

**FORMULACIÓN DE UN PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE HELADAS EN LA VEREDA PIACÚN DEL MUNICIPIO DE PUPIALES DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO (Resumen Analítico)**

***FORMULATION OF A PROTOCOL FOR FROST MANAGEMENT IN THE PIACÚN VILLAGE OF THE MUNICIPALITY OF PUPIALES, DEPARTMENT OF NARIÑO (Analytical Summary)***

**Autores (Authors):** Cañar Ricaurte Jonathan David, Pantoja Revelo Daniel Ronaldo, Santander Chalacan Camilo José

**Facultad (Faculty):** Ingeniería

**Programa (Program):** Ingeniería Ambiental

**Asesor (Support):** Mg. Francisco Ricardo Mafla Chamorro, Mg. Juan Carlos Narvárez Burgos

**Fecha de terminación del estudio (End of the research):** enero 2024

**Modalidad de Investigación (Kind of research):** Trabajo de Grado

**PALABRAS CLAVE**

MANEJO DE HELADAS  
PROTOCOLO  
GESTION DE RIESGO

**KEY WORDS**

FROST MANAGEMENT  
PROTOCOL  
RISK MANAGEMENT

**RESUMEN:** Esta investigación se sumergió en una exploración exhaustiva de la fenomenología de las heladas, centrándose en su patrón de comportamiento, su proceso de formación y el impacto que tienen en los cultivos agrícolas. Con el firme propósito de contribuir al manejo efectivo de este fenómeno, se optó por desarrollar un método de evaluación que abarcara múltiples variables relacionadas con la formación de heladas en la vereda de Piacún, ubicada en el municipio de Pupiales, Nariño. Este enfoque implicó la realización de detalladas entrevistas con agricultores locales para recopilar información valiosa sobre sus técnicas para prever y mitigar los efectos de las heladas en sus cultivos. Después, se realizaron un análisis minucioso de las entrevistas recolectadas, seguido de recopilar y analizar datos meteorológicos, como la nubosidad, la radiación solar, la velocidad del viento, la humedad relativa máxima, la humedad relativa mínima y la temperatura. Estos datos se utilizaron para realizar una evaluación exhaustiva de su influencia en la formación de heladas. Como resultado de estas investigaciones, se elaboró un folleto informativo diseñado para orientar y apoyar la predicción, prevención y control de las heladas en la comunidad local.

**ABSTRACT:** *This research immersed itself in an exhaustive exploration of the*

*phenomenology of frosts, focusing on their behavioral pattern, their formation process, and the impact they have on agricultural crops. With the firm intention of contributing to the effective management of this phenomenon, it was decided to develop an evaluation method that covered multiple variables related to the formation of frost in the Piacún village, located in the municipality of Pupiales, Nariño. This approach involved conducting detailed interviews with local farmers to gather valuable information about their techniques for predicting and mitigating the effects of frost on their crops. Subsequently, a thorough analysis of the collected interviews was carried out, followed by the collection and analysis of various meteorological data, such as cloudiness, solar radiation, wind speed, maximum relative humidity, minimum relative humidity and temperature. These data were used to carry out a comprehensive evaluation of their influence on frost formation. As a result of these investigations, an information brochure was produced designed to provide guidance and support in the prediction, prevention and control of this frost phenomenon in the local community.*

**CONCLUSIONES:** Los agricultores con un conocimiento sólido en la gestión de heladas, que aplican estrategias efectivas para prevenir pérdidas en sus cultivos, demuestran la habilidad de minimizar costos adicionales desde una perspectiva económica. Estas estrategias se fundamentan en los recursos disponibles, ya sea mediante el apoyo inmediato proporcionado por su entorno o en los recursos que tienen a su disposición. Esto les permite contrarrestar de forma ágil y eficaz los impactos perjudiciales de este fenómeno climático en sus cultivos.

Luego de realizar un exhaustivo análisis de evaluación entre las variables, hemos identificado la existencia de una evaluación significativa entre ellas. Para garantizar la solidez de nuestros hallazgos, hemos empleado tanto la evaluación de Pearson como la evaluación de Spearman, ambas arrojando resultados consistentes que respaldan la relación entre las variables objeto de estudio.

