



Categoría: STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)

ORIGINAL

## Development of a Web Application with Meteorological Data for the Malqui-Machay Archaeological Project

### Elaboración De Una Aplicación Web Con Datos Meteorológicos Para El Proyecto Arqueológico Malqui-Machay

Leidy Silvana Toapanta Ninasunta<sup>1</sup>  , Lizbeth Estefania Sucuzhañay Del Pezo<sup>1</sup>  , Danny Manuel Diaz Puruncaja<sup>1</sup>  , Johnny Xavier Bajaña Zajia<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador.

**Citar como:** Toapanta Ninasunta LS, Sucuzhañay Del Pezo LE, Diaz Puruncaja DM, Bajaña Zajia JX. Development of a Web Application with Meteorological Data for the Malqui-Machay Archaeological Project. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias. 2024; 3:976. <https://doi.org/10.56294/sctconf2024976>

Enviado: 14-02-2024

Revisado: 02-05-2024

Aceptado: 03-07-2024

Publicado: 04-07-2024

Editor: Dr. William Castillo-González 

#### ABSTRACT

The following research article presents an innovative initiative that integrates meteorological data on the website of the emblematic archaeological site of Malqui-Machay, located in Ecuador. This site, discovered through a meticulous and rigorous ethnohistorical study that included an exhaustive review of archives, libraries and field work both nationally and internationally, represents an invaluable cultural and archaeological heritage for the country. Furthermore, it has been a catalyst for the empowerment and active participation of local Quichua-speaking communities in the reclamation and celebration of this ancestral legacy. The main objective of incorporating meteorological data on the website is to encourage and strengthen conservation and sustainable management actions of this archaeological site of historical relevance. Likewise, it seeks to provide updated climate information in real time, providing visitors and the general public with a valuable environmental context that enriches their educational and cultural experience when exploring this emblematic place. The methodology used in the development of this initiative included an exhaustive review of the existing literature, in order to understand the current state and best practices in the integration of meteorological data in web environments related to archaeological projects. The analysis of the results obtained revealed a direct correlation between the popularity of climate-related web pages and the frequency of access to real-time meteorological data by users. Finally, the positive impact of this initiative in the empowerment of local communities and the promotion of sustainable tourism in the region, strengthening the ties between the population and their ancestral legacy.

**Keywords:** Archaeology; Data Analysis; Climate; Technology; Meteorological Data; Web Pages.

#### RESUMEN

El siguiente artículo de investigación presenta una innovadora iniciativa que integra datos meteorológicos en la página web del emblemático sitio arqueológico de Malqui-Machay, ubicado en Ecuador. Este sitio, descubierto a través de un meticuloso y riguroso estudio etnohistórico que abarcó una exhaustiva revisión de archivos, bibliotecas y trabajo de campo tanto a nivel nacional como internacional, representa un invaluable patrimonio cultural y arqueológico para el país. Además, ha sido un catalizador para el empoderamiento y la participación activa de las comunidades locales quichua parlante en la reivindicación y celebración de este legado ancestral. La incorporación de datos meteorológicos en la página web tiene como objetivo principal incentivar y fortalecer las acciones de conservación y gestión sostenible de este sitio arqueológico de relevancia histórica. Asimismo, busca proporcionar información climática actualizada en tiempo real,

brindando a los visitantes y público en general un valioso contexto ambiental que enriquezca su experiencia educativa y cultural al explorar este lugar emblemático. La metodología empleada en el desarrollo de esta iniciativa incluyó una exhaustiva revisión de la literatura existente, con el fin de comprender el estado actual y las mejores prácticas en la integración de datos meteorológicos en entornos web relacionados con proyectos arqueológicos. El análisis de los resultados obtenidos reveló una correlación directa entre la popularidad de las páginas web relacionadas con el clima y la frecuencia de acceso a datos meteorológicos en tiempo real por parte de los Finalmente, se destaca el impacto positivo de esta iniciativa en el empoderamiento de las comunidades locales y el fomento del turismo sostenible en la región, fortaleciendo los lazos entre la población y su legado ancestral.

**Palabras clave:** Arqueología; Análisis de Datos; Clima; Tecnología; Datos Meteorológicos; Páginas Web.

## INTRODUCCIÓN

En la intersección entre las ciencias del clima y la arqueología, Malqui-Machay patrimonio cultural del Ecuador se rige como testimonio de como la tecnología y los datos ambientales pueden favorecer y enriquecer en la gestión de los sitios arqueológicos, su valor histórico y arqueológico ha sido un catalizador para el empoderamiento de las comunidades locales.

De esta manera, la promoción y conservación del Patrimonio a través de una página web que cuenta con un solo usuario de acceso y esta web diseñada mediante la arquitectura MVC (modelo, vista, controlador), la base de datos por su parte está diseñada de tres capaz que alojen y procesan el código programado en SQL y el backend diseñado en php, permite divulgar información relevante y actualizada sobre el sitio, actuando y mocionando la conciencia pública y el valor histórico direccionado al apoyo tanto a nivel nacional como internacional. Además, con la implementación de datos meteorológicos, se pueden tomar medidas para proteger el sitio de posibles daños ambientales, como erosión o deterioro causado por condiciones climáticas adversas al igual que permite informar a través de la página la condición climática.

La elaboración de este artículo es importante ya que se construye sobre la base de investigaciones previas que han explorado el sitio arqueológico, pero lo lleva un paso adelante ya que se centra en integrar datos meteorológicos en la página web para observar el análisis y probabilidades del clima es un enfoque innovador ya que busca proteger no solo el patrimonio cultural sino también contextualizarlo dentro de las variaciones climáticas de su entorno. El objetivo de este artículo es elaborar una aplicación web adaptando datos meteorológicos con relación al clima, en donde el sistema está compuesto por una barra de navegación que contiene cuatro listas, tales como Inicio en el que se muestra la historia de malqui Machay, línea de investigaciones de la historia del sitio, flora y fauna, mapa de acceso al sitio, Meteorología donde existe un buscador por fecha de los datos meteorológicos de malqui machay y el monitoreo climático de los datos reciente, tendencias climáticas por año, Galería que contiene imágenes de malqui machay con su respectiva descripción y Sobre nosotros, en donde se aloja información del sitio arqueológico.

