variación de los dos parámetros dividiéndolos en tratamiento1: mañana, tratamiento2: tarde y tratamiento3: noche, es decir, uno con la presencia del jardín vertical, y el otro sin el jardín vertical.

4.3.1. Comparación de la temperatura entre espacios con jardín y sin jardín vertical

La comparación de la temperatura de los espacios con jardín y sin jardín vertical que se muestra en la Figura 5.

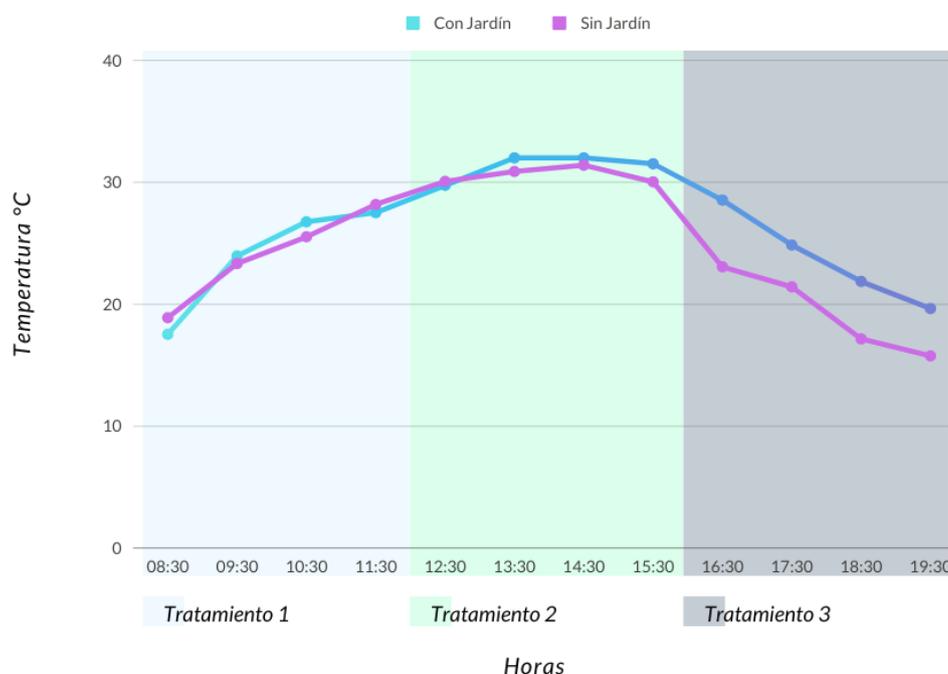


Figura 5: Comparación de la variación de la temperatura entre los espacios con y sin jardín vertical

En la Figura 5, se puede observar la comparativa de temperatura de los dos ambientes escogidos. En donde la temperatura obtenida de la medición con el jardín vertical (línea celeste), en el tratamiento 1 se apreció que hay un incremento que va en aumento desde 17.527°C obtenida a las 8:30 am hasta una temperatura máxima de 27.512°C obtenida a las 11:30 am, teniendo como temperatura promedio 23.938°C (T1), en el tratamiento 1 siendo esta una temperatura promedio según SENAMHI en las mediciones del mes de julio para el ambiente con jardín vertical; en el tratamiento sin jardín vertical (línea morada) se obtuvo una temperatura promedio de 23.985°C (T2), siendo la diferencia de temperaturas de 0.046°C lo cual no tiene una representación muy significativa ya que en las primeras hora del día es donde se puede sentir un clima frio en la ciudad de Arequipa.

En el tratamiento 2, se observó que el incremento de la temperatura llegó a su pico más alto teniendo como promedio de temperatura 31.320°C (T3) en el ambiente con jardín vertical, mientras que en el ambiente sin jardín vertical se obtuvo un promedio de temperatura de 30.597°C (T4), teniendo una diferencia de 0.723°C , en este punto se pudo apreciar un ligero incremento de la temperatura en presencia del jardín vertical, el cual actuó como una barrera aislante la cual permite mantener la temperatura en el ambiente por unos grados más elevados respecto al ambiente sin jardín vertical.

En el tratamiento 3, se observó que la temperatura tuvo un descenso desde las 16:30 pm con un promedio de temperatura de 23.727°C (T5) en el espacio con jardín vertical, mientras que en el ambiente sin jardín vertical se obtuvo una temperatura promedio de 19.352°C , teniendo una diferencia de 4.375°C en ambos ambientes confirmado una vez que el jardín actúa como barrera aislante para el frío del invierno de Arequipa.

Se obtuvo como temperatura promedio en el ambiente con jardín vertical 26.329°C y en el ambiente sin jardín vertical una temperatura promedio de 24.645°C siendo la diferencia de casi 2°C .

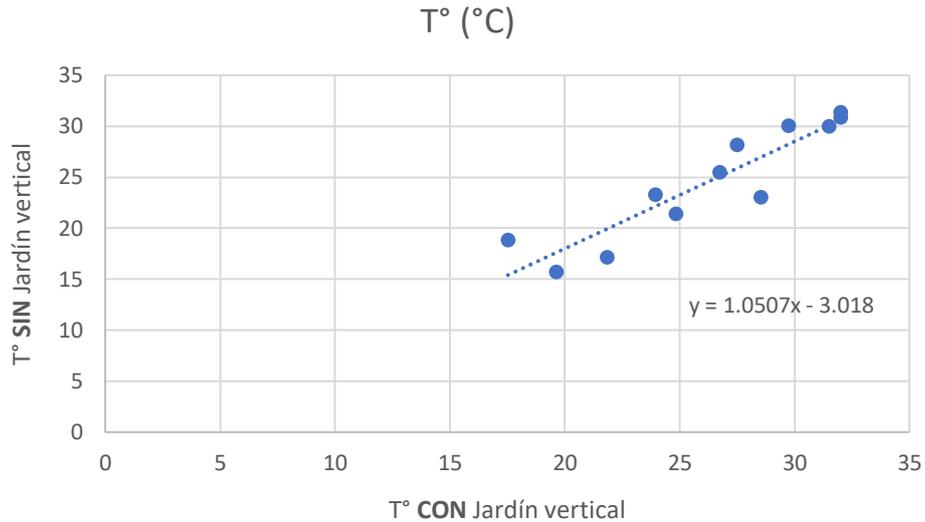


Figura 6: Regresión lineal para comprobar la normalidad de datos de temperatura entre espacios con y sin jardín vertical.

En la Figura 6, se identificó la normalidad de los datos a través de un análisis de la dispersión de la variación de la temperatura entre los espacios con y sin jardín vertical (Excel), obteniendo como resultado una correlación positiva fuerte. Por lo tanto, se procedió a un análisis estadístico paramétrico.

Por este motivo, la prueba R de Pearson obtuvo un valor de correlación de la variación de la temperatura de **0.919** lo cual indica un alto valor de correlación y confianza.

$$r_{xy} = \frac{n \sum x*y - (\sum x)(\sum y)}{[\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}][\sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}]} \quad (2)$$

Dónde:

- ✓ r = coeficiente de correlación de Pearson
- ✓ n = número de veces de la toma de muestra
- ✓ x = media de muestra promedio 1
- ✓ y = media de muestra promedio 2

4.3.2. Análisis de varianza de temperatura del espacio con jardín vertical

Al análisis de varianza la tabla 4 resultó significativo, se pudo notar que hay un efecto en el jardín vertical

Tabla 4: Análisis de varianza de temperatura Tabla del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	149.579898	74.789949	6.13	0.0209
Error	9	109.824769	12.2027521		
Suma total	11	259.404667			
CV = 13.27%					

Como el valor de P salió significativo, se realizó la prueba de contraste de Tukey, tabla 5, donde se observa en letras desiguales que es significativo, además el tratamiento 2 el que posee temperaturas altas, sin embargo, el tratamiento 1 y 3 baja la temperatura manteniendo una temperatura constante entre la tarde y noche.

Tabla 5: Prueba de contraste de tukey para temperatura en el espacio con jardín vertical

Significancia	Promedios	Tratamientos
A	31.32	T2
B	23.939	T1
B	23.727	T3

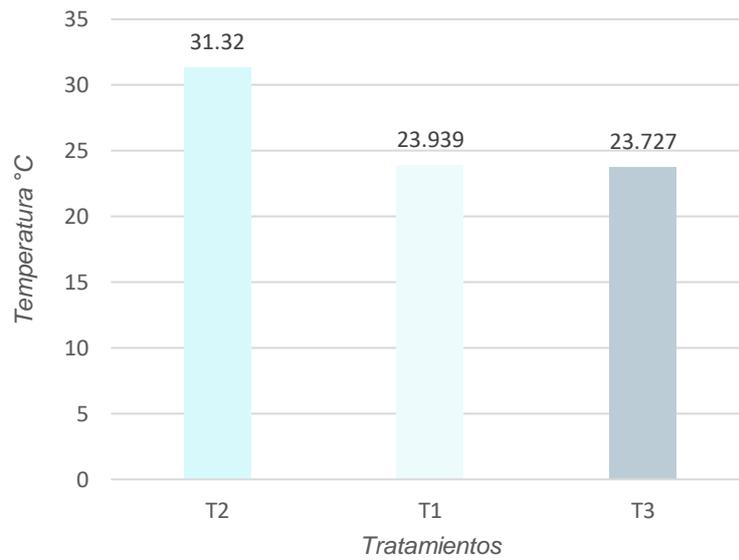


Figura 7: Efecto del tratamiento sobre la temperatura en el espacio con jardín vertical

De la Figura 7, se corrobora que el tratamiento 1 y 3 mantienen una temperatura constante de 23°C a diferencia del tratamiento 2, donde aumenta hasta 31°C, lo que significa que las plantas tienden a mantener una temperatura constante desde la noche a la mañana del día siguiente que es cuando la temperatura es más baja durante el día.

