

Wind Atlas as a Social and Productive Tool for Farmers in the Municipality of Santander de Quilichao

Atlas de Vientos como Herramienta Social y Productiva para los Agricultores del Municipio de Santander de Quilichao

Edgar Matallana ^{1*} , Ever Gregorio Martínez Romero ² 

¹ Corporación Universitaria Comfacaucá; ematallana@unicomfacaucá.edu.co.

² Corporación Universitaria Comfacaucá ; dirtagazonanorte@unicomfacaucá.edu.co

* Autor de correspondencia: ematallana@unicomfacaucá.edu.co

Recibido: 10/09/2025

Aceptado: 01/11/2025

Fecha de Publicación: 18/12/2025



Derechos de autor © 2025

Resumen

El proyecto "Atlas de Vientos como Herramienta Social y Productiva para los Agricultores del Municipio de Santander de Quilichao" es una iniciativa del programa de Ingeniería Agroambiental de la Corporación Universitaria Comfacaucá - UNICOMFACAUCÁ, que proporciona a los pequeños y medianos productores agropecuarios de la región, una herramienta clave para la toma de decisiones climáticamente inteligentes. El proyecto tiene como propósito generar un Atlas de Vientos en el Municipio de Santander de Quilichao. En este contexto, se instalaron cuatro estaciones meteorológicas de bajo costo en el municipio para recopilar datos precisos sobre la velocidad y dirección del viento. Las estaciones meteorológicas fueron integradas a través de red wifi a la plataforma Weather Wunderground.com donde por medio de un usuario se accedió a los datos recopilados. Posteriormente los datos se descargaron en un archivo con formato CSV, se filtró la dirección y velocidad del viento utilizando la hoja de cálculo Excel y el programa Python. Se usó el programa WRPLOT View para crear por cada estación meteorológica instalada y con los datos filtrados de las mismas, una rosa de viento. Con las rosas de viento creadas y usando el programa QGIS se generó el Atlas de viento del municipio de Santander de Quilichao.

Palabras clave: Atlas de vientos; Agricultura Inteligente; Rosa de viento; Estaciones Meteorológicas; climatología local.

Abstract: The project "Wind Atlas as a Social and Productive Tool for Farmers in the Municipality of Santander de Quilichao" is an initiative by the Corporación Universitaria Comfacaucá UNICOMFACAUCÁ, aimed at providing small and medium-sized farmers a key tool for climate-smart decision-making. The project's main purpose is to develop a Wind Atlas for the municipality of Santander de Quilichao. To this end, four low-cost meteorological stations were installed to collect precise data on wind speed and direction. The stations were interfaced via Wi-Fi to the Weather Wunderground platform, which allowed real-time access to the collected data. The data was then downloaded as a CSV file and filtered using Excel and Python. The filtered information was used with the WRPLOT View program to generate a wind rose for each station. Using both elements: Wind roses and QGIS program, the wind atlas of the municipality was generated.

Keywords: Wind Atlas; Win Rose; Smart Agriculture; Weathers Stations; Local Climate

1. Introducción

El Atlas de viento y energía eólica de Colombia publicado en el 2006 por el Ministerio de Minas y Energía; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) presenta mapas detallados de la velocidad y densidad de la energía eólica a diferentes alturas, identificando las zonas y épocas del año con mayor potencial. Para su creación, se utilizó una metodología que combina datos de estaciones meteorológicas y modelos de alta resolución, convirtiendo el viento en un vector con sentido y magnitud. El Atlas es una herramienta fundamental que sirve como referencia para planificadores y tomadores de decisiones, impulsando el desarrollo sostenible del país a través del aprovechamiento del recurso eólico [1].

El 28 de octubre de 2015 (IDEAM) presentó los atlas interactivos del IDEAM (Climatológico, de Vientos, de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono) son estudios técnico-científicos fundamentales que representan la distribución espacio-temporal de indicadores climáticos esenciales. Estos productos son una herramienta clave para la planificación sectorial del país y para que la población colombiana entienda el comportamiento climático de su territorio. Como destacaron directores del IDEAM y la UPME, así como académicos de la Universidad de los Andes, esta información detallada y de calidad permite el desarrollo de proyectos sostenibles y fomenta una colaboración interinstitucional para el beneficio de todos [2].