El Dashboard por su parte, en el apartado de inicio muestra los datos meteorológicos más recientes del sitio, el aside contiene, inicio, metereologia, galería, configuración, cuenta. En meteorología encontraremos dos submenús, registrar y visualizar datos, dentro de registrar datos tenemos dos opciones para registrar datos, subir un archivo Excel directamente y el registro manual que al agregar una fecha se puede continuar agregando datos, finalmente tenemos registro en el cual se puede actualizar y eliminar datos. Dentro del apartado de visualización de datos, donde contiene un menos de todos los registros agregados en el cual se puede dar click y visualizar los datos en una representación gráfica y puede ser descargada. En galería por su parte se puede, agregar, editar y eliminar fotos.

## MÉTODO

En primer lugar, referente al proceso de desarrollo se adoptó la metodología ágil SCRUM permitiendo el trabajo en equipo de los valores constantes, adaptando cambios sin problemas, definiendo roles y priorizando las necesidades del usuario encada sprint.

El método empleado desde la fase de levantamiento de información a la implementación del sistema se desglosa en el planteamiento de los objetivos de la investigación, identificación de las necesidades a resolver, diseño de la interfaz de la aplicación, depuración de datos, fase de pruebas por último la implementación. La aplicación fue desarrollada siguiendo las mejores prácticas de programación con enfoque en escalabilidad, seguridad y usabilidad, a través de una base de datos de tres capaz desarrollada mediante Structured Query Language (SQL) y una arquitectura Modelo-Vista-Controlador.

Para el proceso investigativo se adoptó una metodología aplicada dado que producto final de la investigación será la implementación del sistema, además se emplea el uso de un enfoque de investigación cualitativa

y cuantitativa el mismo que permite el análisis de los datos en base a las encuestas aplicadas permitiendo así medir el impacto del sistema referente al uso con los usuarios y medir la funcionalidad y capacidad de respuesta ante un escenario real de usabilidad, estos elementos compacta con el desarrollo de la página web, ya que se llevó a cabo una exhaustiva verificación y evaluación de la aplicación a nivel funcional a través de una encuesta online y pruebas de rendimiento, culminando con un análisis detallado de los resultados obtenidos y la formulación de conclusiones y recomendaciones relevantes para futuras investigaciones.

De esta manera el proyecto planteado garantiza un enfoque sistemático y riguroso para el desarrollo de aplicaciones web, asegurando su relevancia y utilidad dentro del contexto arqueológico y meteorológico específico del proyecto, también se utilizó el campo bibliográfico con el fin de fundamentar el marco teórico y metodológico del estudio.

### **Revisión de literatura**

El artículo explora la relación entre la arqueología y las ciencias del clima. Destacando la importancia de las tecnologías direccionada a mostrar a la sociedad la historia de los antepasados.

### **Análisis, Diseño, Construcción E Implementación De Un Sistema Web Para La Gestión De Datos Meteorológicos Mediante La Utilización De Un Api**

En este proyecto (Constante, 2021), logra solucionar la falta de sistemas web que faciliten el acceso gratuito y sencillo a datos meteorológicos. Ofrece una cobertura amplia al proporcionar información atmosférica histórica de las ciudades de Ecuador, así como datos climáticos actuales de todos los países del mundo. Además, permite descargar estos datos en diversos formatos, adaptándose a las necesidades de los usuarios. El sistema brinda información detallada y útil sobre temperatura, humedad, precipitación, nubosidad y velocidad del viento, convirtiéndose en una herramienta valiosa. Incorpora una base de datos y procesos de Extracción, Transformación y Carga (ETL) que garantizan la calidad y organización de los datos meteorológicos. Finalmente, el principal logro radica en el desarrollo exitoso de un sistema web funcional y eficaz que cumple con el objetivo primordial de facilitar la obtención de datos meteorológicos de manera gratuita y accesible para los usuarios.

### **Desarrollo de una aplicación web para información meteorológica**

En este trabajo de fin de grado (Alfonso, 2023), ha permitido utilizar y aprender la tecnología de Angular, un framework web, mediante el cual se ha creado una aplicación meteorológica a partir de la petición HTTP de datos a la agencia estatal de meteorología, aprovechando los servicios que ofrece Angular. Se ha desarrollado una aplicación capaz de solicitar estos datos y mostrarlos en pantalla, permitiendo que el usuario interactúe con ellos y visualice las predicciones de los siguientes seis días con información detallada de las previsiones meteorológicas de cada día, incluyendo grados, cota de nieve, temperatura máxima y mínima, además de muchos más datos. La aplicación es capaz de visualizar las predicciones de más de ocho mil municipios españoles. Para lograr todo esto, se han utilizado diversos servicios que ofrece Angular, como componentes, servicios, enrutamiento, directivas y más. Finalmente, se ha conseguido una visualización amigable gracias a la maquetación con CSS.

Para (Mora Pisco, 2018), el turismo de los lugares históricos del Ecuador es sumamente importante para el desarrollo del país, ya que la necesidad de asumir como reto adicional preservar el destino turístico y promocionar los nuevos productos pueden generar un crecimiento económico sostenible.

El clima ha jugado un papel crucial en el desarrollo, evolución y, en algunos casos, la desaparición de culturas antiguas. Por ende, su estudio es esencial para comprender como las comunidades humanas se han adaptado a su entorno, como han enfrentado grandes desafíos que han ido moldeando sus estructuras sociales, económicas y políticas en respuesta a las condiciones climáticas (Vega Aguilar, 2020).

Los datos meteorológicos aportan una perspectiva esencial sobre el contexto ambiental en el que se desarrollaron las sociedades antiguas, ya que no solo mejora la comprensión del pasado, sino que también optimiza la gestión y conservación de los hallazgos arqueológico, además de proporcionar valiosas lecciones sobre adaptación y resiliencia ante los cambios ambientales.

La historia de formación de los sitios arqueológicos para (Herrera, 2020) es determinante a la hora de dar cuenta del comportamiento humano del pasado, ya que permite conocer los factores naturales y culturales que en ellos tuvieron lugar a través del tiempo. Y, por otra parte, la integración de datos meteorológicos en proyectos arqueológicos es fundamental y una de sus razones es la incrementación de los avances tecnológicos y métodos de análisis.