4.3.3. Análisis de varianza de temperatura del espacio sin jardín vertical

Al análisis de varianza (Tabla 6) resultó significativa, revelando que existe un efecto en el jardín vertical.

Tabla 6: Análisis de varianza de temperatura del espacio sin jardín vertical

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > f
Entre tratamientos	2	255.5348207	127.7674103	13.79	0.0018
Error	9	83.372671	9.2636301		
Suma total	11	338.9074917			
CV= 12.35%					

Como el valor P, resultó significativo se realizó la prueba de contraste de Tukey (Tabla 7), donde se observa en letras desiguales que es significativo, además siendo el tratamiento 2 el que posee mayor temperatura, sin embargo, el tratamiento 1 la temperatura es menor y en el tratamiento 3 la temperatura baja mucho más. Se observa por lo tanto que solo en la tarde, puede establecerse una concentración de temperatura, pero disminuir drásticamente en la noche.

Tabla 7: Prueba de contraste de tukey para temperatura en el espacio sin jardín vertical

Significancia	Promedios	Tratamientos
A	30.60	T2
B	23.99	T1
B	19.35	T3

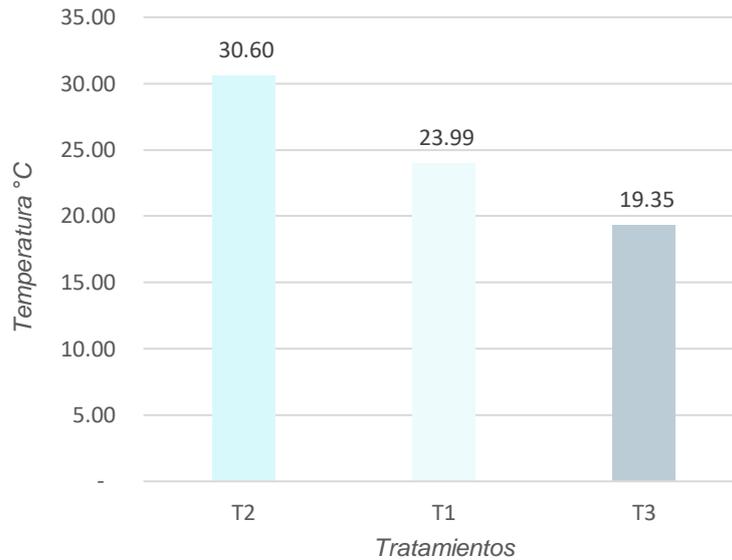


Figura 8: Efecto del tratamiento sobre la temperatura en el espacio sin jardín vertical

De la Figura 8, se corrobora que el tratamiento 2 mantiene una mayor temperatura respecto al tratamiento 1 y 3 llegando hasta los 30.60°C. Y se puede observar que solo en el tratamiento 1 y 2 se mantiene una temperatura considerada dentro del promedio para un confort, pero en el tratamiento 3, la temperatura desciende hasta los 19.35°C, sin mantener el equilibrio requerido para un confort térmico.

4.3.4. Comparación de la humedad entre espacios con jardín y sin jardín vertical.

La comparación de la humedad de los espacios con jardín y sin jardín vertical que se muestra en la Figura 9.



Figura 9: Comparación de la variación de la humedad entre espacios con y sin jardín vertical

En la Figura 9 se pudo observar la comparativa de la humedad registrada por el termohigrómetro, donde el tratamiento 1 del espacio con jardín vertical, tuvo como valor máximo de 32.85% de Hr las 8:30 am, teniendo una variación de hasta 21.52% de humedad obtenida a las 11:30 am, teniendo como humedad promedio 26.515% de Hr, se aprecia que hay una variación prolongada manteniendo la humedad de forma gradual, se observó que el ambiente sin jardín vertical, tiene una variación más radical presentándose como valor más alto 27.89% Hr y como valor más bajo 15.37% Hr, teniendo como humedad promedio 20.448% obteniendo una diferencia entre los dos ambientes de 6% Hr, además en el tratamiento 1 la humedad es unos de los valores más altos obtenidos en el día de medición.

En el tratamiento 2, se observó que el promedio de humedad en el ambiente con jardín vertical fue de 18.20% de Hr, teniendo una variación que arrojó como valor más alto 19.01% y como humedad promedio en el ambiente sin jardín vertical se obtuvo 13.30% Hr, siendo esta constante manteniéndose en 13 durante todo el tratamiento en los horarios establecidos.

En el tratamiento 3, se observó que la humedad tuvo un aumento desde las 16:30 pm con un promedio de humedad de 25.15% Hr en el espacio con jardín vertical, mientras que en el ambiente sin jardín vertical se obtuvo una humedad promedio de 23.725% Hr, teniendo una diferencia de 1.425% Hr en ambos ambientes confirmado que el jardín actúa como barrera aislante para el frío del invierno de Arequipa.

Se determinó que la comparación de la medición en ambos ambientes hubo un descenso en la humedad en las horas más altas de incidencia de radiación solar, la cual descendió hasta 7 puntos de diferencia en el % de humedad.

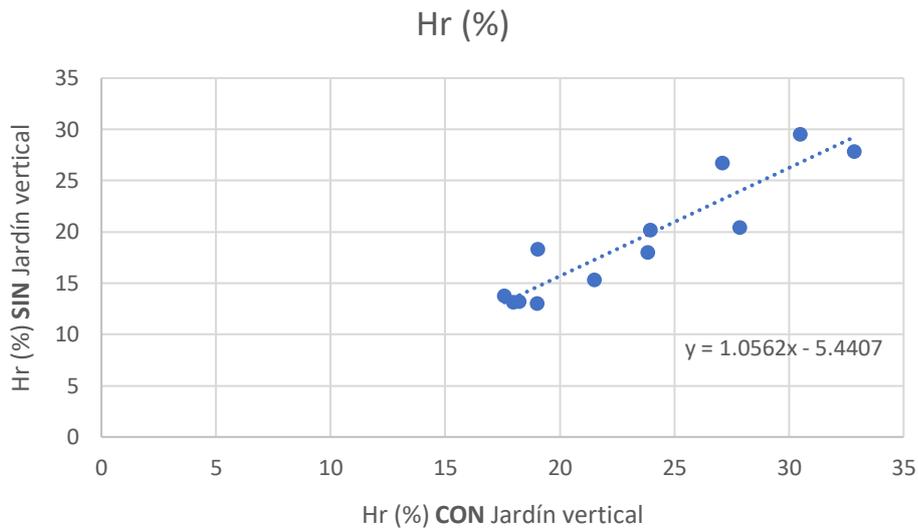


Figura 10: Regresión lineal para comprobar la normalidad de datos de Hr entre espacios con y sin jardín vertical.

En la Figura 10, se identificó la normalidad de los datos a través de un análisis de la dispersión de la variación de la humedad relativa entre los espacios con y sin jardín vertical (Excel), obteniendo como resultado una correlación positiva ascendente. Por lo tanto, se procedió a un análisis estadístico paramétrico.

Por este motivo, la prueba R de Pearson obtuvo un valor de correlación de la variación de la humedad relativa de **0.924** lo cual indica un alto valor de correlación y confianza.

$$r_{xy} = \frac{n \sum x*y - (\sum x)(\sum y)}{\left[\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \right] \left[\sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2} \right]} \quad (3)$$

Dónde:

- ✓ r = coeficiente de correlación de Pearson
- ✓ n = número de veces de la toma de muestra
- ✓ x = media de muestra promedio 1
- ✓ y = media de muestra promedio 2

4.3.5. Análisis de varianza de humedad del espacio con jardín vertical

Al análisis de varianza (Tabla 8) resultó significativa, haciéndose notar que hay un efecto favorable en el espacio con jardín vertical.

Tabla 8: Análisis de varianza humedad del espacio con jardín vertical

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > f
Entre tratamientos	2	159.0732667	79.5366333	4.89	0.0365
Error	9	146.4141	16.2682333		
Suma total	11	305.4873667			
Cv = 17.31%					

Como el valor P, salió significativo, se realiza la prueba de contraste de Tukey (Tabla 9), donde se observa en letras desiguales es significativo, además siendo los T1 y T3 los que poseen mayor humedad respecto al T2, se identifica el contraste que causa con la temperatura donde en la tabla 3 se indicaba al T2 como el que tenía mayor temperatura. Por lo tanto, del mismo modo, se observa que las plantas influyen en la humedad del espacio.

