**Propuesta de Proyecto**

Seminario de Analítica y Ciencia de Datos

Yeferson Ferley García Vásquez

yeferson.garcia@udea.edu.co

Felipe Ruiz Zea

felipe.ruiz1@udea.edu.co

**Presentación del Proyecto**

El proyecto se enfoca en analizar el impacto de las precipitaciones en dos aspectos críticos que afectan el costo de vida en Colombia: el mercado de alimentos y la energía eléctrica. En un país donde la agricultura y la generación hidroeléctrica son fundamentales, las variaciones en las precipitaciones pueden tener consecuencias significativas ya que del “*total de agua que se requiere para satisfacer las necesidades hídricas de la agricultura, el 90 por ciento proviene de aguas lluvias y el 10% de riego*” [1]. Por lo que se explorará cómo las lluvias afectan la producción agrícola en diferentes regiones del país, influyendo en la disponibilidad ofrecida por el mercado y los precios de los alimentos. Además, se examinará cómo los niveles de lluvia impactan la capacidad de generación de energía hidroeléctrica, un factor determinante en el costo de la electricidad para los consumidores ya que aproximadamente el 70% de la energía eléctrica en Colombia es suministrada por hidroeléctricas [2]. El análisis proporcionará una comprensión integral de cómo el clima afecta estos dos indicadores críticos del costo de vida en Colombia, permitiendo así una mejor planificación a rutas de emergencia y alternativas de mitigación para la gestión de recursos que propone enfrentar estos desafíos climáticos con base en datos disponibles públicamente por el gobierno colombiano.

**Objetivo del Proyecto**

Utilizar técnicas de análisis y ciencia de datos con las distintas herramientas ofrecidas por Python para investigar y comprender cómo las variaciones en las precipitaciones afectan la producción agrícola, la disponibilidad y los precios de los alimentos, así como la capacidad de generación hidroeléctrica en Colombia. A través de la recopilación, limpieza, exploración, modelación y visualización de conjuntos de datos públicos relacionados con la precipitación, la producción agrícola, los precios de los alimentos y la generación de energía hidroeléctrica, y así correlacionar estas variables para proveer un modelo de tendencia que brinde información clave para una mejor planificación y gestión de recursos que permita mitigar los impactos adversos del clima, lo cual permite en cierta medida conservar la seguridad e independencia alimentaria y energética en el país.

**Contexto del Problema**

En Colombia, las precipitaciones juegan un papel crucial en la economía y el bienestar de la población debido a la dependencia del país en la agricultura y la generación de energía hidroeléctrica. Sin embargo, en los últimos años, las variaciones climáticas extremas han generado preocupaciones significativas en estos sectores.

En cuanto al mercado de alimentos, se ha observado un impacto directo en la producción agrícola debido a las fluctuaciones en las precipitaciones. Por un lado, las sequías prolongadas (fenómeno del niño) en algunas regiones han afectado la disponibilidad y la calidad de los cultivos, lo que ha llevado a un aumento en los precios de alimentos básicos como la papa, el tomate y algunas hortalizas. Por otro lado, las inundaciones repentinas (o también llamado el fenómeno de la niña) han provocado pérdidas masivas de cultivos y daños en la infraestructura no sólo agrícola, sino que también vial, lo que también ha contribuido a la escasez de alimentos y al alza de precios.

En cuanto a la energía eléctrica, Colombia depende en gran medida de la generación hidroeléctrica, que representa aproximadamente el 70% [2] de la capacidad instalada. Las variaciones en las precipitaciones pueden afectar la disponibilidad de agua para la generación de energía, lo que a su vez puede resultar en cortes de energía y un aumento en los costos de electricidad para los consumidores.

Recientemente, se ha observado un patrón preocupante de sequías más frecuentes e intensas en algunas regiones, lo que ha generado preocupaciones sobre la seguridad alimentaria y la estabilidad del suministro eléctrico en el país. Esto ha llevado a llamados de atención por parte de expertos y autoridades para implementar medidas de adaptación y mitigación del cambio climático, así como para diversificar las fuentes de energía y promover prácticas agrícolas sostenibles.

**Propuesta de Solución y Alcance**

Para abordar los desafíos relacionados con la gestión del agua en la agricultura y la seguridad alimentaria, se propone un enfoque integral que combine datos históricos de precipitaciones con modelos estadísticos avanzados. Este enfoque tiene como objetivo desarrollar sistemas de gestión del agua más eficientes, capaces de predecir y mitigar posibles desabastecimientos debido a sequías o inundaciones.