### **Clima y cultura: Una relación interdisciplinaria**

El clima se puede definir como el estado promedio del tiempo atmosférico en un espacio determinado, descrito por valores promedios de variables atmosféricas como la temperatura del aire, precipitación y viento, durante largos períodos de tiempo. A lo largo de la historia de la humanidad se observa cómo distintas

condiciones climáticas favorecen la vida del ser humano, dificultan su desarrollo o simplemente terminan con su vida.

Los seres humanos siempre han estado conscientes de que el estado del tiempo y el clima afectan la salud y el bienestar de las poblaciones. Como indican Wallace y Vogel (1994), La raza humana para abrirse camino en el mundo ha aprendido a adaptarse a los cambios estacionales, interanuales, etc., para programar sus actividades agrícolas, de pesca, de construcción, etc.

En este contexto las variaciones climáticas han sido determinantes en la historia de la humanidad; sin embargo, el condicionamiento climático sobre la organización social no ha sido un determinante, sino que en gran parte es una opción humana (Potts, 2021).

### **El clima y la movilización humana**

La migración de las poblaciones originarias es una consecuencia de los impactos del cambio climático en nuestra región, convirtiéndose de esta manera en un riesgo de la pérdida del patrimonio intangible. El cambio de las temperaturas ha hecho que al paso del tiempo las comunidades humanas migren, implicando no solo la destrucción de fuentes agrícolas e hídricas; sino, a la par del entorno y tradiciones culturales conllevando a la mezcla de culturas a medida que se integra en nuevas sociedades (Magrin, 2015).

En este sentido la movilización humana ha causado la alteración de identidad y prácticas culturales cotidianas. Además, los escasos recursos naturales como el agua y los alimentos, puede afectar la gastronomía tradicional y los métodos de preparación de alimentos. Estos cambios pueden llevar a la pérdida de recetas y técnicas culinarias únicas, así como al debilitamiento de la identidad cultural asociada a la comida (Ambiental, 2019).

### **El clima y la salud de la población humana**

El estado de salud de las personas es producto de la interacción de diversos factores, de los cuales el clima juega un rol importante, el impacto del cambio climático dependerán de cómo interactúan los fenómenos atmosféricos, los agentes infecciosos y las capacidades inmunológicas de los individuos. En estas condiciones, el cambio climático operaría como un catalizador de un proceso multifactorial, cuya consecuencia final es un cambio en la epidemiología de enfermedades vectoriales. Los fenómenos climáticos junto a los agentes infecciosos actúan como variables intermediarias en el proceso de enfermedad de las personas y cambiarán su frecuencia e intensidad gracias al cambio climático (Ulloa, 2011).

### **Adaptación cultural a las condiciones climáticas**

La adaptación resulta de la interacción entre cambios biológicos y la actividad cultural de los pueblos, de allí que el clima y el desarrollo de hombre han tenido una historia entrelazada. A veces se le ha visto de forma determinista y otras con un ecologismo ingenuo. Estas reflexiones son importantes para entender el papel que ha jugado la humanidad en las modificaciones climáticas y la forma en que los cambios climáticos han impactado en la evolución humana (Balladares, 2021).

De esta manera la relación entre ambiente geográfico y adaptaciones de la especie humana tiene diversas vertientes: la acción del ambiente sobre el genotipo, la acción del ambiente sobre el individuo y la relación entre ambiente y población.

Cada cultura tiene sus propias concepciones, relaciones y percepciones sobre la naturaleza y sus territorios, al igual que sobre la historia de los cambios ambientales. Los cambios climáticos se han dado históricamente y los pueblos indígenas han generado estrategias para enfrentarlos. Dentro de esas estrategias, la agricultura ha permitido el manejo de la producción de alimentos, la generación de alternativas de producción en diversos ecosistemas y el establecimiento de redes de intercambio con otros pueblos, con miras a confrontar las transformaciones ambientales (Flores, 2020).

Los determinantes que marcaron la adaptabilidad humana al paso del tiempo están enmarcados a:

**El clima:** donde se dependía de factores ligados a la situación geográfica (latitud, altitud, relieve) que a su vez determina la incidencia de factores como la radiación solar, temperatura, luminosidad, humedad relativa, pluviosidad, vientos, etc. Existe una estrecha relación entre los factores climáticos de un lugar determinado y las adaptaciones de las poblaciones que viven en él (Islas-Vargas, 2020).

**Adaptación biológica:** donde el ser humano tuvo que superar las dificultades ambientales incluyendo procesos bioquímicos, fisiológicos; dando como resultado el polimorfismo actual humano (Gutiérrez, 2021).

**Adaptaciones a la radiación solar:** La pigmentación de la piel, cabello e iris son caracteres hereditarios, relacionados entre sí, que se han utilizado para la clasificación racial de las poblaciones humanas. Estos dependen de la variabilidad corporal, la edad, el sexo, el estado de salud, el clima, y aspectos hormonales (Granada E., 2023).

**La temperatura:** factor ecológico fundamental ya que el organismo humano funciona como una máquina térmica que actúa mediante procesos de termogénesis (producción de calor por actividad metabólica a nivel celular) y termólisis (pérdida de calor por radiación y evaporación). Las adaptaciones a la diversidad térmica

son debidas tanto a selección (modificación de estructuras) como a aclimatación (procesos de regulación) (Fernando, 2021).

La humedad: En 1968 Hiernaux distingue la altura de la nariz de su anchura. En África, al sur del Sáhara, comprueba que el clima presenta correlación más clara con la anchura que con la altura; distingue los componentes del clima y observa que la anchura de la nariz está en relación directa con la pluviosidad, ligado al clima de tipo ecuatorial (caliente y húmedo). En cambio, la altura de la nariz presenta una correlación negativa más débil con la humedad y la temperatura invernal.

Altitud: El impacto ambiental de la altitud en la especie humana es grande y, por tanto, es probable que haya actuado la selección como mecanismo adaptativo. No está claro hasta qué punto la adaptación a la altitud es genética y en qué parte ambiental.

Alimentación: La alimentación es un factor crítico en el crecimiento y desarrollo que modula la potencialidad genética de un gran número de caracteres somáticos. En términos nutricionales podemos distinguir 3 grupos según la composición de su base alimentaria.