Tabla 9: Prueba de contraste de tukey para humedad en el espacio con jardín vertical

Significancia	Promedios	Tratamientos
A	26.52	T1
B A	25.15	T3
B	18.20	T2

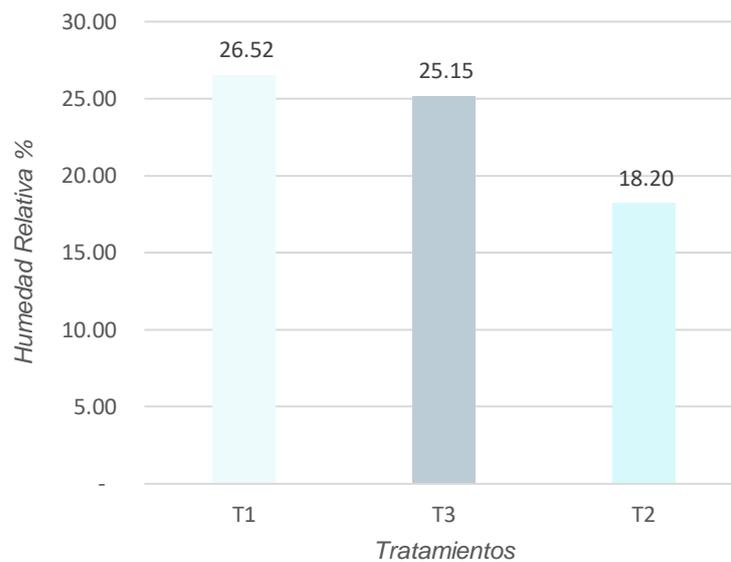


Figura 11: Efecto del tratamiento sobre la humedad en el espacio con jardín vertical

De la Figura 11, se corrobora que el tratamiento 1 y 3 tienen la humedad promedio con una ligera diferencia de 1%, lo que significa que las plantas tienden a mantener la humedad constante desde la noche a la mañana del día siguiente, al igual que la temperatura observada en la Figura 7. Y en el tratamiento 2, la humedad disminuye por el aumento de temperatura llegando al 18.20% en promedio.

4.3.6. Análisis de varianza de humedad del espacio sin jardín vertical

Al análisis de varianza (Tabla 10) resultó significativa, haciéndose notar que hay un efecto en el jardín vertical.

Tabla 10: Análisis de varianza de humedad del espacio sin jardín vertical

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > f
Entre tratamientos	2	227.34585	113.672925	5.95	0.0225
Error	9	171.865575	19.096175		
Suma total	11	399.211425			
Cv= 22.81					

Como el valor P es significativo se realiza la prueba de contraste de Tukey (Tabla 11), donde se observa en letras desiguales es significativo, además siendo el tratamiento 3 el que posee mayor humedad relativa que el tratamiento 1 y 2, sin embargo, el tratamiento 1 muestra más humedad que el tratamiento 2, el cual posee también mayor temperatura.

Tabla 11: Prueba de contraste de tukey para humedad en el espacio sin jardín vertical

Significancia	Promedios	Tratamientos
A	23.73	T3
B A	20.45	T1
B	13.30	T2

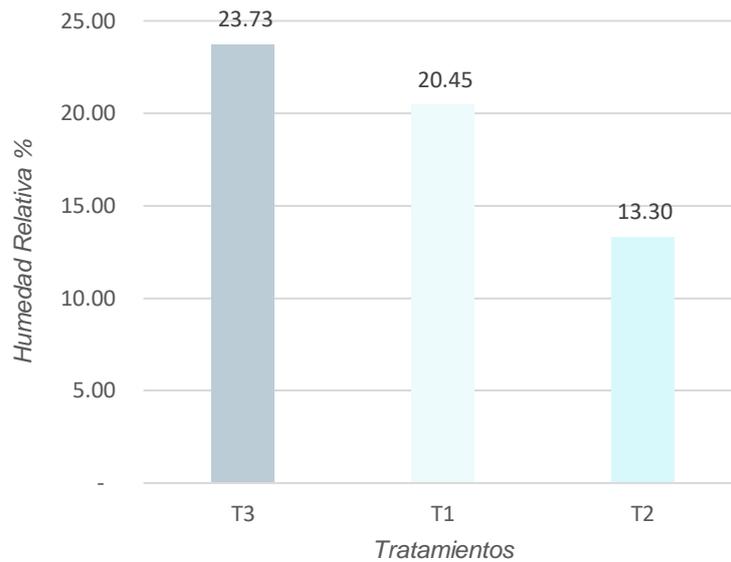


Figura 12: Efecto del tratamiento sobre la humedad en el espacio sin jardín vertical

De la Figura 12, se corrobora que el tratamiento 3 mantiene una mayor humedad relativa llegando a 23.73% en promedio, la cual disminuye en el tratamiento 1, es decir en la mañana, llegando a 20.45%, y aún más en el tratamiento 2, es decir en la tarde, llegando a 13.30% de promedio lo que indica una variación de humedad muy relacionada a la variación de temperatura.

4.4. Manejo del jardín vertical

Para identificar el mejor manejo del jardín vertical, se consideraron primeramente las características de dicho jardín (Tabla 2). Una vez posicionado el jardín se procedió con la instalación de las 100 plantas (*Sedum* (*Sedum chrysastum*), Cinta (*Chlorophytum comosum*), Planta del dinero (*Plectranthus verticillatus*), Helecho serrucho (*Nephrolepis cordifolia*)), las cuales fueron distribuidas en bolsillos de 20 cm de ancho por 20 cm de alto. Para esto se prepararon los bolsillos y además el sustrato de sphagnum el cual ayudó en la retención de agua de cada planta.

Al momento del trasplante, las raíces de cada planta fueron limpiadas con agua, y se retiró gran parte de la tierra donde enraizaron sin comprometer las raíces, y para reducir el shock de trasplante, a cada planta se añadió sphagnum y enraizante. Además, se programó un riego diario 2 veces al día en las primeras semanas de la plantación del jardín, con el objetivo de que las plantas puedan adaptarse al nuevo sustrato. Cuando las plantas se adaptaron, se observó que el riego debía reducirse, primero a 1 vez al día, luego interdiario.

Se determinó que el todo jardín vertical debe poseer plantas y sustrato adecuado para así poder evidenciar un crecimiento óptimo de las plantas el cual aporte no solo nutrientes naturales sino también mantenga los nutrientes suministrados. (SUNDAR, 2018)

Después de un mes desde el trasplante, se procedió a la evaluación del jardín para la reposición de posibles plantas muertas o en déficit, que no lograron adaptarse al nuevo sustrato. Donde el 10% de las plantas del jardín fue considerado para ser repuesto. A los 45 días el jardín se había adaptado y estaba en fase de crecimiento, para lo cual la poda del follaje fue de suma importancia de modo de evitar ramas secas que quitan fuerza a las plantas. Para evitar la aparición de plagas y enfermedades. Ya que se identificó la presencia de algunos gusanos, los cuales fueron removidos manualmente y se aplicó insecticida líquido al jardín por posibles larvas. Cada 7 días, en el sistema de riego, se aplicaron 25ml de "NUTRISIL", disuelta en 5 L. de agua, ya que la fertilización es una de las etapas más importantes para el buen manejo del jardín.

A partir de los 80 días se consideró al jardín en un estado óptimo para iniciar la medición de los parámetros de temperatura y humedad ya que el crecimiento de las plantas había llegado a una buena condición.

Fotografías en Anexos.

V. DISCUSIÓN

Los jardines verticales se están desarrollando como un nuevo concepto que no solo proporciona una forma de reverdecimiento en los espacios interiores, sino que también logran un uso eficiente del espacio, ya que no solo da un valor estético, sino que también aportan una gran cantidad de ventajas en el mejoramiento de las condiciones ambientales. (STANGEL, 2022)

Para la **evaluación de la influencia de un jardín vertical** para determinar la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar, Arequipa 2022, se identificó que el cambio de temperatura y humedad dependerá de las condiciones ambientales y estación del año del lugar a analizar. Tal como Widiastuti, et al. (2016), mencionan que la presencia de un jardín vertical en un espacio interior, funciona efectiva como barrera aislante de temperatura y humedad, pero en esa investigación, el jardín ayudó en la disminución de temperatura y humedad ya que sus mediciones se realizaron en meses calurosos. Sin embargo, en la presente tesis, las mediciones se realizaron en meses de friaje de la ciudad de Arequipa y por lo tanto la temperatura en ambos ambientes fue en aumento mientras la humedad descendía, pero en el espacio con el jardín vertical la brecha de diferencia entre temperatura y humedad fue menor respecto al espacio sin jardín vertical, creando del mismo modo un confort térmico.

Para identificar las **características del jardín vertical** al ser implementado en el espacio habitacional escogido, se determinaron las dimensiones las cuales fueron de 2 metros de largo por 2 metros de ancho lo que nos da 4 metros cuadrados en total. Y donde la superficie que contuvo las plantas se dividió en recuadros de 20 centímetros por 20 centímetros, calculando el tamaño aproximado del crecimiento de las raíces y el crecimiento que cada planta pueda ocupar. Al hacer una comparación con la investigación de M.J.M. Davis, et al. (2015), donde se construyó un jardín vertical de 3 m de alto y 0.9 m de ancho, se identificó que podría climatizar la temperatura de un ambiente de 3 m de altura y 45m². Por lo tanto, el jardín construido de 4 m² fue más que suficiente para que se produzca una variación en los valores representativos en la variación termohigrométrica.

También, CABRERA (2016) cuyo objetivo fue mejorar el confort térmico de los ambientes cerrados instalando dos tipos de jardines verticales en una cabina de 15.35m² utilizó un jardín de 4m² con el cual determinó que los jardines verticales

generan una mayor cantidad de beneficios en los cuales el que más destaca es el aislamiento térmico, ya que reduce la temperatura por enfriamiento evaporativo, esta es una de las investigaciones que demostró que la diferencia de temperatura entre el grupo control y grupo experimental fue de 1.79 demostrando que hubo una mejora en la temperatura.