A nivel mundial el Global Wind Atlas es una aplicación web gratuita creada por la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU) en colaboración con el Banco Mundial. Su propósito es ayudar a legisladores, planificadores e inversores a identificar áreas con vientos fuertes para la generación de energía eólica en cualquier parte del mundo. El atlas facilita consultas en línea y permite descargar datos de alta resolución, como mapas de potencial eólico, para su uso en herramientas SIG. Ofrece información sobre la velocidad y densidad de potencia del viento a diferentes alturas (10, 50, 100, 150 y 200 metros sobre el nivel del suelo o del mar). También proporciona herramientas para realizar cálculos preliminares de la producción de energía anual para áreas personalizadas [3].

El servicio Azure Maps Weather, que provee los datos para los mapas de viento de MSN, obtiene su información principalmente de AccuWeather. Esta empresa, a su vez, recopila datos meteorológicos de diversas fuentes, incluyendo observaciones de superficie de agencias gubernamentales y privadas, datos de radar, satélites meteorológicos, y más de 150 modelos de previsión numérica. Estos mapas de viento ofrecen una visión general a nivel regional, lo que permite ver la información del viento en el Valle del Cauca y, de manera más general, la región donde se ubica Santander de Quilichao. Sin embargo, no proporcionan datos específicos y detallados para puntos o ubicaciones particulares dentro de Santander de Quilichao. Esta limitación de la información de fuentes como MSN y AccuWeather justifica plenamente la necesidad del proyecto de la Corporación Universitaria Comfacaucá - Unicomfacaucá. El desarrollo del "Atlas de Vientos como Herramienta Social y Productiva para los Agricultores del Municipio de Santander de Quilichao" surge como una iniciativa crucial para llenar este vacío de información local, proporcionando a los agricultores datos precisos y específicos que no están disponibles en las plataformas globales, lo que les permitirá tomar decisiones más informadas y sostenibles [4].

2. Materiales y métodos

El proyecto se llevó a cabo en zona urbana del municipio de Santander de Quilichao. Se seleccionaron cuatro sitios en el municipio para realizar una triangulación y poder graficar el mapa de viento, para llevar a cabo lo anterior se utilizó el software denominado WRPLOT "Rosa de vientos". Se instalaron las cuatro estaciones meteorológicas marca SAINLOGIC wifi weather station modelo (ft0310), en igual número de empresas las cuales fueron: Empresa Rancho piña, Avícola Andina ubicada en parque Industrial El Paraíso y EMQUILICHAO ESP y edificio de UNICOMFACUCA, estos cuatro lugares geoméricamente crearon un triángulo donde se graficó el mapa de vientos. Los datos climatológicos que se recopilaban de las estaciones fueron almacenados en la plataforma Weather Wunderground. Previamente se hizo una inscripción y creación de usuario. Este proceso permitió tener el acceso a los datos recopilados en tiempo real. Para ello, se creó una cuenta con credenciales personalizadas, en la cual se registró cada una de las estaciones mediante un código único de identificación (ID), asignado automáticamente por la plataforma. Una vez completada la configuración, la plataforma almacenó los datos de las estaciones meteorológicas de manera continua, habilitando su visualización desde cualquier computador con internet, lo cual es fundamental para el seguimiento, análisis y validación de las variables. Posteriormente los datos se descargaron en un archivo con formato CSV, y se filtró la dirección y velocidad del viento utilizando Excel y el programa Python. Como resultado usando el programa WRPLOT View se crearon varias rosas de vientos del municipio de Santander de Quilichao. Con lo anterior, usando el programa QGIS se generó el Atlas de viento del municipio de Santander de Quilichao, de la siguiente manera: cada rosa de vientos creada a partir de los datos recopilados de las estaciones meteorológicas, traen la información (hora, año, día, georreferenciación, velocidad del viento y dirección del viento), y de esta manera el programa QGIS la posiciona en el mapa del municipio de Santander de Quilichao.