- Cazadores/recolectores
- Agricultores sedentarios
- Comunidades mixtas

### **Antecedentes y objetivos del proyecto**

El enigmático y fascinante sitio arqueológico inca de Malqui-Machay, ubicado en el flanco occidental de la provincia de Cotopaxi en el actual Cantón Sigchos, a 1 020 metros de altitud, fue descubierto en dos expediciones.

El nombre que ahora se utiliza para referirse a este lugar, Malqui Machay, está estrechamente vinculado tanto con la historia del descubrimiento del sitio como con su posible significado como el lugar de sepultura del último Inca, Atahualpa. Se sabe que el emperador fue asesinado por orden de Pizarro en Cajamarca, en el norte del Perú en 1533, pero sus restos nunca fueron encontrados.

El cuerpo momificado (malqui) de Atahualpa habría llegado desde Cajamarca en Perú hasta el Quito-inca, donde, según el cronista Juan de Betanzos (1551), lo esperaba el capitán Rumiñahui para trasladarlo hasta su última morada en la región de los Sigchos. Por el largo camino, la momia del inca habría sido llevada en andas y resguardada por un séquito de mamaconas, ñustas y camayos. Al observar el entramado de caminos de la región, Rumiñahui pudo haber tomado la ruta que va desde Quito a Lasso y desde ahí a Toacazo, Sigchos, Chugchilán (Churo de Amanta) y finalmente Malqui-Machay.

El sitio ceremonial y posible fortaleza descansa sobre una pequeña colina en el flanco occidental de la provincia de Cotopaxi, a mil metros de altura y está ubicado en el recinto Malqui, parroquia Guasaganda del cantón La Maná (Peterson Arturo Toapanta Caizaluisa, 2021).

### **Malqui-Machay, quinientos años después**

Antes del hallazgo, la historiadora Tamara Estupiñán estuvo más de una década investigando en “distintos archivos y bibliotecas, transcribiendo documentos y analizando las diferentes lecturas”— las razones que llevaron a Rumiñahui, en un momento de caos e incertidumbre, a organizar un ejército de cincuenta mil incas y otros grupos para enfrentar a los conquistadores españoles y a los indígenas aliados. A la investigación académica de Estupiñán se suma su intenso trabajo de campo y dos expediciones que la llevarían a determinar que Malqui-Machay, hoy propiedad de Francisco Pucho Moncayo Naranjo, fue la última morada de la momia de Atahualpa (Arturo, 2021).

La primera expedición se realizó en 2004 a partir de una rigurosa investigación etnohistórica en archivos, bibliotecas y trabajo de campo, tanto en el Ecuador como en el extranjero. En esta fecha, señala Estupiñán, ella y su equipo llegaron a Malqui, a las ruinas que se levantan en la zona baja del río Quindigua. En la segunda expedición en junio de 2010, Estupiñán y su equipo entraron a Machay, una pequeña colina a tres kilómetros de Malqui en cuya cima se encuentran los vestigios del sitio ceremonial y posible fortaleza (Aguirre, 2021).

El complejo arquitectónico de Malqui-Machay reúne una plaza trapezoidal, un ushnu (asiento del inca) y un pucullo (bóveda del enterramiento). Además, cuenta con un baño, un acueducto subterráneo que pasa por debajo de una pequeña plaza de piedra labrada, varios canales de agua en la superficie, veredas de piedra y un callejón de ingreso en forma de zigzag (que nos recuerda la leyenda del amaru) que sube desde el río y un puente para cruzar que bordea el complejo.

### **Importancia de la integración de datos meteorológicos**

En la actualidad, la información es fundamental para hacer que un negocio sea competitivo, eficiente y próspero. De esta norma no escapan los sitios turísticos. Como es sabido, el sector agrario y turístico es totalmente dependiente de la meteorología, por lo cual, disponer de gran cantidad de información de esta y de calidad puede ser un factor diferenciador (CONSTANTE, 2021).

### Métricas Meteorológicas

Temperatura: Es una puntuación física que describe el calor y el frío, es ajustado a la energía cinética del término medio de una masa. Los termómetros se utilizan para calcular la temperatura. Estos pueden ser tipificados a una de tres escalas.

- Escala Fahrenheit (°F), que es especialmente conocido en EE.UU.
- Escala Celsius (°C), que es la más empleado comúnmente.
- Escala Kelvin (°K), muestra la unidad SI para la misma. La medida de la temperatura se realiza por lo general en un sitio y elevación determinada, 2 metros del piso, si están en correlación con las directrices de la Organización Meteorología Mundial.

Precipitación: Estudia la aceleración del agua de la superficie del territorio, con estructura de lluvia (liquida), nieve (cristales), hielo o granizo (agua congelada) y rocío (condensación en las superficies).

Humedad: La humedad relativa es el tanto por ciento de congestión de un cuerpo característico del aire a una temperatura especial. La humedad del aire está a la voluntad de la temperatura y la presión del volumen de aire analizado. Como la unidad de humedad es por ciento, varía entre 0 y 100 %.

Capa de nubes: Las nubosidades se presentan en porcentaje (%) de la máxima cobertura de nubes. Normalmente las diferentes nubosidades se agrupan de la siguiente manera del 0 al 25 %, del 25 % al 50 %, etc.

Donde el 0 % quiere decir que no existe ninguna nube visible en el cielo. El 50 % representa que la mitad del cielo está cubierta de nubes. (Meteoblue, 2006). Capa de nubes agregadas se la puede representar de acuerdo con la WMO como: Nubes bajas: de 0 a 2 km (0-2 km en el Ecuador), Nubes medias: de 2 a 7 km (2-8 km en el Ecuador), Nubes altas: de 5 a 13 km (6-18 km en el Ecuador).

Velocidad del viento: La media de todas las velocidades del viento considerado para cada intervalo de cada duración desde el periodo anterior. El viento es la orientación del aire en dirección con una velocidad determinada. El viento se determina a 10 metros sobre el suelo.

El sentido del viento se da en el Norte (N), Sur (S), Este (E), y Oeste (W), o en grados de cimut del norte (0-360°).

Para la celeridad del viento, hay diferentes unidades de medida: Kilometros por hora (km/h): 1km/h = 0,27778 m/s, Metros por segundo (m/s): 1 m/s= 3,6 km/h, Nudos (kn): 1 kn= 1 852 km/h.