Este estudio se ha enfocado en la exploración de las relaciones entre la temperatura mínima, el brillo solar y la nubosidad. A través de análisis estadísticos, hemos apoyado cuantitativamente la información observada visualmente. Entre los patrones de mayor relevancia, destaca la influencia crucial de las condiciones térmicas en la incidencia de heladas. Estos descubrimientos son de gran utilidad, ya que sientan las bases para el desarrollo de modelos predictivos que contribuyen a la mitigación de los daños causados por este fenómeno climático.

**CONCLUSIONS:** *Farmers with solid knowledge in frost management, who apply effective strategies to prevent losses in their crops, demonstrate the ability to minimize additional costs from an economic perspective. These strategies are based on the resources available, either through the immediate support provided by their environment or the resources they have at their disposal. This allows them to quickly and effectively counteract the harmful impacts of this climate phenomenon on their crops.*

*After carrying out an exhaustive evaluation analysis between the variables, we have identified the existence of a significant evaluation between them. To ensure the robustness of our findings, we have used both the Pearson evaluation and the Spearman evaluation, both yielding consistent results that support the relationship*

*between the variables under study.*

*This study has focused on exploring the relationships between minimum temperature, sunshine and cloudiness. Through statistical analysis, we have managed to quantitatively support the information previously observed visually. Among the most relevant patterns, the crucial influence of thermal conditions on the incidence of frost stands out. These discoveries are very useful, since they lay the foundations for the development of predictive models that contribute to the mitigation of the damage caused by this climate phenomenon.*

**RECOMENDACIONES:** Recomendamos llevar a cabo entrevistas en diversas localidades del altiplano nariñense. Estas localidades pueden incluir Sapuyes, Túquerres, Potosí, Cumbal, Aldana, Imues y Guachucal. La estrategia permitirá recopilar información sobre las prácticas de los agricultores en relación con el control y prevención de las heladas. El objetivo principal es identificar posibles métodos y enfoques alternativos para minimizar las pérdidas en los cultivos y proteger la economía local de los efectos adversos de las heladas.

Se recomienda llevar a cabo un análisis de otras variables climatológicas para evaluar su influencia en la incidencia de las heladas. Entre estas variables se incluyen la velocidad del viento, la humedad relativa máxima, la humedad relativa mínima, la precipitación, la dirección del viento, entre otros. Este paso permitirá examinar el comportamiento de estas variables y su relación con otros factores, con el propósito de identificar posibles correlaciones. Esto fortalecerá la robustez de los análisis que se harán y contribuirá a realizar pronósticos o predicciones más precisas del fenómeno climático.

Una recomendación adicional es la importancia de no limitarse solo a realizar análisis de correlación entre variables y desarrollar un modelo de predicción del fenómeno. Esto permitirá contribuir a la formulación de estrategias de manejo específicas para prevenir y mitigar los Daños causados por las heladas a los campesinos. La creación de un modelo de predicción nos brindará las herramientas necesarias para afrontar eficazmente este fenómeno meteorológico, fundamental para proteger la agricultura local y la economía de la región.

**RECOMMENDATIONS:** *We recommend carrying out interviews in various locations in the Nariño highlands. These localities may include Sapuyes, Túquerres, Potosí, Cumbal, Aldana, Imues and Guachucal. This strategy will allow us to collect a significant amount of information on farmers' practices regarding frost control and prevention. The main objective is to identify possible alternative methods and approaches to minimize crop losses and protect the local economy from the adverse effects of frost.*

*It is recommended to carry out an analysis of other climatological variables to evaluate their influence on the incidence of frost. These variables include wind speed, maximum relative humidity, minimum relative humidity, precipitation, wind direction, among others. This step will allow us to examine the behavior of these variables and their relationship with other factors, with the purpose of identifying possible correlations. This, in turn, will strengthen the robustness of the analyzes that will be carried out and will contribute to the ability to make more accurate*

*forecasts or predictions of this climate phenomenon.*

*An additional recommendation that we want to highlight is the importance of not only limiting ourselves to carrying out correlation analysis between variables, but also of developing a prediction model for this phenomenon. This will contribute to the formulation of specific management strategies to prevent and mitigate damage caused by frost to farmers. The creation of a prediction model will provide us with the necessary tools to more effectively confront this meteorological phenomenon, which will be essential in protecting local agriculture and the region's economy.*