Por otro lado, el tipo de jardín utilizado, se escogió principalmente en base a las ventajas que aporta, desde la accesibilidad de los materiales de construcción, recursos y por ser uno de los sistemas más utilizados para la implementación de jardines verticales. Tal y como lo menciona Sukanya Chaipon (2020), en su investigación *Indoor plant species survival under different environment in indoor vertical garden*, la eficacia de este sistema dependerá del sistema de suministro de agua a la estructura y el tipo de plantas seleccionadas, afectarán a la eficacia de la cobertura y la belleza (CHAIPONG, 2020)

Además, se utilizaron diversas especies de plantas que fueron determinadas de la investigación de Espinoza, Aquino (2015) en donde explica que existen plantas que son beneficiosas para mantener el interior de los hogares ya sea de forma decorativa o como purificadores de los ambientes interiores, dando como uno de los beneficios: el equilibrio térmico, siendo la mayoría de las especies sugeridas provenientes de especies tropicales que se pueden adaptar con mayor facilidad entre temperaturas que van de 16 hasta los 26 grados centígrados, ya que se cultivan bajo techo y la mayoría de las veces con fines ornamentales y son de fácil cuidado ya que solo necesitan una buena iluminación, en época de floración un poco más de calor que lo acostumbrado, riego periódico, cambio de maceta para evitar que se compriman las raíces y una buena fertilización, y ya que según Calderón (2015), con el uso de diferentes especies de plantas se puede obtener mejores resultados al momento de poder generar una mejor barrera de protección de paredes aislando no solo de la variación de la temperatura sino también de la aislación de ruido y una mejor climatización en los ambientes interiores ya que Arequipa se conoce por sus climas extremos en las diferentes épocas del año, dicha instalación del jardín vertical aporta beneficios como ya se comprobaron con los resultados que mantiene el confort térmico en la época de invierno manteniendo

una temperatura constante evitando así el frío extremo en horas de la noche y madrugada.

También se determinó que una óptima forma de mantener el jardín vertical sería mediante un riego manual a través de un pulverizador de capacidad de 5 litros y una fertilización cada 15 días mediante el mismo sistema, brindando un mantenimiento de forma semanal esto para poder remover hojas secas y en caso se requiera cambiar una planta determinar cuál fue el factor por el cual la planta no se adaptó a su nuevo espacio.

Para **identificar la relación** de la temperatura y humedad por turnos del jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica para espacios interiores en un hogar en Arequipa, 2022, se dividieron las horas más concurridas del día en tres tratamientos en turnos de mañana, tarde y noche.

Se observó que en el ambiente que se instaló el jardín vertical, tuvo una variación de aproximadamente 2°C respecto al ambiente sin jardín vertical con tendencia a un incremento de la temperatura, esto considerando que las fechas de medición fueron en la temporada de frío en la ciudad de Arequipa, en donde según el Servicio de Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) el promedio de temperatura máxima que se obtuvo en el mes que se realizó la medición fue de 23.86°C y la temperatura mínima de 7.47°C, en donde se pudo identificar que efectivamente el jardín funciona como una buena barrera natural y protectora para el confort térmico de los hogares. Así mismo, Calderón, Javier (2015) en su investigación con un prototipo de jardines verticales, también identifica una diferencia de temperatura de 2°C al comparar dos ambientes cerrados, pero al considerar la temporada y ubicación de su investigación, el ambiente con jardín vertical mostró una temperatura promedio de 17.95°C y el ambiente sin jardín vertical, una temperatura de 19.86°C, concluyendo así que la barrera verde funciona climatizando el espacio de forma ecológica. En la investigación de CONDORI (2015), se puede comparar también la variación de temperatura de 2 a 3 °C.

Del mismo modo el promedio de humedad relativa en el ambiente con jardín vertical fue de 23.35%, mostrando un incremento respecto al ambiente sin jardín vertical

que tuvo 19.023% de humedad relativa. Es decir, una variación de 4.33% de humedad relativa. Y comparando la investigación de CONDORI (2019), donde se analiza el confort térmico tras la instalación de un jardín vertical en espacios comerciales, identificó también un incremento del 5 al 6% de humedad relativa. Esto se debe al sistema de riego y retención de agua que poseen las plantas del jardín vertical.

Además, se identificó la variación de los parámetros de temperatura y humedad con respecto a los tratamientos (mañana, tarde, noche), teniendo en consideración que el espacio con jardín vertical, mostró su mayor temperatura en el T2 (31.3 °C) pero manteniendo una constancia entre el T1 y T3 (23°C). De forma contraria, la humedad relativa en dicho espacio disminuyó en el T2 (18.20 %), y aumentó en el T1 (26.52 %) y T3 (25.15 %). Por lo que a mayor temperatura menor humedad, pero la brecha entre estos parámetros fue menor respecto al espacio sin jardín vertical.

El segundo espacio, mostró una variación térmica más contrastante, donde el T1 (23.99°C) mostró un ligero aumento de temperatura respecto al espacio con jardín vertical, pero en el T2 (30.6°C), la temperatura asciende, aunque no supera a la del espacio con jardín vertical, por último, en el T3 (19.35°C) la temperatura disminuye drásticamente por más de 10°C. Por otro lado, la humedad es menor cuando hay más temperatura, ya que cuando sube la temperatura en el T2 (13.30 %) la humedad es mucho menor y la brecha entre ambos parámetros es mayor respecto al espacio con jardín vertical. En el T1 la humedad relativa es de 20.45 % y en el T3 es de 23.73, por lo que vuelve a aumentar, pero mantiene una diferencia más grande con la temperatura.

Para el **manejo del jardín vertical** para la determinación de la variación termohigrométrica para espacios interiores en un hogar en Arequipa 2022, se estableció una fertilización cada 15 días de acuerdo con las instrucciones del producto y la cantidad de plantas. Además, el riego fue manual con un micro pulverizador de 5 L. Identificando también posible reposición de plantas y poda regular. De modo que el jardín, además de brindar un confort térmico en el ambiente, aumente la calidad estética del lugar. Así como LLEMPEN (2016) en su investigación identificó la relación entre el uso de áreas verdes y la calidad

ambiental en espacios habitacionales. Concluyendo que éstos mejoran los parámetros de calidad ambiental pero también el diseño de los espacios. Por otro lado, GARCIA & ARIZA (2016) en su investigación, implementó un jardín vertical con intenciones pedagógicas, y concluyó que el manejo del jardín tras una buena capacitación orienta a las personas a una mayor motivación e interés por el medio ambiente.

VI. CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación se realizó en los meses de abril a Julio 2022, periodo climatológico de bajas temperaturas para la ciudad de Arequipa. Ubicada a 2335 msnm.

Para la **evaluación de la influencia de un jardín vertical** para la determinación de la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar, Arequipa 2022 se encontró que la temperatura y humedad de estos espacios dependen de las características del jardín vertical que posean, además al analizar la comparación de estos parámetros, los cuales varían de acuerdo con las horas del día, se identificó que se ven influenciados positivamente con la presencia de un jardín vertical, el cual también dependerá de un adecuado manejo para ser un buen sistema de mejora de la calidad ambiental.

1. Se identificó que las **características** del jardín vertical construido de acuerdo a los resultados obtenidos fueron de una dimensión de 4 metros cuadrados, y que contuvo 100 plantas de 4 especies seleccionadas en un hall de 10 metros cuadrados del departamento escogido, dio como resultado un adecuado comportamiento ambiental necesario para el confort térmico en espacios habitacionales interiores. Para lo cual, el modelo LWS escogido, funcionó efectivamente como la barrera aislante de calor y humedad requerida, ya que, al ser una estructura por capas desde metal, plástico y fieltro, ayudó al muro de plantas con el objetivo.
2. Además, el análisis por tratamientos (mañana, tarde y noche) permitió identificar la **relación** de la temperatura – humedad con las horas más concurridas de los espacios seleccionados, y la influencia positiva del jardín vertical. Ya que, en el espacio con dicho jardín, la brecha diferencial entre la temperatura y humedad es menor respecto al espacio sin jardín, por lo que se observó un mayor equilibrio y confort térmico.
3. El **manejo del jardín** se realizó mediante un riego planificado de manera periódica 3 veces al día (primer mes), luego se regó 1 vez por día, esto se acompañó con la fertilización 1 vez cada 15 días lo que permitió el prendimiento - enraizamiento del 90% de las plantas instaladas. Después de un mes, se hizo el recalce respectivo completando el 100% de plantas. El

mantenimiento se dio tras un seguimiento y supervisión constante al módulo experimental garantizando un adecuado desarrollo de las plantas.

VII. RECOMENDACIONES

- Identificar las características físicas del ambiente donde se instalará el jardín, para determinar medidas del jardín vertical y la influencia que ocasionará en su entorno.
- Planificar un adecuado manejo botánico y fitosanitario al jardín vertical antes de la instalación en espacios interiores, se debe tener presente la variedad de plantas a escoger, y su disponibilidad en el medio para evitar y reducir la muerte y reposición de plantas que no logran adaptarse al ambiente.
- El sistema LWS (Living Wall System), compuesto por capas de fieltro es más accesible para su construcción y una veloz adaptación de las plantas al momento del trasplante.
- Implementar un sistema de riego por goteo con un sistema automatizado es decir con un temporizador de riego y una bomba que permita la recirculación de agua, para tener una mejora en el jardín y ahorro de agua. Ya que esto reducirá el tiempo de mantenimiento del jardín. De éste modo se puede también aprovechar el desarrollo tecnológico como el uso de IoT, para automatizar el jardín a través del internet (HALGAMUGE, y otros, 2021)
- Instalar el jardín en espacios interiores como salas, pasadizos, estudios, hall, cocinas abiertas, etc., mas no en dormitorios ni baños, justamente por el incremento de humedad que estos ocasionan y su promoción en interiores públicos como centros comerciales, bibliotecas, oficinas, etc. mejoran la calidad ambiental y bienestar de las personas de manera ecológica. Además, la instalación de dichos jardines, permite su uso en espacios exteriores, lo que ayuda a mejorar las áreas verdes de las ciudades que tienen espacios reducidos para jardinería.