### Adaptación de datos meteorológicos en entornos web

En lo que se refiere a la información arqueológica los avances realizados en este campo son todavía pocos. Por un lado, algunos de los agentes que producen y mantienen más información arqueológica (las administraciones públicas) han avanzado todavía muy poco, salvo algunas excepciones, en la publicación de sus datos espaciales (o de cualquier otro tipo, para el caso, aunque eso aquí es algo colateral) (Enjuanes, 2017).

En los próximos años veremos hasta qué punto las IDE, u otras formas posibles de publicar información espacial, modifican la manera en la que se producen y distribuyen los datos en arqueología (Parcero-Oubiña, 2020).

### SQL

Según, (Alex Ricardo, 2018), SQL cuenta con una amplia adopción en la industria, siendo utilizado en diversos sectores como el retail, la salud, la banca, la educación y las telecomunicaciones. Su capacidad para interactuar con grandes volúmenes de datos lo convierte en una herramienta indispensable para la gestión y análisis de información en entornos empresariales y de investigación.

### MVC

Para (Pantoja, 2024), las siguientes son algunas características de Modelo, Vista y Controlador.

#### El Modelo

- Es el conjunto de clases que representan la información del mundo real que el sistema debe procesar
- No tiene relación con la presentación de los datos ni con la lógica de control.
- Según la propuesta de SmallTalk, el Modelo se divide en dos submódulos.

#### Las Vistas

- Son el conjunto de clases encargadas de mostrar la información del Modelo al usuario.
- Una Vista está asociada a un Modelo y puede haber varias Vistas asociadas al mismo Modelo.
- Las Vistas obtienen la información necesaria del Modelo y se actualizan cuando el Modelo cambia.

#### El Controlador

- Es un objeto que dirige el flujo de control de la aplicación en respuesta a los mensajes externos,

como entradas del usuario o selecciones de menú.

- El Controlador modifica el Modelo o abre/cierra Vistas en función de los mensajes recibidos.
- Tiene acceso al Modelo y a las Vistas, pero el Modelo y las Vistas no conocen su existencia.

## SCRUM

Para (Recalde Varela, 2019), esta metodología tiene aspectos positivos, persiguiendo no sólo obtener resultados sino obtenerlos de manera que todo el que participe en el proceso se sienta satisfecho para conseguir este objetivo SCRUM propone una serie de premisas generales para el proyecto y las personas que están implicadas de una manera u otra:

- Satisfacción al cliente: El cliente tiene que obtener lo que requiere y tiene que sentir que el producto es útil.
- Receptividad ante el cambio de requerimientos: los proyectos no son estáticos, cambian cada día. El trabajo diario tiene que prever y asumir este hecho.
- Trabajo enfocado en el producto, proyecto o servicio: la finalidad es la creación de un producto útil, por encima del método empleado.
- Desarrollo sostenible: la creación del producto debe encontrarse dentro de un marco de trabajo favorable a todo el mundo.
- Cooperación diaria y abierta entre negocio y desarrolladores: todos y cada uno de los participantes en la creación del producto tienen que estar con información fluida y sin trabas.
- Orientación a la excelencia: el objetivo es crear productos incrementales que mejoren la calidad cada día.
- Simplicidad: tener definidos e identificados los actores involucrados, el tiempo de desarrollo y el resultado a obtener de manera simple para los integrantes involucrados.
- Inspección: evaluación constante de resultados en los procesos de desarrollo dentro y fuera de los diversos eventos de la inspección de los proyectos.
- Adaptación: se debe aprender a ajustarse a cambios relevantes repentinos, incluso si el desarrollo ya está en proceso. La adaptabilidad solo es posible si el equipo es adaptable.
- Trabajo en equipo: cada miembro puede participar en el desarrollo como pilar importante, haciendo así que un cambio de cada integrante pueda reflejarse de manera fácil. El equipo se organiza de forma que pueda asumir todos los aspectos que comporta ejecutar el trabajo.

## Valores SCRUM

Scrum propone una serie de valores que hacen especial énfasis en el establecimiento de vías de comunicación eficaces:

- Compromiso: para trabajar en equipo es necesario un alto grado de compromiso.
- Enfoque: dividir el problema en partes iguales permite concentrarse en la resolución de un único problema asumible por el equipo.
- Organización abierta: de forma continua alimentar y retroalimentar con y de cada uno de los integrantes del equipo.
- Respeto: respetar nuestro trabajo y el trabajo de los otros.
- Coraje: el trabajo en equipo y el respeto nos permite afrontar los retos de proyectos complejos e inciertos.

## RESULTADOS

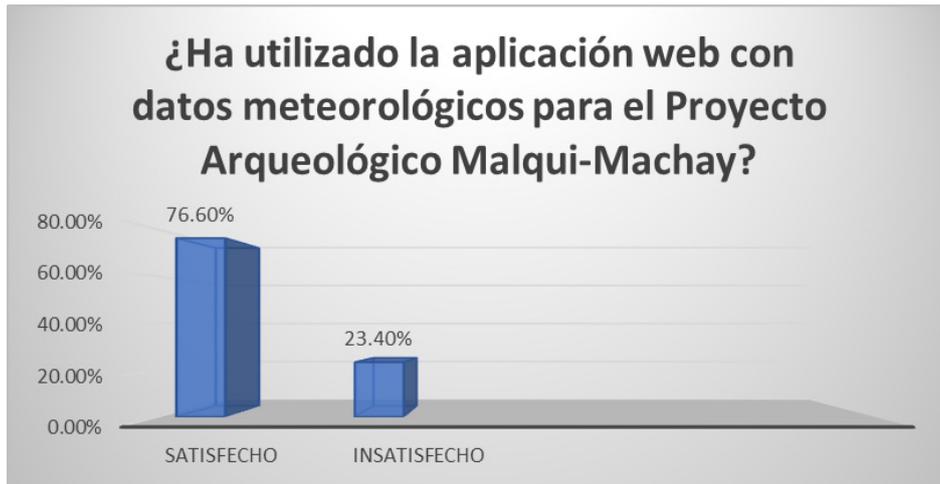
Para comenzar, se realizó una encuesta a la población estudiantil de la Universidad Técnica de Cotopaxi a través de un cuestionario previamente diseñado y con el fin de conocer la manera en la que les agradaría visualizar la información histórica de Malqui-Machay, al igual que los datos meteorológicos del sitio en mención, como resultado del 60 % de los encuestados se obtuvo que la manera más factible de llevar a cabo este proyecto es mediante una aplicación web híbrida, intuitiva, Online que soporte todas las plataformas y hardware necesarios, la cual muestra la información de la historia del sitio, galería, contactos y datos meteorológicos, tales como día, hora, temperatura, humedad ambiente, humedad suelo, presión y temperatura de suelo, la cual contiene dos usuarios (administrador y usuario).