3. Resultados

3.1. Instalación de estaciones meteorológicas.

Se realizaron las ubicaciones de las cuatro estaciones meteorológicas en las respectivas empresas como se evidencia en la tabla 1. Los puntos escogidos fueron en su orden Avícola Andina, EMQUILICHAO ESP, Rancho Piña y Corporación Universitaria Comfacaucá – UNICOMFACAUCA.

Tabla 1. Ubicación estaciones meteorológicas.

Empresa	Ubicación	Posición geográfica
Avícola Andina.	Parque Industrial Paraíso	latitud (03° 02'75.67"N) longitud (76° 48' 81.36" O)
EMQUILICHAO ESP.	Planta de tratamiento de agua potable	latitud (02° 99'93.39"N) longitud (76° 47' 50.87" O)
Rancho Piña	Vereda El Palmar	latitud (02°59'35.91"N) longitud (76°30'28.20"O)
UNICOMFACAUCA	Barrio Centro	latitud: (03° 00' 30" N) longitud: (76° 29' 02" O).

Fuente: Propia 2025

3.2. Creación Rosa de los vientos

3.2.1. Rosa de viento empresa Rancho piña.

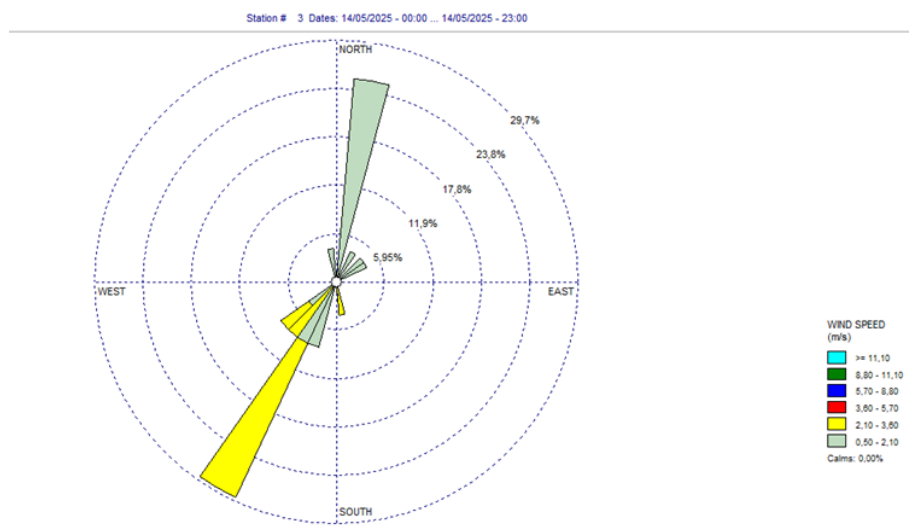


Figura 1. Rosa de Viento estación meteorológica Rancho Piña

Fuente: Propia 2025

Para la estación meteorológica ubicada en la empresa Rancho Piña, Figura 1. predomina la dirección del viento del Oeste-Suroeste (W-SW): La barra más larga y prominente (en color amarillo) se extiende desde el centro de la estación meteorológica hacia la dirección Oeste-Suroeste (más hacia el Suroeste que directamente al Oeste). Esto indica que la dirección del viento más frecuente y/o con mayor intensidad durante el período analizado (14/05/2025 - 00:00 a 14/05/2025 - 23:00) es desde el Oeste-Suroeste.