REFERENCIAS

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers . 2004. *ASHRAE STANDARD, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.* 2004.

AEMA. 2021. Agencia Europea de Medio Ambiente. *Calidad del aire en lugares cerrados.* [En línea] 11 de 05 de 2021.
[https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2013/articulos/calidad-del-aire-en-lugares-cerrados.](https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2013/articulos/calidad-del-aire-en-lugares-cerrados)

AGUILAR-BAROJAS, Saraí. 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. 2005, págs. 333-338.

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2015. *Techos verdes y jardines verticales, guía práctica.* Bogotá : s.n., 2015.

Arias Gonzales, Jose Luis y Covinos Gallardo, Mitsuo. 2021. Diseño y Metodología de la Investigacion. *Enfoques consulting EIRL.* 1, 2021, Vol. 1.

AZKORRA, Zalao, y otros. 2015. ScienceDirect. [En línea] 2015.
[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X14002333.](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X14002333)

CABRERA-VALLEJO, Mario y SALAZAR YÉPEZ, Wilfrido. 2016. Construcción experimental de jardines verticales y su relación con el confort termohigrométrico en ambientes cerrados. 2016, Vol. 19, 2, págs. 78-90.

CALDERÓN, Javier. 2015. *Implementación de un prototipo de jardín vertical para mejorar las condiciones ambientales en ambientes cerrados.* Riobamba : s.n., 2015.

CARDOSO PACHECO, Pablo Daniel y SALAZAR CRUZ, Daniela Estefania. 2017. *Diseño de jardines verticales en el interior de viviendas y la calidad de vida de los habitantes de la parroquia La Merced.* AMBATO, ECUADOR : s.n., 2017.

CCEPAYA LOAYZA, Yuly Yaneth. 2018. *Eficiencia De Las Plantas Ornamentales.* Lima : s.n., 2018.

CHAIPONG, Sukanya. 2020. Indoor plant species survival under different environment in indoor vertical garden. 2020, Vol. 18, 68, págs. 15-20.

CONDORI HUAMAN, Fredy Porfirio. 2019. *Tecnología de naturación vertical y su efecto en el confort térmico en edificaciones comerciales de Lima Cercado.* LIMA : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL, 2019.

Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR). 2021. *DAR.ORG.PE.* [En línea] 2021. <https://dar.org.pe/peru-perdio-mas-de-200-mil-hectareas-de-bosque-solo-en-el-2020-la-tasa-mas-alta-de-los-ultimos-20-anos/>.

DIHIGO, Joaquín Garcia. 2016. *Metodología de la Investigación para administradores.* Bogotá : Ediciones de la U, 2016.

EPA. 2021. EPA Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. *EPA Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.* [En línea] 11 de Junio de 2021. <https://espanol.epa.gov/el-cambio-climatico>.

ESPINOZA AQUINO, Beatriz. 2015. Mejores plantas de interior segun la NASA. 2015.

FERNÁNDEZ XICOTENCATL, Rosa Isela y MUNGUÍA GIL, Alfonso. 2020. Percepción social sobre megaproyectos eólicos en el estado de Yucatán: el caso del Parque Eólico Chicxulub. 22 de Agosto de 2020, 23.

FLORES, MIGUEL. 2017. “*LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL: SU IMPACTO EN LA SALUD.* Arequipa : s.n., 2017.

Fundación Laboral de la Construcción. 2014. *Tecnología de la construcción, Técnicas de aislamiento e impermeabilización.* Madrid : Tornapunta Ediciones, S.L.U., 2014.

GESA. 2019. [En línea] 2019. <https://www.termometros.com/stock/86>.

Gunawardena, Kanchane y Steemers, Koen. 2019. Living walls in indoor environments. *Building and Environment.* 2019, Vol. 148, 478-487.

Gunawardena, Kanchane y Steemers, Koen. 2020. Urban living walls: reporting on maintenance challenges from a review of European installations. *Architectural Science Review.* 63, 2020, Vol. 6, 526-535.

HALGAMUGE, Malka N., y otros. 2021. Internet of Things and autonomous control for vertical cultivation walls towards smart food growing: A review. Junio de 2021, Vol. 61.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014.

Metodología de la Investigación. México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014, págs. 88 - 101.

IBARROLA, Esteban L. 2015. ROTAMETROS FUNDAMENTADOS Y CALIBRACIÓN. [En línea] 2015.

INEI. 2014. SIAR TUMBES. [En línea] 2014.

<http://siar.minam.gob.pe/tumbes/indicador/998#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20la,de%20%C3%A1reas%20verdes%20por%20habitant e..>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

2018. *Informe sobre el estado de la seguridad y salud laboral en España. 2018.*

Madrid : Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P., 2018.

IPCC. 2022. *Cambio climático: una amenaza para el bienestar de la humanidad y la salud del planeta. 2022.*

JAAFAR, Badruzaman, SAID, Ismail y HISYAM RASIDI, Mohd. 2011.

Evaluating the Impact of Vertical Greenery System on Cooling Effect on High. 2011.

JUNCO, José. 2018. MONITOREO AMBIENTAL. www.monitoreoambiental.com.

[En línea] 3 de Octubre de 2018. www.monitoreoambiental.com/tren-de-muestreo/.

LAMO JIMÉNEZ, Jaime. 2020. MANUAL: Métodos de riego.

www.fundacionsuna.org. [En línea] 16 de Enero de 2020. [Citado el: 12 de Mayo de 2022.] <https://fundacionsuna.org/wp-content/uploads/PDF/Jaime-Lamo/MANUAL-M%C3%89TODOS-DE-SISTEMAS-DE-RIEGO.pdf>.

LEE, Ken y GREENSTONE, Michael. 2021. Air quality life index, September 2021. 2021, pág. 9.

Libélula, Comunicación Ambiente y Desarrollo S.A.C. 2018. *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Arequipa Metropolitana.* Perú : CAF - Banco de Desarrollo de América Latina, 2018.

LLEMPEN BRIONES, Stefany Jackeline. 2016. *Uso de espacios verdes en el diseño de un complejo residencial estudiantil para el mejoramiento de la calidad ambiental del sector San Isidro.* Trujillo - Perú : Universidad Privada del Norte, 2016.

LOPEZ PADRÓN, Indira, y otros. 2020. *Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada.* La habana : s.n., 2020.

LOZADA GARCÍA, Paola Jessica y ARIZA MELO, Jeniffer Andrea. 2016. *Diseño e implementación de jardines verticales como estrategia pedagógica en la educación ambiental del colegio distrital Instituto Técnico Industrial FRANCISCO JOSE DE CALDAS.* Bogotá : s.n., 2016.

LOZADA, José. 2014. Investigación Aplicada, Definición, Propiedad Intelectual e Industria. 2014, págs. 34-39.

MAHENDRAKUMAR PATEL, Harsh, VERMA, Sandhya R. y SOLANKI, Hitesh A. 2022. Vertical gardens as a restoration component in urban spaces: A review. 11 de March de 2022.

MAKS DAVIS, Michael, RAMIREZ CEVALLOS, Francisco y VALLEJO ESPINOZA, Andrea. 2015. *Vertical Gardens As Swamp Coolers.* QUITO - ECUADOR : PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR, 2015.

Ministerio del Ambiente - MINAM. 2017. Sistema Nacional de Información Ambiental. *SINIA.* [En línea] 06 de Junio de 2017. [Citado el: 12 de Mayo de 2022.] <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones>. D.S. N° 003-2017-MINAM .

Ministerio del Ambiente. 2016. *El Perú y el cambio climático.* Lima : Ministerio del Ambiente, 2016.

Next Arquitectura. 2019. NEXT. [En línea] 15 de Abril de 2019. <https://nextarquitectura.com/espacios-intermedios/>.

- OMS. 2021.** *Contaminación del aire ambiente (Exterior)*. 2021.
- PERINI, Katia. 2013.** *Progettare il verde in città*. 2013.
- POZA CASADO, Andrea. 2017.** *Acondicionamiento Bioclimatico, Jardines Verticales, Aplicaciones Y Caso Práctico En La Escuela De Arquitectura De Valladolid*. Valladolid - España : Universidadde Valladolid, 2017.
- PUCP. 2016.** "La principal causa de la contaminación del aire en el Perú es el parque automotor". *Clima de Cambios PUCP*. 26 de 04 de 2016.
- REYES, Amy Castro de. 2015.** Recolección de datos: Fichas. Febrero de 2015.
- . 2015. Recolección de datos: Fichas. Febrero de 2015.
- RIVERA CIEZA, Jhon Brayan. 2017.** *Efecto de la aplicación de un jardín vertical, en la mejora de las condiciones ambientales en la I.E Francisco Tejada Rojas, Moyobamba*. Moyobamba : Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- ROY-GARCÍA, Ivonne, y otros. 2019.** Correlación: no toda correlación implica causalidad. 2019, págs. 354-360.
- SALAZAR RAYMOND, Maria Belén, ICAZA GUEVARA, María de Fátima y ALEJO MACHADO, Oscar José. 2018.** The importance of ethics on research. 2018, págs. 305-311.
- SANCHEZ MORENO CARDENAS, Tamara Margot. 2021.** *El Jardín Vertical Como Herramienta De Mejora Del Confort Urbano*. MADRID - ESPAÑA : UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID, 2021.
- Sempergreen. 2016.** sempergreen.com. [En línea] 2016.
<https://www.sempergreen.com/es/soluciones/fachadas/beneficios-de-un-jardin-vertical>.
- SHIAH, Kevin y KIM, JeongWoo. 2011.** An investigation into the application of vertical garden at the new SUB atrium. 2011.
- STANGEL, Michał. 2022.** Integration of architecture and vegetation – a review of tendencies and perspectives. 2022, Vol. 300, 7, págs. 57-61.