Al analizar la relación entre las páginas web y los datos meteorológicos en un índice de máximo y mínimo registrado en todos los años, para lo cual, encontramos los siguientes datos, la temperatura de ambiente máxima de 33,2°C y mínima de 20,4°C, una humedad de ambiente máxima de 99 % y mínima de 0,91 %, en cuanto a la radiación solar el valor máximo es de 992,1 y mínimo de 0, la velocidad del viento su pico más elevado ha sido de 9,4 m/s y mínimo de 0 m/s, el índice de lluvia máximo registrado es de 96,6 y mínimo de 0, la presión máxima registrada es de 961,1 hPa y mínima de 951,4 hPa, la temperatura del suelo máxima es de 27,1°C y mínima de 24,1°C, finalmente la humedad del suelo máxima registrada es de 99 % y mínima de 53 %.

Por otra parte, se realizó la encuesta de satisfacción hacia los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi y población de Malqui-Machay en la cual los resultados obtenidos y en relación con la escala del Likert, muestra que la aplicación web ha sido bien recibida y utilizada por los usuarios puesto a que mayoría de las personas han encontrado la aplicación útil o muy útil, con un alto porcentaje (78,3 %) de satisfacción general.

**Tabla 1.** Resultados obtenidos de la encuesta de satisfacción

VARIABLES	Porcentaje
Satisfecho	76,6 %
Insatisfecho	23,4 %
Total	100 %

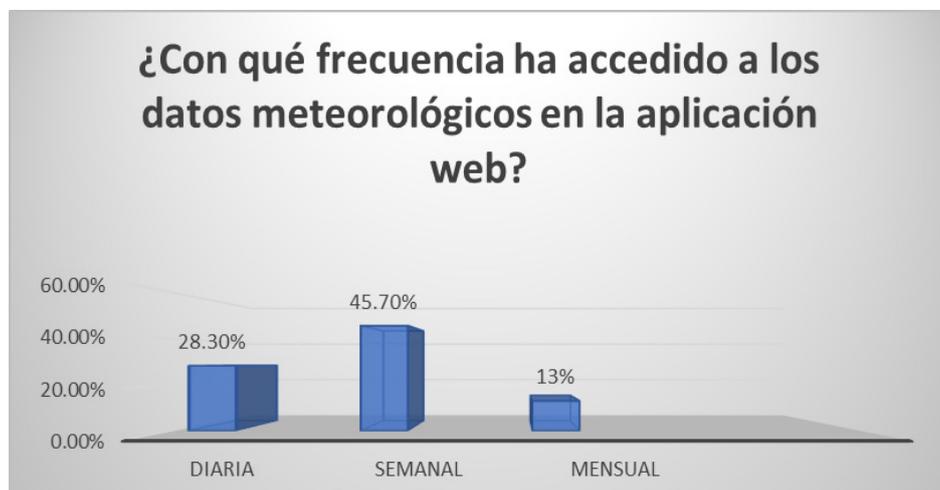


**Figura 2.** Resultados obtenidos de la encuesta de satisfacción

Los datos meteorológicos más utilizados son los de temperatura, con un 79,5 % de usuarios completamente satisfechos con esta característica y se deduce que la frecuencia de acceso a los datos es alta, con un 45,7 % de usuarios accediendo semanalmente y un 28,3 % accediendo diariamente.

**Tabla 2.** Frecuencia de acceso a los datos meteorológicos

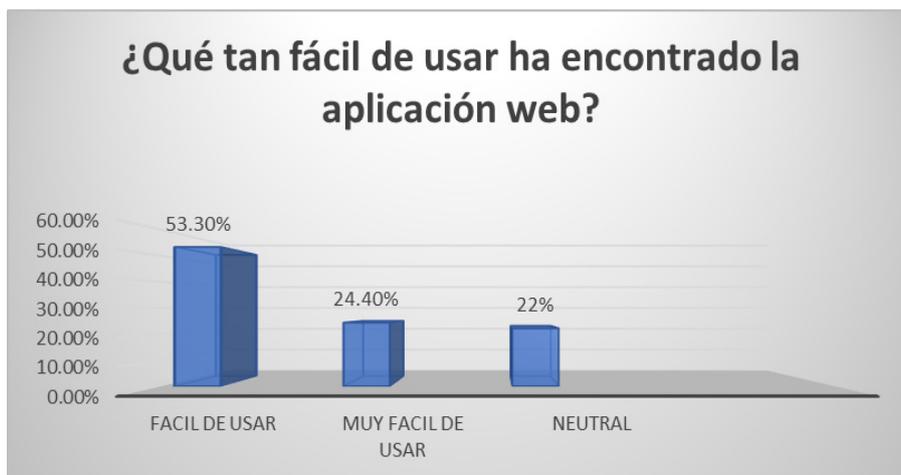
VARIABLES	Porcentaje
Diaria	28,3 %
Semanal	45,7 %
Mensual	13 %
Total	100 %



**Figura 2.** Frecuencia de acceso a los datos meteorológicos

En cuanto a las características más útiles, la posibilidad de descargar datos meteorológicos refleja al 42,2 % satisfechos y la visualización de datos en tiempo real el 35,6 % algo satisfechos. Por consiguiente, es considerada como fácil de usar por la mayoría de los usuarios, con un 53,3 % de usuarios totalmente satisfechos y un 24,4 % satisfechos, reflejando que la interfaz y la experiencia de usuario son adecuadas.