Una parte fundamental de esta propuesta implica la adaptación de modelos estadísticos que puedan prever con precisión los eventos de escasez de agua en función de los datos históricos de precipitaciones y otros factores relevantes. Estos modelos servirán como herramientas de apoyo para la toma de decisiones, permitiendo a los agricultores y autoridades gestionar de manera proactiva los recursos hídricos y planificar estrategias de riego más efectivas.

De acuerdo a los resultados del análisis de los datos se puede proponer la implementación de prácticas agrícolas sostenibles que promuevan el uso eficiente del agua, como el riego por goteo y la optimización del uso del agua mediante el monitoreo continuo a través de sensores. Estas prácticas no sólo reducirían el desperdicio de agua, sino que también ayudarían a conservar los recursos hídricos en periodos de sequía.

Otro aspecto importante es el análisis detallado de datos sobre patrones climáticos y productividad agrícola. Mediante este análisis, se puede identificar qué cultivos son más resistentes a las variaciones en las precipitaciones y qué regiones tienen un mayor potencial para la diversificación de cultivos. Esta información permitiría a los agricultores tomar decisiones informadas sobre qué cultivos plantar en función de las condiciones climáticas esperadas, reduciendo así la vulnerabilidad de la agricultura frente a eventos climáticos extremos, así como implementar productos alternativos que puedan sustituir a los afectados por las condiciones climáticas adversas y así diversificar la producción agrícola.

Además de su impacto en la agricultura, las precipitaciones también desempeñan un papel crucial en la generación de energía hidroeléctrica. La disponibilidad de agua en los embalses es fundamental para la producción de energía a través de la hidrogeneración. Por lo tanto, la gestión eficiente del agua no solo beneficia a la agricultura, sino que también garantiza un suministro estable de energía hidroeléctrica, contribuyendo así a la seguridad energética del país.

Para optimizar la hidrogeneración en un contexto de variabilidad climática, es necesario desarrollar modelos predictivos que integren datos hidrológicos y climáticos. Estos modelos pueden ayudar a anticipar cambios en los patrones de precipitación y a ajustar la operación de las centrales hidroeléctricas en consecuencia. Además, la implementación de tecnologías innovadoras que permitan el almacenamiento de energía, y puedan complementar la producción hidroeléctrica asegurando así un suministro continuo de energía incluso en condiciones climáticas adversas.

**Definición del Alcance**

El proyecto se enfoca en una tarea fundamental: desarrollar modelos estadísticos y de análisis de datos que permitan anticipar y comprender con mayor precisión cómo los mercados de alimentos y energía en Colombia responden a los patrones de lluvia y sequía. Aunque tradicionalmente se han utilizado modelos conceptuales como el EBA4SUB para predecir fenómenos hidrológicos, investigaciones recientes indican que los modelos de Machine Learning, tales como ANFIS-PSO, ANFIS-FCM, MARS y M5Tree, tienen un desempeño superior en esta tarea [3].

Estos modelos no solo son capaces de predecir parámetros clave en estos mercados, sino que también pueden ser utilizados para estimar otras variables críticas, como los precios, la disponibilidad y la oferta. Esto amplía significativamente el alcance de aplicación de los modelos, brindando una visión más completa y detallada de la dinámica de los mercados de alimentos y energía.

Es importante destacar que el alcance del proyecto se concentra exclusivamente en Colombia y no incluye alimentos procesados. El enfoque se centra específicamente en la agricultura y los sectores energéticos en el contexto colombiano, con especial atención en las precipitaciones y las épocas de sequía y lluvia como principales indicadores climáticos. Esta delimitación permite una investigación más detallada y específica, facilitando la identificación de tendencias y patrones relevantes para el país.

**Riesgos e Impacto del Negocio**

La solución propuesta tiene un impacto positivo significativo en la mitigación de riesgos y la mejora del negocio en varios aspectos. Por un lado, al utilizar modelos estadísticos y de análisis de datos para predecir el comportamiento de los mercados de alimentos y energía en Colombia, se proporciona a los tomadores de decisiones información crucial para una planificación más efectiva y una gestión de recursos más eficiente. Esto puede conducir a una mejor preparación para enfrentar los impactos adversos del clima, como las sequías y las lluvias intensas, reduciendo así la vulnerabilidad del sector agrícola y energético.