Sundar, SB. 2018. Cost effective substrates for best performance of vertical gardens. *Trends in Biosciences*. 20, 2018, Vol. 11.

TARACENA PARADA, Claudia María. 2018. *Evaluación de los efectos de los jardines verticales sobre el microclima en los edificios de concreto*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018.

Vallejo, Universidad Cesar. 2017. Universidad Cesar Vallejo.
<https://www.ucv.edu.pe>. [En línea] 23 de mayo de 2017.
<https://www.ucv.edu.pe/wp-content/uploads/2020/09/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-1.pdf>.

WHITE, Howard y SABARWAL, Shagun. 2014. www.unicef-irc.org. *UNICEF*. [En línea] 2014. <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>.

WIDIASTUTI, Ratih, PRIANTO, Eddy y SETIA BUDI, Wahyu. 2016. Performance Evaluation of Vertical Gardens. 2016, págs. 13-20.

WWF. 2022. [En línea] 2022.
https://wwf.panda.org/es/que_hacemos/clima_y_energia/.

—. 2015. WWF. [En línea] 30 de 11 de 2015.
https://www.wwfca.org/nuestrotrabajo/clima_energia/impacto_cambio_climatico_la_tinoamerica/.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Operacionalización

	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Variable Independiente	Es un muro de plantas el cual tiene una estructura vertical que se puede aplicar en espacios interiores y exteriores. Es muy versátil y tiene como objetivo enverdecer las paredes, mejorar la calidad y estética de un ambiente. (PERINI, 2013)	Jardín vertical de tipo LWS compuesto por capas de fieltro o geotextil.	Características del jardín	Dimensiones	m ²
Jardín vertical				Especies	Cant.
				Cantidad de plantas	Und.
			Comparación por espacios con y sin jardín vertical	T° y Hr Mañana	Hrs.
				T° y Hr Tarde	Hrs.
				T° y Hr Noche	Hrs.
Manejo del jardín			Riego	Lt.	
			Fertilización	ml.	
	Mantenimiento	Hh (Horas Hombre)			
Variable Dependiente	Todo ambiente cerrado (interior) que rodea a los seres vivos, está conformado por diferentes condiciones sociales, físicas, económicas y culturales. (Next Arquitectura, 2019)	Análisis de la calidad del ambiente cerrado, mediante el registro de la información de la variación de parametros físicos y termohigrométricos del espacio interior.	Características del ambiente	Medidas	m ²
Espacio interior de un hogar				Temperatura	C°
				Humedad	%-HR
			Diferencial termohigrométrica	Temperatura	C°
				Humedad	%-HR

ANEXO 2: Ficha de observación

	FICHA DE OBSERVACIÓN		INSTRUMENTO N° 01
Título de la Tesis:	Jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar, Arequipa 2022		
Título de la ficha:	Características del jardín vertical		
Lugar:	Arequipa - Perú		
Fecha:	07 - 05 - 2022		
	Cantidad	Detalle	
Dimensiones			
Tipo Especies			
Cantidad Plantas			
Ubicación			
Fertilización			
Riego			
Mantenimiento			

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Ing. Romel David Mestas Solis
CIP: 196634

[Handwritten signature]

Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán
CIP: 92135

[Handwritten signature]

Ing. Percy Luis Grijalva Aroni
CIP: 221016

ANEXO 3: Fichas técnicas de recolección de datos

		Ficha de Registro		INSTRUMENTO N° 02	
Proceso:		Control Termohigrométrico			
Dirección:					
Título de la Tesis:		<i>“Jardín vertical para la determinación de la variación termo higrométrica en espacios interiores en un hogar, Arequipa 2022”</i>			
Instrumento:		TERMOHIGRÓMETRO EL/TM (Paz Laboratorios)			
		Grupo experimental – con jardín vertical		Grupo control – sin jardín vertical	
		Fecha:		Fecha:	
Turno	Hora	T° (°C)	Hr (%)	T° (°C)	Hr (%)
Tratamiento 1 - Mañana	08:30				
	09:30				
	10:30				
	11:30				
Tratamiento 2 - Tarde	12:30				
	13:30				
	14:30				
	15:30				
Tratamiento 3 - Noche	16:30				
	17:30				
	18:30				
	19:30				

Handwritten signature

Handwritten signature of Romel David Mestas Solis

Ing. Romel David Mestas Solis

CIP: 196634

Handwritten signature of Eduardo Ronald Espinoza Farfán

Dr. Eduardo Ronald Espinoza
Farfán

CIP: 92135

Handwritten signature of Percy Luis Grijalva Aroni

Ing. Percy Luis Grijalva Aroni

CIP: 221016

ANEXO 4: Calificación de Validación de instrumento 1 – Ficha de observación

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Romel David Mestas Solis
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Director Nacional de la Escuela de Ing. Ambiental UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: ING. AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
- 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE OBSERVACION DEL JARDIN VERTICAL
- 1.5. Autor (a) del instrumento: PUMACAYO GÓMES, ADRIANA y VALDIVIA MANRIQUE, MARIA DE LOURDES

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE 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	Esta 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 SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94%

Lima, 05 de septiembre del 2022



Ing. Romel David Mestas Solis
CIP: 196634

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Espinoza Farfan Eduardo Ronald
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Director Nacional de la Escuela de Ing. Ambiental UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: ING. AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
- 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE OBSERVACION DEL JARDIN VERTICAL
- 1.5. Autor (a) del instrumento: PUMACAYO GÓMES, ADRIANA y VALDIVIA MANRIQUE, MARIA DE LOURDES

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE 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	Esta 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 SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 05 de septiembre del 2022



Nombres y Apellidos: Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán
CIP: 92135

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Percy Luis Grijalva Aroni
- 1.2. Cargo o institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: ING. AMBIENTAL
- 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE OBSERVACION DEL JARDIN VERTICAL
- 1.5. Autor (a) del instrumento: PUMACAYO GÓMEZ, ADRIANA y VALDIVIA MANRIQUE, MARIA DE LOURDES

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE 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	Esta 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 SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

93

Lima, 05 de septiembre del 2022



Ing. Percy Luis Grijalva Aroni
CIP: 221016

ANEXO 4: Calificación de Validación de instrumento 2 – Ficha técnica de recolección de datos

VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Romel David Mestas Solis
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Director Nacional de la Escuela de Ing. Ambiental - UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: ING. AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
- 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE OBSERVACION DEL JARDIN VERTICAL
- 1.5. Autor (a) del instrumento: PUMACAYO GÓMES, ADRIANA y VALDIVIA MANRIQUE, MARIA DE LOURDES

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE 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	Esta 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 SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 05 de septiembre del 2022



Ing. Romel David Mestas Solis

CIP: 196634

VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Espinoza Farfán Eduardo Ronald
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Director Nacional de la Escuela de Ing. Ambiental - UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: ING. AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
- 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE OBSERVACION DEL JARDIN VERTICAL
- 1.5. Autor (a) del instrumento: PUMACAYO GÓMES, ADRIANA y VALDIVIA MANRIQUE, MARIA DE LOURDES

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE 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	Esta 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:

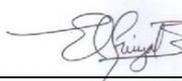
- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 05 de septiembre del 2022



Nombres y Apellidos: Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán

CIP: 92135

VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: GRIJALVA PERCY
- 1.2. Cargo o institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: ING. AMBIENTAL
- 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE OBSERVACION DEL JARDIN VERTICAL
- 1.5. Autor (a) del instrumento: PUMACAYO GÓMEZ, ADRIANA y VALDIVIA MANRIQUE, MARIA DE LOURDES

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE 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	Esta 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 SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Lima, 05 de septiembre del 2022



Ing. Percy Luis Grijalva Aroni
CIP: 221016

ANEXO 4: Informe de ensayo Laboratorios PAZ – Espacio con Jardín Vertical



INFORME DE ENSAYO

PL-IE-319-22

CLIENTE: María de Lourdes Valdivia Manrique.
LUGAR DE MUESTREO: Espacio habitacional, José Luis Bustamante y Rivero-Arequipa.
COORDENADAS: 8181962 N, 229385,8E.
RECEPCIÓN: 2022/07/11
REALIZACIÓN: 2022/07/13
OBSERVACIÓN: El cliente realizó la medición.