<b>Variables</b>	<b>Porcentaje</b>
Fácil de usar	53,3 %
Muy fácil de usar	24,4 %
Neutral	22,2 %
Total	100 %



**Figura 3.** Percepción sobre la facilidad de uso de la aplicación web

El principal uso de los datos de la aplicación web ha sido para analizar las condiciones meteorológicas, con un 66,7 % de usuarios totalmente satisfechos con esta funcionalidad y con un 15,6 % de insatisfacción total. En cuanto a la recomendación de la aplicación web a otros usuarios, la mayoría con el 55,6 % satisfechos y 42,2 % algo satisfechos lo que indica una buena aceptación general y con respecto a los elementos fundamentales percibidos para la calidad de una aplicación web son la rapidez con un 48,9 % satisfechos, la eficiencia 33,3 % algo satisfechos y la confiabilidad 17,8 % insatisfechos.

Se realizaron las pruebas de caja blanca y caja negra al sistema, para los cual, las pruebas de caja blanca se enfocaron en la estructura interna del código y verificaron que las funciones clave de la aplicación, como la autenticación de usuarios, el registro de nuevos usuarios, la consulta de datos meteorológicos recientes y la generación de informes, funcionaran correctamente y los resultados de estas pruebas fueron exitosos, mostrando que la lógica interna de la aplicación está funcionando según lo esperado.

Por otro lado, las pruebas de caja negra se centraron en las funcionalidades externas del sistema desde la perspectiva del usuario final, verificando el inicio de sesión con credenciales válidas e inválidas, el registro de nuevos usuarios, la consulta de datos meteorológicos y la descarga de informes, en la cual los resultados también fueron satisfactorios e indicándonos que la aplicación está manejando correctamente las entradas y salidas esperadas.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, demuestran la calidad y confiabilidad de los datos meteorológicos presentados en esta página, la cual es un factor clave que influye en la participación y satisfacción del usuario. Por lo tanto, se debe asegurarse de que la información que se brindan a los usuarios sea precisa y esté constantemente actualizada.

De este modo, una ventaja significativa de este proyecto es la capacidad de presentar los datos meteorológicos de manera atractiva y fácil de entender, facilitando así, la interpretación y el análisis de la información para los usuarios. Esta aplicación web ofrece una funcionalidad especializada para monitorear y analizar datos meteorológicos en el área del Proyecto Arqueológico Malqui-Machay y es una funcionalidad similar a otras aplicaciones web meteorológicas, pero con un enfoque específico en el ámbito arqueológico.

Por ejemplo, Weather Underground es una página que también permite a los usuarios consultar datos

meteorológicos actuales y previsiones futuras. Sin embargo, la aplicación que hemos construido se centra en recopilar y presentar datos meteorológicos específicos de la zona del proyecto arqueológico, lo que es útil para los investigadores y arqueólogos que trabajan en el sitio, pero tanto esta aplicación como Weather Underground permiten a los usuarios visualizar datos meteorológicos en tiempo real, como temperatura, humedad, velocidad del viento y precipitación. Sin embargo, nuestra aplicación ofrece la opción de descargar informes detallados de los datos meteorológicos, lo cual es una característica clave para el análisis y la investigación arqueológica y la diferencia de las demás.

Otra diferencia notable es que está diseñada específicamente para el Proyecto Arqueológico Malqui-Machay lo que significa que puede incluir funcionalidades específicas para las necesidades de los arqueólogos e investigadores que trabajan en el proyecto, como la visualización de datos históricos, la integración con otros sistemas utilizados en el proyecto, o la capacidad de realizar análisis meteorológicos más complejos y mientras que Weather Underground se basa en una red de estaciones meteorológicas públicas y privadas, esta aplicación utiliza datos recopilados por un sensor meteorológico específicamente instalado en el área del Proyecto Arqueológico.

## CONCLUSIONES

La adopción de la metodología ágil SCRUM ha sido fundamental para este estudio, ya que ha permitido un trabajo en equipo efectivo, una adaptación fluida a los cambios, la definición clara de roles y la priorización de las necesidades del usuario en cada sprint, así como, los valores fundamentales de SCRUM, como el compromiso, el enfoque, la comunicación abierta, el respeto y el coraje, han sido esenciales para afrontar los desafíos y complejidades inherentes al proyecto.

La encuesta de satisfacción realizada a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la población de Malqui-Machay reveló una alta aceptación y utilidad percibida de la aplicación web, con un 78,3 % de satisfacción general. Los datos meteorológicos más consultados por los usuarios fueron los relacionados con la temperatura, con un 79,5 % de satisfacción completa, por su parte, la interfaz y la experiencia de usuario fueron valoradas positivamente, con un 53,3 % de usuarios totalmente satisfechos y un 24,4 % satisfechos, lo que indica una facilidad de uso adecuada y el principal uso de los datos de la aplicación web ha sido para analizar las condiciones meteorológicas, con un 66,7 % de usuarios totalmente satisfechos con esta funcionalidad.

Los datos meteorológicos recopilados y presentados en la aplicación web pueden ser de gran utilidad para diversos sectores y uno de ellos es en el ámbito del turismo, la información climática precisa y en tiempo real puede ayudar a los visitantes a planificar mejor sus actividades y a tomar decisiones informadas sobre su visita al sitio arqueológico de Malqui-Machay. Para la agricultura local, los datos sobre precipitaciones, humedad del suelo y temperatura pueden ser valiosos para la planificación de cultivos, la selección de variedades adaptadas al clima y la optimización de prácticas agrícolas. En el campo de la investigación arqueológica, los datos meteorológicos históricos y actuales pueden proporcionar información clave sobre el contexto ambiental en el que se desarrollaron las sociedades antiguas, lo que enriquece la comprensión del pasado y mejora la gestión y conservación de los hallazgos arqueológicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguirre, B. (2021). Malqui Machay, la morada de Atahualpa y el último espacio de la resistencia. Mundo Dinero, 5. Obtenido de [https://www.academia.edu/67698252/Malqui\\_Machay\\_la\\_morada\\_de\\_Atahualpa\\_y\\_el\\_%C3%BAEspacio\\_de\\_la\\_resistencia](https://www.academia.edu/67698252/Malqui_Machay_la_morada_de_Atahualpa_y_el_%C3%BAEspacio_de_la_resistencia)
2. Alex Ricardo, P. M. (2018). LAS CARACTERÍSTICAS DE SQL SERVER 2005 Y SU INCIDENCIA EN LA SEGURIDAD DE LOS DATOS DE LA DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN DE LA UTA. Ambato, Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Obtenido de [https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27117/1/Tesis\\_%20t1354mbd.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27117/1/Tesis_%20t1354mbd.pdf)
3. Ambiental, R. (2019). El rol del clima sobre la vida humana. Colombia: Plataforma educativa en el cambio climático. Obtenido de <https://repositorioambiental.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/10/Gui%CC%81a-apoyo-docente-clima-y-vida-humana.pdf>
4. Arturo, T. (2021). El valor histórico de las haciendas Malqui-Machay y su incidencia en el aporte de la Identidad Cultural del Cantón La Maná. Ciencia Digital, 15. doi: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.1521>
5. Balladares, C. (2021). Diseño e implementación de un prototipo de estación meteorológica agrícola autosustentable para el monitoreo de parámetros ambientales en el cultivo de cacao mediante RASPBERRY PI. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/>