3.2.2. Rosa de viento empresa avícola Andina

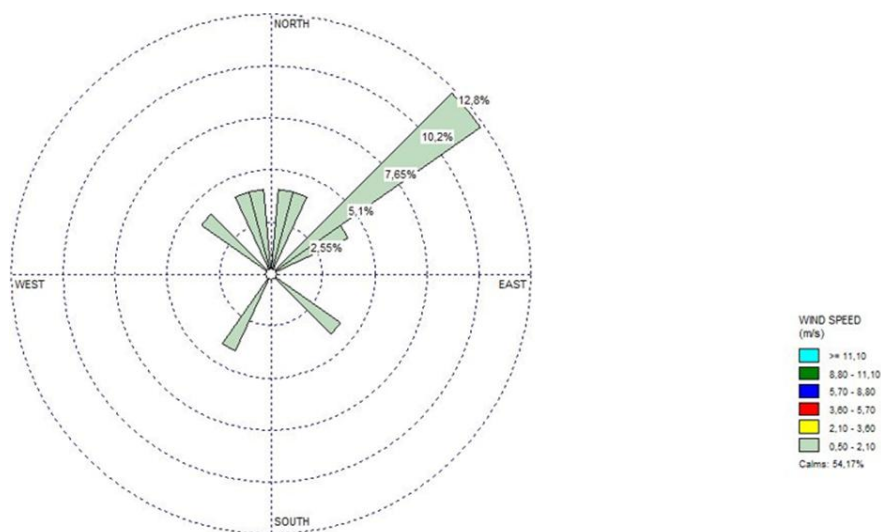


Figura 2. Rosa de viento estación meteorológica avícola Andina

Fuente: Propia 2025

La Figura 2. muestra datos de los vientos recopilados por la estación meteorológica ubicada en la empresa Avícola Andina ubicada en el centro industrial el Paraíso. En ella

se observa que la dirección predominante del viento es claramente del Noreste (NE). Se evidencia una barra larga y prominente que se extiende desde el centro de la estación meteorológica hacia el noreste (NE). Dentro de esta dirección, hay subdivisiones que indican las velocidades del viento. La mayoría de las barras, incluyendo la predominante del Noreste, están representadas en tonos de color Verde. Según la leyenda, verde claro equivale a 0.50 - 2.10 m/s. Este rango es el rango de velocidad más común, presente en casi todas las direcciones del viento. Verde oscuro, equivale a 2.10 - 3.80 m/s, de este rango se observa una sección en verde oscuro en la barra del Noreste, indicando que hay vientos en este rango de velocidad soplando desde esa dirección. Verde más oscuro equivalente a 3.80 - 5.70 m/s. También hay una porción de la barra del Noreste en este tono de verde, lo que sugiere vientos de mayor velocidad desde esa dirección. Un aspecto muy notable en esta rosa de los vientos es que hay vientos en calma equivalentes al 54,17%; Esto indica que más de la mitad del tiempo, el viento estuvo en calma o por debajo del umbral de medición. Este es un porcentaje extremadamente alto en comparación con las rosas de vientos anteriores, sugiriendo un régimen de viento predominantemente débil.

Aunque el Noreste es la dirección dominante, también hay barras más pequeñas que indican vientos menos frecuentes desde otras direcciones, como el Noroeste (NW), el Sureste (SE) y el Sur (S), pero con velocidades bajas.