• **MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD**

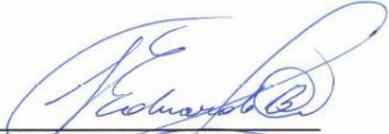
MEDICION REGISTRADA CON EL TERMOHIGROMETRO PL/TM/04

Hora y fecha	Temperatura (°C)	Humedad (%)
05:00 10/07/2022	12,204	40,74
05:30 10/07/2022	12,315	40,98
06:00 10/07/2022	11,796	41,54
06:30 10/07/2022	11,685	41,59
07:00 10/07/2022	11,625	41,61
07:30 10/07/2022	12,521	40,52
08:00 10/07/2022	14,499	39,87
08:30 10/07/2022	17,527	32,85
09:00 10/07/2022	20,119	29,65
09:30 10/07/2022	23,954	27,85
10:00 10/07/2022	26,833	25,32
10:30 10/07/2022	26,761	23,84
11:00 10/07/2022	26,554	22,86
11:30 10/07/2022	27,512	21,52
12:00 10/07/2022	28,570	18,61
12:30 10/07/2022	29,746	17,58
13:00 10/07/2022	32,817	16,57
13:30 10/07/2022	32,005	18,23
14:00 10/07/2022	31,852	25,90
14:30 10/07/2022	32,008	19,01
15:00 10/07/2022	32,367	16,43
15:30 10/07/2022	31,521	17,98
16:00 10/07/2022	30,801	18,35
16:30 10/07/2022	28,541	19,04
17:00 10/07/2022	26,640	19,42
17:30 10/07/2022	24,852	23,95
18:00 10/07/2022	22,650	25,60

18:30	10/07/2022	21,863	27,10
19:00	10/07/2022	20,612	29,82
19:30	10/07/2022	19,652	30,51
20:00	10/07/2022	18,274	31,70
20:30	10/07/2022	17,520	32,58
21:00	10/07/2022	16,730	32,86
21:30	10/07/2022	16,205	33,52
22:00	10/07/2022	15,464	35,22
22:30	10/07/2022	15,125	35,06
23:00	10/07/2022	14,906	34,97
23:30	10/07/2022	14,510	36,87
00:00	11/07/2022	14,199	39,40
00:30	11/07/2022	13,654	39,90
01:00	11/07/2022	13,019	40,70
01:30	11/07/2022	12,637	40,98
02:00	11/07/2022	12,161	41,22
02:30	11/07/2022	11,887	40,65
03:00	11/07/2022	11,432	39,60
03:30	11/07/2022	11,230	39,87
04:00	11/07/2022	11,088	40,21
04:30	11/07/2022	10,884	40,36
05:00	11/07/2022	10,402	40,52

-----FIN DEL INFORME-----

Arequipa, 13 de julio del 2022



Jesus Eduardo Checya Bustincio
Jefe de Laboratorio de Metrología
PAZ LABORATORIOS S.R.L.

ANEXO 5: Informe de ensayo Laboratorios PAZ – Espacio sin Jardín Vertical



INFORME DE ENSAYO

PL-IE-320-22

CLIENTE: María de Lourdes Valdivia Manrique.
LUGAR DE MUESTREO: Espacio habitacional, José Luis Bustamante y Rivero-Arequipa.
COORDENADAS: 8181970 N, 229395.5 E.
RECEPCIÓN: 2022/07/11
REALIZACIÓN: 2022/07/13
OBSERVACIÓN: El cliente realizó la medición.

• **MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD**

MEDICION REGISTRADA CON EL TERMOHIGROMETRO PL/TM/05

Hora y fecha	Temperatura (°C)	Humedad (%)
05:00 10/07/2022	13,105	37,02
05:30 10/07/2022	12,869	37,28
06:00 10/07/2022	12,611	37,78
06:30 10/07/2022	12,397	38,15
07:00 10/07/2022	12,418	38,76
07:30 10/07/2022	12,826	39,34
08:00 10/07/2022	14,156	40,17
08:30 10/07/2022	18,896	27,89
09:00 10/07/2022	21,299	22,95
09:30 10/07/2022	23,336	20,48
10:00 10/07/2022	24,280	20,59
10:30 10/07/2022	25,524	18,05
11:00 10/07/2022	28,227	15,81
11:30 10/07/2022	28,184	15,37
12:00 10/07/2022	31,509	12,70
12:30 10/07/2022	30,072	13,80
13:00 10/07/2022	31,809	12,20
13:30 10/07/2022	30,887	13,20
14:00 10/07/2022	30,715	13,63
14:30 10/07/2022	31,402	13,01
15:00 10/07/2022	32,174	12,06
15:30 10/07/2022	30,029	13,19
16:00 10/07/2022	27,390	14,85
16:30 10/07/2022	23,058	18,34
17:00 10/07/2022	22,714	18,49
17:30 10/07/2022	21,427	20,23
18:00 10/07/2022	18,017	25,50

18:30	10/07/2022	17,159	26,76
19:00	10/07/2022	16,408	28,48
19:30	10/07/2022	15,764	29,57
20:00	10/07/2022	15,121	31,01
20:30	10/07/2022	14,864	31,47
21:00	10/07/2022	14,413	32,15
21:30	10/07/2022	13,770	33,51
22:00	10/07/2022	13,405	34,36
22:30	10/07/2022	13,105	34,77
23:00	10/07/2022	13,019	34,10
23:30	10/07/2022	12,633	34,97
00:00	11/07/2022	12,139	35,43
00:30	11/07/2022	11,946	34,90
01:00	11/07/2022	11,517	35,50
01:30	11/07/2022	11,217	35,84
02:00	11/07/2022	10,917	35,78
02:30	11/07/2022	10,788	35,23
03:00	11/07/2022	10,552	35,01
03:30	11/07/2022	10,338	35,13
04:00	11/07/2022	10,037	35,68
04:30	11/07/2022	9,909	36,16
05:00	11/07/2022	9,587	37,09

-----FIN DEL INFORME-----

Arequipa, 13 de julio del 2022



Jesus Eduardo Checya Bustincio
Jefe de Laboratorio de Metrología
PAZ LABORATORIOS S.R.L.

ANEXO 6: Certificados de calibración Laboratorios PAZ



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LC - 002



Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Laboratorio
Laboratory

Temperatura
Temperature

Código N°
Code N°

E410-644A-2022-2

Estos resultados están relacionados únicamente con el ítem descrito en este certificado. [These results are only related to the item described in this certificate.]

Es responsabilidad del cliente establecer la frecuencia de calibración de su instrumento, de acuerdo a sus propios usos y exigencias. [It is the customer's responsibility to establish the calibration frequency of their instrument, according to their own uses and requirements.]

LO JUSTO SAC, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado del instrumento aquí descrito o de este documento. [LO JUSTO S.A.C. is not responsible for any damage that may be caused by the incorrect or inappropriate use of the instrument described here or of this document.]

Este certificado se emite de manera electrónica. Si existe alguna duda, en la veracidad del presente certificado, por favor escribir a:

consultacertificados@lojustosac.com (es imprescindible adjuntar una imagen del certificado). [This certificate is issued electronically. If there is any doubt, in the veracity of this certificate, please write to: consultacertificados@lojustosac.com (it is essential to attach an image of the certificate).]

a. Solicitante:
Applicant

PAZ LABORATORIOS S.R.L.

b. Dirección solicitante:
Applicant address

Cal. Oscar Benavides Nro. 602
Yanahuara - Arequipa - Arequipa

c. Instrumento de medida:
Measuring instrument

Medidor de Condiciones Ambientales de
Temperatura y Humedad en Aire

d. Marca:
Manufacturer / Brand

HOBO

e. Modelo:
Model:

UX100-023A

f. Número de serie:
Serial Number:

21312728

g. Identificación:
Internal code

PL/TM/05

h. Lugar de calibración:
Calibration Place

Laboratorio de Temperatura
LO JUSTO S.A.C.

i. Fecha de calibración:
Calibration Date

2022-02-24 al 2022-02-26

j. Supervisor de Laboratorio:
Laboratory Supervisor

Fuentes Velasquez Alexander R.
Supervisor de Laboratorio
Laboratory Supervisor

k. Signatario autorizado:
Authorized signatory



Jose Luis Rosales Saavedra
LO JUSTO S.A.C.
CONTROL OPERACIONES
controloperaciones@lojusto.com
Fecha: 04/03/2022 08:15
Firmado con www.tocapu.pe

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de LO JUSTO S.A.C.
Certificados sin firma digital carecen de validez.

FT00-INRE-Edición digital 00

Laboratorio Temperatura Código N° E410-644A-2022-2
 Laboratory Temperature Code N°

1 Información del instrumento

Instrument Information:

1.1 Alcance de Indicación:

- 1.1.1 Temperatura Interna: -20 °C a 70 °C
- 1.1.2 Humedad Relativa: 1% HR a 100% HR

1.2 Resolución:

- 1.2.1 Temperatura Interna: 0,01 °C
- 1.2.2 Humedad Relativa: 0,1% HR

1.3 Etiqueta de Calibración

92558

2 Trazabilidad :

Traceability :

Trazabilidad	Patrón empleado	Certificado de Calibración
LO JUSTO S.A.C.	Termómetro digital	TE-304-2021
LO JUSTO S.A.C.	Termómetro digital	TE-303-2021
UKAS CALIBRATION	Higrómetro digital	190121/H1
UKAS CALIBRATION	Higrómetro digital	190121/H2

3 Instrumentos auxiliares :

Instruments auxiliary :

- Registrador de condiciones ambientales código LT-I-100.

4 Procedimiento de calibración:

Calibration procedure:

TH-007 Procedimiento para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad en aire, Edición Digital 1 "CEM España" - Método de comparación en medios isotermos de temperatura y humedad controlada.

5 Condiciones Ambientales

Environmental conditions

Temperatura Ambiente:	21,9 °C
Humedad Relativa:	37,7 % HR

6 Resultados de Calibración

Results of Calibration

Para Sensor de Temperatura Interna

	Temperatura Conv. Verdadera °C	Indicación del Termómetro °C	Corrección °C	Incertidumbre expandida °C
1	10,0	10,04	-0,04	0,3
2	20,0	20,16	-0,16	0,3
3	30,0	30,04	-0,04	0,3
4	40,0	40,22	-0,22	0,3

ISO / IEC 17025

Laboratorio Temperatura Código N° E410-644A-2022-2
 Laboratory Temperature Code N°

Para Sensor de Humedad Relativa

	Humedad Conv. Verdadera %H.R.	Indicación del Higrómetro %H.R.	Corrección %H.R.	Incertidumbre expandida %H.R.	Temperatura en el ensayo °C
1	25,0	23,2	1,8	1,1	22,0
2	40,0	37,5	2,5	1,1	22,0
3	65,0	61,7	3,3	1,5	22,0
4	80,0	77,5	2,5	1,3	22,0

Diagrama de Resultados: *** Sin Diagrama de Resultados ***
 Results Diagram

7 Notas y aclaraciones:
 Notes and clarifications:

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 %

8 Observaciones y comentarios: *** Sin observaciones ***
 Observations and comments

** FIN DEL DOCUMENTO **

ISO / IEC 17025

Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Laboratorio	Temperatura	Código N°	E410-644A-2022-1
<i>Laboratory</i>	<i>Temperature</i>	<i>Code N°</i>	

Estos resultados están relacionados únicamente con el ítem descrito en este certificado. [These results are only related to the item described in this certificate.]