bitstream/123456789/20505/1/UPS-GT003278.pdf

6. CONSTANTE, K. (2021). ANÁLISIS, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN API. Quito: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21304>

7. Enjuanes, D. (2017). Sistema Web para la Integración de Estaciones Meteorológicas. Zaragoza: Universidad Zaragoza. Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/61379>

8. Fernando, L. (2021). Los episodios climáticos y las reorganizaciones culturales. Una mirada al Holoceno. *Revista de ciencias antropológicas*, 15. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-84882021000100005&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-84882021000100005&script=sci_abstract)

9. Flores, M. (2020). Impacto del cambio climatico en el desarrollo cultural Andino. *ACADEMIA*, 20. Obtenido de [https://www.academia.edu/34210647/Impacto\\_del\\_cambio\\_climatico\\_en\\_el\\_desarrollo\\_cultural\\_Andino](https://www.academia.edu/34210647/Impacto_del_cambio_climatico_en_el_desarrollo_cultural_Andino)

10. Granada E., H. (2023). La cultura como estrategia de adaptación en la interacción sujeto social ambiente. *Investigación & Desarrollo*, 134-161. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2381953>

11. Gutiérrez, M. (2021). Adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo en comunidades del río Tempisque, Costa Rica. *revista internacional de administración*, No. 10, 15. doi: 10.32719/25506641.2021.10.4

12. Herrera, D. (2020). Procesos de formación del registro arqueológico, condiciones ambientales y uso del espacio en la costa norte del golfo San Matías (Río Negro, Argentina). *Boletín de Arqueología PUCP*, 20. doi: <https://doi.org/10.18800/boletindearqueologiapucp.202001.004>

13. Islas-Vargas, M. (2020). Adaptación al cambio climático: definición, sujetos y disputas. *flacsoandes*, 6. doi: <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.28.2020.4333>

14. Magrin, G. O. (2015). Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, 80. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/618b144d-e069-4e38-8e12-1da1a0bdb817/content>

15. Mora Pisco, L. L. (2018). El Turismo en la matriz productiva de Ecuador: Resultados y retos actuales. *Revista Universidad y Sociedad*, 8. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2218-36202018000500255](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202018000500255)

16. Pantoja, E. B. (2024). El patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC) y su implementación en Java Swing. *Acta Nova*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-07892004000100005](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892004000100005)

17. Parcero-Oubiña, C. (2020). La arqueología y las infraestructuras de datos espaciales. España: digital.csic. Obtenido de [https://digital.csic.es/bitstream/10261/141774/1/13%20Capitulo%2012\\_TIG2.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/141774/1/13%20Capitulo%2012_TIG2.pdf)

18. Peterson Arturo Toapanta Caizaluisa, N. G. (2021). El valor histórico de las haciendas Malqui-Machay y su incidencia en el aporte de la Identidad Cultural del Cantón La Maná. *Conciencia Digital*, 16. doi: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.1521>

19. Potts, A. (2021). “El papel de la cultura en el desarrollo resiliente al clima. Barcelona: Informes de la Comisión de cultura de CGLU, n°10, y de la Red de Patrimonio Climático. Obtenido de [https://agenda21culture.net/sites/default/files/files/documents/es/report\\_10\\_-\\_culture\\_and\\_climate\\_resilient\\_development\\_-\\_es.pdf](https://agenda21culture.net/sites/default/files/files/documents/es/report_10_-_culture_and_climate_resilient_development_-_es.pdf)

20. Recalde Varela, P. M. (2019). IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM, EN EL DESARROLLO DEL SOFTWARE DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE COMUNICACIONES, EN LA SECCIÓN DE DESARROLLO DE SOFTWARE DE LA POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR. Quito, Ecuador: Quito. Obtenido de <https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2164>

21. Ulloa, A. (2011). Perspectivas culturales del clima. *researchgate*, 29. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78129>

22. Vega Aguilar, S. A. (2020). EVIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECUADOR. Revista Científica Agroecosistemas, 8(1), 72-76. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/download/388/367/>

#### **FINANCIACIÓN**

No existe financiación para el presente trabajo.

#### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

#### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Leidy Silvana Toapanta Ninasunta, Lizbeth Estefania Sucuzhañay Del Pezo, Danny Manuel Diaz Puruncaja, Johnny Xavier Bajaña Zajia.

*Curación de datos:* Leidy Silvana Toapanta Ninasunta, Lizbeth Estefania Sucuzhañay Del Pezo, Danny Manuel Diaz Puruncaja, Johnny Xavier Bajaña Zajia.

*Investigación:* Leidy Silvana Toapanta Ninasunta, Lizbeth Estefania Sucuzhañay Del Pezo, Danny Manuel Diaz Puruncaja, Johnny Xavier Bajaña Zajia.

*Redacción - borrador original:* Leidy Silvana Toapanta Ninasunta, Lizbeth Estefania Sucuzhañay Del Pezo, Danny Manuel Diaz Puruncaja, Johnny Xavier Bajaña Zajia.

*Redacción - revisión y edición:* Leidy Silvana Toapanta Ninasunta, Lizbeth Estefania Sucuzhañay Del Pezo, Danny Manuel Diaz Puruncaja, Johnny Xavier Bajaña Zajia.