3.2.3. Rosa de viento empresa EMQUILICHAO

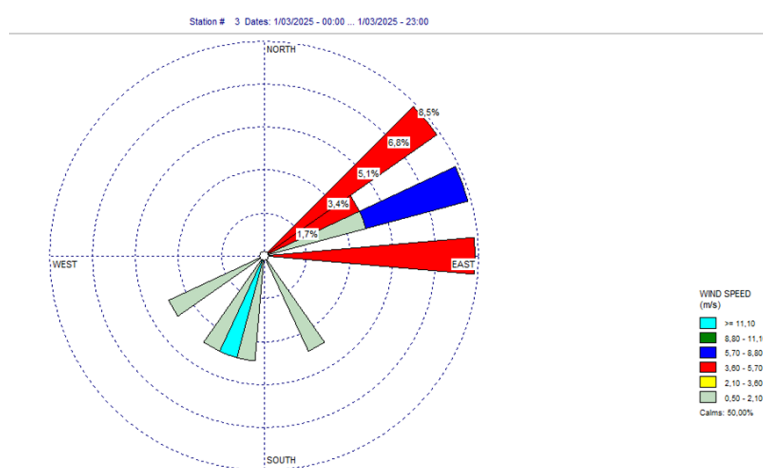


Figura 3. Rosa de Viento estación meteorológica EMQUILICHAO

Fuente: Propia 2025

La estación meteorológica ubicada en la planta de potabilización de EMQUILICHADO arrojó los siguientes resultados, como se evidencia en la Figura 3. La dirección predominante del viento fue del Este (E) y el Noreste (NE); se observan barras largas y prominentes que se extienden desde el centro de la estación meteorológica hacia estas direcciones. Los resultados de velocidades del Viento según las leyendas nos permiten interpretar valores como Rojo equivalente a 2.10 - 3.80 m/s; es un rango de velocidad significativo, presente en la dirección Este. Azul, equivalente a 5.70 - 8.80 m/s; los datos indican que hay una porción destacada en azul en la dirección Noreste, lo que evidencia vientos de mayor velocidad desde esa dirección. Verde claro, equivalente a 0.50 - 2.10 m/s; los datos indican que está presente en varias direcciones, incluyendo el Este, Noreste y Sureste, así como en las direcciones del Suroeste, Sur y Oeste, indicando vientos de baja a moderada velocidad. Cian, equivalente a 8.80 - 11.10 m/s; los datos muestran que hay una pequeña porción en cian en la dirección Suroeste, lo que sugiere la presencia de vientos fuertes en esa dirección, aunque con menor frecuencia. Un dato crucial en esta

rosa de los vientos es que la mitad del tiempo, el 50% registrado, el viento estuvo en calma o por debajo del umbral de medición.

3.2.4. Rosa de viento empresa UNICOMFACAUCA

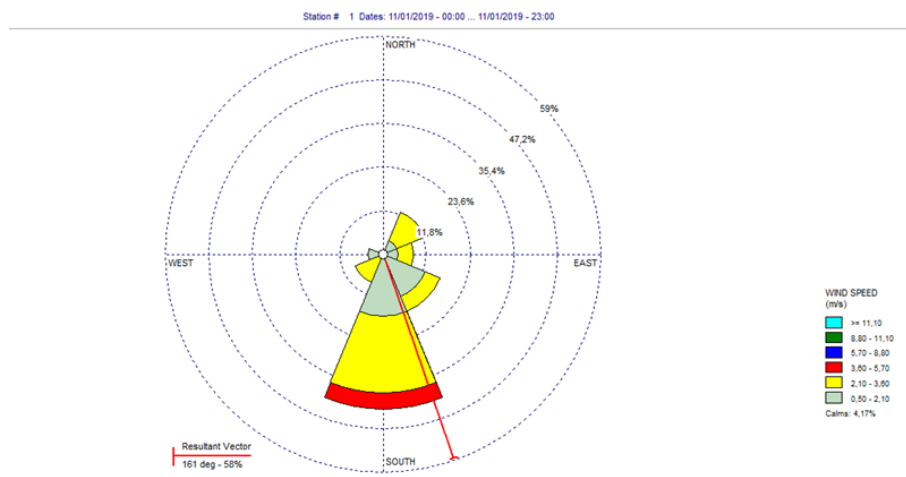


Figura 4. Rosa de Viento estación meteorológica UNICOMFACAUCA

Fuente: Propia 2025

La figura 4 muestra para el caso de la estación ubicada en el edificio de la Corporación Unicomfacaucua velocidades de viento en un rango entre 2.1 m/s y 3.6 m/s y porcentaje menor (ráfagas de vientos) entre 3.6 m/s y 5.7 m/s. Para el caso de la dirección del viento predominante (de dónde viene el viento) es del **Sur-Sureste (SSE)**. Esto se evidencia por las barras más largas y prominentes que se extienden desde el centro hacia esa dirección. Dentro de esta dirección, se observan vientos con velocidades en el rango de 0.50-2.10 m/s (amarillo) y 2.10-3.80 m/s (rojo), siendo estos últimos los que tienen mayor extensión.