Es responsabilidad del cliente establecer la frecuencia de calibración de su instrumento, de acuerdo a sus propios usos y exigencias. [It is the customer's responsibility to establish the calibration frequency of their instrument, according to their own uses and requirements.]

LO JUSTO SAC, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado del instrumento aquí descrito o de este documento. [LO JUSTO S.A.C. is not responsible for any damage that may be caused by the incorrect or inappropriate use of the instrument described here or of this document.]

Este certificado se emite de manera electrónica. Si existe alguna duda, en la veracidad del presente certificado, por favor escribir a: consultacertificados@lojustosac.com (es imprescindible adjuntar una imagen del certificado). [This certificate is issued electronically. If there is any doubt, in the veracity of this certificate, please write to: consultacertificados@lojustosac.com (it is essential to attach an image of the certificate).]

a. Solicitante:*Applicant***PAZ LABORATORIOS S.R.L.****b. Dirección solicitante:***Applicant address***Cal. Oscar Benavides Nro. 602
Yanahuara - Arequipa - Arequipa****c. Instrumento de medida:***Measuring instrument***Medidor de Condiciones Ambientales de
Temperatura y Humedad en Aire****d. Marca:***Manufacturer / Brand***HOBO****e. Modelo:***Model:***UX100-023A****f. Número de serie:***Serial Number:***21312729****g. Identificación:***Internal code***PLTM/04****h. Lugar de calibración:***Calibration Place***Laboratorio de Temperatura
LO JUSTO S.A.C.****i. Fecha de calibración:***Calibration Date***2022-02-24 al 2022-02-26****j. Supervisor de Laboratorio:***Laboratory Supervisor***Fuentes Velasquez Alexander R.
Supervisor de Laboratorio
Laboratory Supervisor****k. Signatario autorizado:***Authorized signatory***Jose Luis Rosales Saavedra
LO JUSTO S.A.C.
CONTROL OPERACIONES
controloperaciones@lojusto.com
Fecha: 04/03/2022 08:15
Firmado con www.tocapu.pe**

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de LO JUSTO S.A.C.
Certificados sin firma digital carecen de validez.

FT00-INRE-Edición digital 00

Laboratorio Temperatura Código N° E410-644A-2022-1
 Laboratory Temperature Code N°

1 Información del instrumento

Instrument Information:

1.1 Alcance de Indicación:

- 1.1.1 Temperatura Interna: -20 °C a 70 °C
- 1.1.2 Humedad Relativa: 1% HR a 100% HR

1.2 Resolución:

- 1.2.1 Temperatura Interna: 0,01 °C
- 1.2.2 Humedad Relativa: 0,1% HR

1.3 Etiqueta de Calibración

92557

2 Trazabilidad :

Traceability :

Trazabilidad	Patrón empleado	Certificado de Calibración
LO JUSTO S.A.C.	Termómetro digital	TE-304-2021
LO JUSTO S.A.C.	Termómetro digital	TE-303-2021
UKAS CALIBRATION	Higrómetro digital	190121/H1
UKAS CALIBRATION	Higrómetro digital	190121/H2

3 Instrumentos auxiliares :

Instruments auxiliary :

- Registrador de condiciones ambientales código LT-I-100.

4 Procedimiento de calibración:

Calibration procedure:

TH-007 Procedimiento para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad en aire, Edición Digital 1 "CEM España" - Método de comparación en medios isotermos de temperatura y humedad controlada.

5 Condiciones Ambientales

Environmental conditions

Temperatura Ambiente:	21,9 °C
Humedad Relativa:	37,7 % HR

6 Resultados de Calibración

Results of Calibration

Para Sensor de Temperatura Interna

Temperatura Conv. Verdadera °C	Indicación del Termómetro °C	Corrección °C	Incertidumbre expandida °C
1 10,0	10,02	-0,02	0,3
2 20,0	20,12	-0,12	0,3
3 30,0	30,11	-0,11	0,3
4 40,0	40,27	-0,27	0,3

ISO / IEC 17025

Laboratorio Temperatura Código N° E410-644A-2022-1
 Laboratory Temperature Code N°

Para Sensor de Humedad Relativa

	Humedad Conv. Verdadera %H.R.	Indicación del Higrómetro %H.R.	Corrección %H.R.	Incertidumbre expandida %H.R.	Temperatura en el ensayo °C
1	25,0	23,0	2,0	1,1	22,0
2	40,0	37,9	2,1	1,1	22,0
3	65,0	61,3	3,7	1,5	22,0
4	80,0	77,1	2,9	1,3	22,0

Diagrama de Resultados: *** Sin Diagrama de Resultados ***
 Results Diagram

7 Notas y aclaraciones:
 Notes and clarifications:

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 %

8 Observaciones y comentarios: *** Sin observaciones ***
 Observations and comments

** FIN DEL DOCUMENTO **

ISO / IEC 17025

ANEXO 8: Fotografías



Foto 1: Construcción de la estructura metálica



Foto 2: Instalación de paneles de triplay y PVC



Foto 3: Instalación de capas de geotextil



Foto 4: Jardín vertical terminado

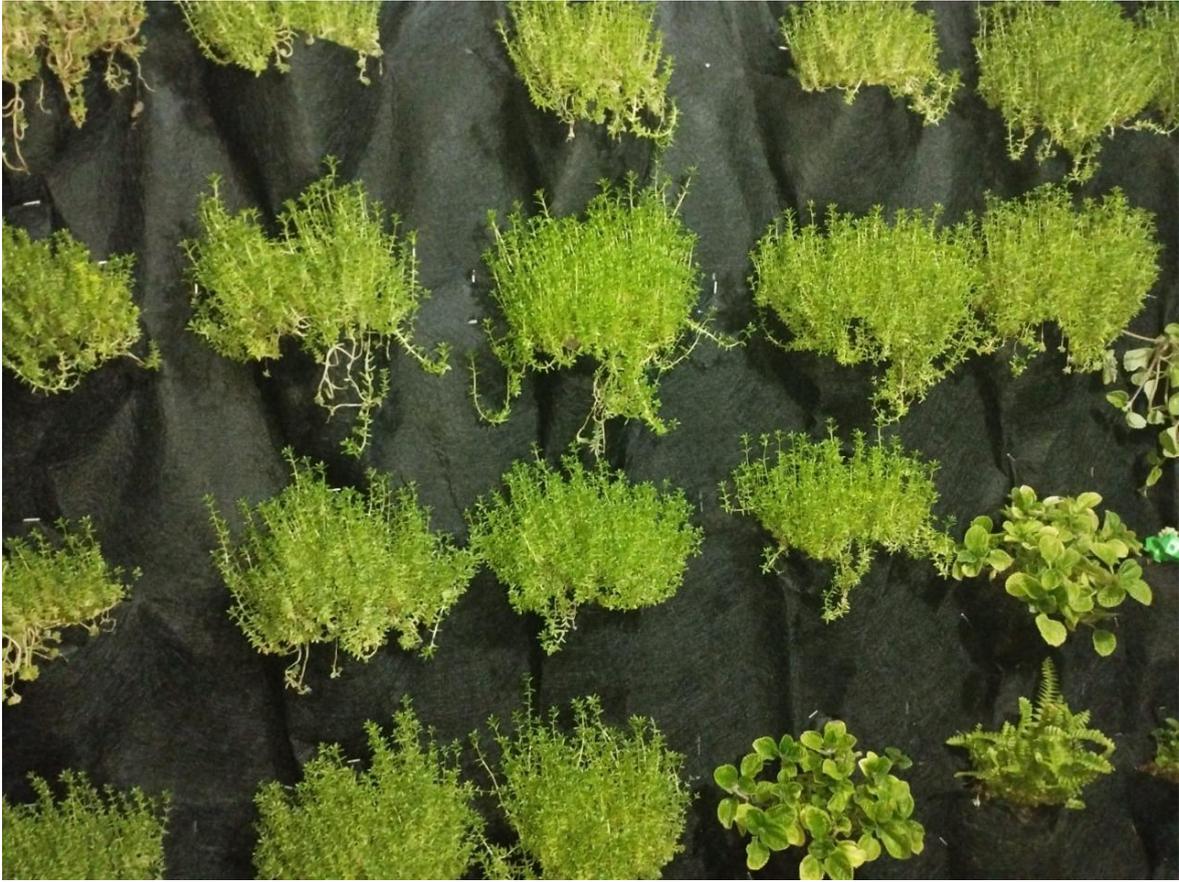


Foto 5: Crecimiento de plantas del Jardín vertical



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Jardín vertical para la determinación de la variación termohigrométrica en espacios interiores en un hogar, Arequipa 2022", cuyos autores son PUMACAYO GOMEZ ADRIANA, VALDIVIA MANRIQUE MARIA DE LOURDES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo 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.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 04 de Setiembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL DNI: 06082600 ORCID: 0000-0001-7889 -7928	Firmado electrónicamente por: WLSAMUELQUP el 07-09-2022 15:30:23

Código documento Trilce: TRI - 0426529