Al comprender mejor cómo los cambios en las condiciones climáticas afectan la disponibilidad, los precios y la oferta de alimentos y energía, se pueden implementar medidas proactivas para mitigar riesgos y aprovechar oportunidades. Por ejemplo, en un estudio similar realizado en Australia, se demostró cómo el análisis de datos climáticos permitió a los agricultores anticipar mejor las condiciones meteorológicas adversas y ajustar sus prácticas de cultivo para minimizar pérdidas y maximizar la producción [4].

Adicionalmente, investigaciones como la llevada a cabo sobre la relación entre variables climáticas y seguridad alimentaria en África subsahariana desde 1985 hasta 2018, han demostrado que la lluvia tuvo un efecto significativamente positivo en la disponibilidad, accesibilidad y utilización de alimentos a largo plazo. Sin embargo, otros aspectos climáticos (que en principio no se tienen en cuenta para esta propuesta) como la temperatura fue perjudicial para la disponibilidad y accesibilidad de alimentos, pero no tuvo impacto en la utilización de ellos. Las emisiones de CO2, por otro lado, afectaron positivamente la disponibilidad y accesibilidad de alimentos, pero no afectaron su uso o demanda [5].

En relación con la predicción del mercado de la energía eléctrica, diversos estudios han explorado el uso de modelos basados en técnicas de regresión de aprendizaje automático y redes neuronales para estimar su capacidad. Algunos de estos modelos incluyen: Modelos de regresión de aprendizaje automático, como la regresión lineal, regresión polinómica o, regresión de vectores de soporte, así como también redes neuronales artificiales, que pueden incluir perceptrones multicapa, redes neuronales recurrentes (RNN), y redes neuronales convolucionales (CNN). Estos modelos son utilizados para predecir con precisión la capacidad de producción mensual de energía hidroeléctrica en distintas áreas geográficas del mercado en otros países [5].

Al implementar este tipo de soluciones puede conllevar riesgos potenciales, como la dependencia excesiva de los modelos predictivos y la precisión de los datos utilizados. Si los modelos no tienen en cuenta todos los factores relevantes o si los datos de entrada son incompletos o incorrectos, las predicciones pueden ser inexactas y conducir a decisiones erróneas. Además, existe el riesgo de que los cambios en las políticas gubernamentales o en las condiciones del mercado puedan afectar la eficacia de la solución a lo largo del tiempo. El cambio climático también puede ser un factor clave en la interrupción de los ciclos naturales de las precipitaciones, lo cual puede interferir con la predicción de patrones debido al alto grado de aleatoriedad que introduce en las variables, esta incertidumbre afecta de forma directa la exactitud de los modelos estadísticos que se implementen.

En resumen, si se implementa adecuadamente la solución propuesta puede tener un impacto positivo significativo en la gestión de riesgos y la mejora del negocio al proporcionar información valiosa para una toma de decisiones más informada y estratégica basada en los datos y modelos estadísticos predictivos.

## Referencias

1. Semana, “Agricultura, el sector que más agua demanda en el país,” Semana, 2019. Accessed: Apr. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/agricultura-el-sector-que-mas-agua-demanda-en-el-pais/43450/>
2. Minenergía, “Colombia apuesta a la aplicación de un estándar mundial de sostenibilidad con el apoyo de la Cooperación Económica y Desarrollo (SECO) de Suiza y la Asociación Internacional de Energía hidroeléctrica (IHA),” Minenergía, 2023. https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/colombia-como-uno-de-los-líderes-latinoamericanos-en-energía-hidroeléctrica-le-apuesta-a-la-aplicación-de-un-estándar-mundial-de-sostenibilidad-con-el-apoyo-de-la-cooperación-económica-y-desarrollo-seco-de-suiza-y-la-asociación-internacional-de-energí/ (accessed Apr. 02, 2024).
3. Adnan, R.M., Petroselli, A., Heddam, S. et al. Short term rainfall-runoff modelling using several machine learning methods and a conceptual event-based model. Stoch Environ Res Risk Assess 35, 597–616 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00477-020-01910-0>
4. Klemm, T., & McPherson, R. (2017). The development of seasonal climate forecasting for agricultural producers. Agricultural and Forest Meteorology, 232, 384-399.
5. Affoh, R.; Zheng, H.; Dangui, K.; Dissani, B.M. The Impact of Climate Variability and Change on Food Security in Sub-Saharan Africa: Perspective from Panel Data Analysis. Sustainability 2022, 14, 759. https://doi.org/10.3390/su14020759
6. C. Condemi, D. Casillas-Pérez, L. Mastroeni, S. Jiménez-Fernández, S. Salcedo-Sanz. Hydro-power production capacity prediction based on machine learning regression techniques (2021),Volume 222,ISSN 0950-7051. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107012.