3.3. Generación Atlas de Vientos municipio de Santander de Quilichao.

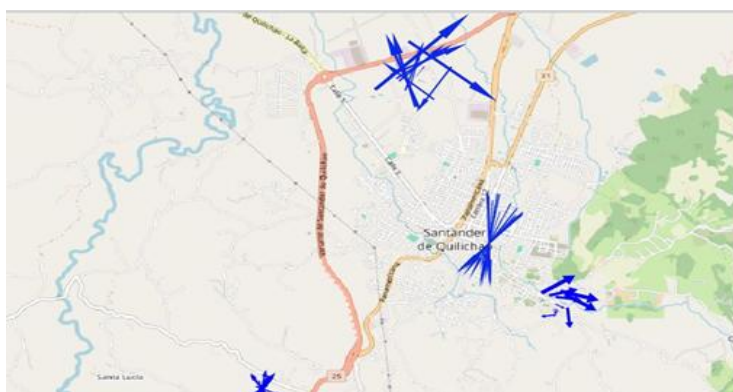


Figura 5. Atlas de Vientos municipio de Santander de Quilichao

Fuente: Propia 2025

Con las rosas de vientos creadas por cada estación meteorológica, Figura 5. Se generó el Atlas de Vientos del municipio de Santander de Quilichao, usando el programa QGIS, de la siguiente manera: cada rosa de vientos creada a partir de los datos recopilados de las estaciones meteorológicas, traen la información (hora, año, día, georreferenciación, velocidad del viento y dirección del viento), y de esta manera el programa QGIS la posiciona en el mapa del municipio de Santander de Quilichao; los datos de cada estación meteorológica, se representan con un vector que tiene indicadores para establecer la

dirección y velocidad del viento. Según la densidad de los vectores en la figura, se puede representar la magnitud de la velocidad del viento en el municipio de Santander de Quilichao.

4. Discusión

Los resultados de este estudio validan la premisa de que los datos de atlas eólicos a nivel regional como los de IDEAM, Global Wind Atlas o MSN/AccuWeather no son suficientes para la toma de decisiones agrícolas a nivel local. La investigación demuestra que, dentro del municipio de Santander de Quilichao, los patrones de viento varían significativamente de un lugar a otro. Esta variación es un aspecto crucial para los agricultores de Santander de Quilichao, quienes necesitan datos específicos para optimizar sus cultivos y la infraestructura instalada. La necesidad de datos locales para la agricultura de precisión ha sido ampliamente documentada. Un informe de EOS Data Analytics (<https://eos.com/es/blog/agrometeorologia-y-tiempo-agricultura>) sobre agrometeorología subraya que las condiciones micro climáticas en un campo pueden ser radicalmente diferentes de las de la región circundante, lo que justifica por completo la limitación de los datos a gran escala. Esto se relaciona directamente con los resultados obtenidos en la investigación que demuestran que, dentro del municipio de Santander de Quilichao, los patrones de viento varían significativamente de un lugar a otro.

Las rosas de viento creadas para cada una de las cuatro estaciones meteorológicas instaladas, a pesar de su cercanía, muestran direcciones y velocidades predominantes distintas, lo que subraya la necesidad de datos de alta resolución espacial. La variabilidad de los patrones de viento a escala local es un fenómeno científicamente reconocido. Fuentes como el libro de texto de Geografía Física o el portal Meteored explican que los vientos locales están determinados por la topografía, los gradientes de temperatura y los cuerpos de agua, elementos que son muy relevantes en un entorno geográfico como el de Santander de Quilichao. Por lo tanto, el hallazgo de diferencias en las rosas de viento de estaciones cercanas es una validación empírica de este principio geográfico y climático. Por ejemplo, se identificó un alto porcentaje de tiempo con vientos en calma en varias ubicaciones, información crítica para la planificación que podría pasarse por alto en un análisis a gran escala.

Estos hallazgos tienen implicaciones directas para la agricultura y la planificación productiva, ya que un conocimiento preciso del régimen de vientos local permite a los agricultores tomar decisiones climáticamente inteligentes, optimizar la ubicación de cultivos o infraestructura y evaluar el potencial real de la energía eólica a pequeña escala. La influencia del viento en las prácticas agrícolas es un tema recurrente en la investigación. Un estudio de J. Pérez (2020) en la Revista Latinoamericana de Tecnología Agrícola analiza el impacto negativo del viento en el riego por aspersión destaca que el viento es la variable climática más importante que afecta la uniformidad del riego. Esta afirmación refuerza la necesidad de un conocimiento preciso de las condiciones locales, y valida la utilidad del atlas de vientos para tomar decisiones prácticas como la ubicación de sistemas de aspersión o la aplicación de agroquímicos, lo que convierte a la herramienta en un activo para la comunidad de Santander de Quilichao.

5. Conclusiones

- Se desarrolló y validó una metodología de bajo costo para la recopilación, procesamiento y visualización de datos de viento a escala local, utilizando herramientas accesibles y software de código abierto.

- Se logró generar un Atlas de Vientos para el municipio de Santander de Quilichao, proporcionando una herramienta precisa y específica para la toma de decisiones de los agricultores.
- Se confirmó la limitación de los atlas de vientos regionales para aplicaciones locales, lo que justifica la importancia de iniciativas como esta para llenar el vacío de información y permitir una planificación más informada y sostenible.
- El Atlas de vientos, se establece como una herramienta invaluable para los productores agropecuarios y las entidades gubernamentales locales, fomentando el desarrollo productivo y la adaptación al Cambio climático de manera más efectiva.

Contribuciones de autor:

Edgar Matallana, Minería de datos, manejo de software (QGIS – Python), Validación; Ever Martínez, Metodología, Discusión, Resultados; redacción: revisión y edición validación,

Fondos: Esta investigación fue financiada por la Corporación Universitaria Comfacaucá, mediante convocatoria interna de investigación modalidad Grupos de investigación, con número de acta de inicio con código VRIE2024-01G

Agradecimientos: A las empresas EMQUILICHAO, Avícola Andina y Rancho Piña, por su valiosa participación como facilitadores de los lugares donde se colocaron las estaciones meteorológicas, para llevar a feliz término la investigación

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Ministerio de Minas y Energía; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM); Unidad de Planeación Minero Energética. **Atlas de viento y energía eólica de Colombia**. Unidad de Planeación Minero Energética. 2006. Volumen 3, págs. 154-196. <https://library.wmo.int/idurl/4/34868>
2. IDEAM. (28 de octubre de 2015). Atlas interactivos, herramienta clave para el desarrollo sectorial. Recuperado de <https://n9.cl/huo1o>
3. Technical University of Denmark & The World Bank. (2023). Global Wind Atlas. Recuperado de <https://globalwindatlas.info/en/>
4. Microsoft. (n.d.). Mapa de viento: Valle del Cauca, Colombia. MSN El Tiempo. Recuperado el 9 de agosto de 2025, de <https://www.msn.com/es-mx/el-tiempo/mapas/viento/in-Valle-del-Cauca,Colombia>
5. Microsoft. (n.d.). Mapa de viento: Cauca, Colombia. MSN El Tiempo. Recuperado el 9 de agosto de 2025, de <https://www.msn.com/es-mx/el-tiempo/mapas/viento/in-Valle-del-Cauca,Colombia>
6. QGIS Development Team. (2024). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Recuperado de <http://qgis.osgeo.org>
7. Python Software Foundation. (2024). Python Language Reference (version 3.13.6). Recuperado de <https://docs.python.org/3/reference/>
8. Lakes Environmental Software. (2024). WRPLOT View. Recuperado de <https://www.weblakes.com/products/wrplot/>
9. The Weather Company. (n.d.). Weather Underground. Recuperado de <https://www.wunderground.com/>
10. EOS Data Analytics. (s.f.). Agrometeorología: Datos meteorológicos en la agricultura. Recuperado de <https://eos.com/es/blog/agrometeorologia-datos-en-la-agricultura/>
11. Meteored. (s.f.). Vientos locales. Recuperado de <https://www.meteored.com.ar/tiempo/meteorologia/vientos-locales-que-son.html>
12. Pérez, J., et al. (2021). "Tecnologías emergentes en la agricultura sostenible". Revista de Agricultura de Precisión.