

Dispositivo basado en modelo arima para predicción de variables ambientales (temperatura, humedad, velocidad del aire) en el área agrícola del departamento del meta.

Device based on the Arima model for prediction of environmental variables (temperature, humidity, air velocity) in the area of Meta departament

Jhon Ademir Palomino-Parra¹; Oscar Alejandro Torrez-Cruz²; Yamid Leonardo Angulo-Méndez³



Palabras clave: pronóstico meteorológico, previsión, econometría, radiación solar, datos meteorológicos, condiciones meteorológicas, agroclimatología, investigación agrícola.

Artículo de investigación:

Fecha de recepción:
19/11/2019

Fecha de aceptación:
15/06/2020

Esta publicación se encuentra bajo licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional



Resumen

Teniendo en cuenta que las condiciones climáticas en todo el mundo debido al efecto invernadero generando que la temperatura haya venido en crecimiento, afectando de una u otra forma lo social, económico y ambiental, tal como lo informa el Ideam y Fonade⁴ y reforzado por la revista agronegocios⁵. Los agricultores no cuentan actualmente con herramientas necesarias para poder realizar un estudio técnico y definir la época precisa para el cultivo con calidad de cada uno de sus productos.

- 1 Ingeniero Electronico, Magister en Sistemas de Gestión HSEQ, Docente investigador Unipanamericana, Ingeniería de Telecomunicaciones, Colombia, japalomino@unipanamericana.edu.co, twitter: @jadepalpa, Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0858-8657>
- 2 Ingeniero Electrónico, Magister en Gestion de la tecnología Educativa, Docente investigador Unipanamericana, Ingeniería de Telecomunicaciones, Colombia, oalejandrotorres@unipanamericana.edu.co, twitter: @aleland02075670, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8164-1253>
- 3 Ingeniero Informático, Estudiante Maestría transformación diital en el sector de las telecomunicaciones e infraestructuras tecnológicas, Especialista en Gerencia Informática, Coordinador Docente Tiempo Completo, Unipanamericana, Ingeniería de Telecomunicaciones, Colombia, ylangulom@unipanamericana.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8296-6527>
- 4 Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Evaluación del riesgo agroclimático por sectores. Marzo de 2013
- 5 Tomado de <https://semanarural.com/web/articulo/agricultura-en-la-orinoquia-770>.



Revista GEON


“Como resultado de este modelo de predicción, se busca estimar las diferentes variables ambientales con fines agrícolas”

Jhon Ademir Palomino-Parra; Oscar Alejandro Torrez-Cruz;
Yamid Leonardo Angulo-Méndez

Mediante el modelo de estimación de ARIMA, se relacionaron datos de temperatura, humedad, velocidad, presión arrojados por una estación meteorológica (Estación Patrón) llevándolo a un modelo matemático predictivo.

Como primera parte del modelado del sistema, se procedió a adquirir una estación de marca Wunder Station y ubicarla en Yurimena – Cofrem (Km 33, Vía Puerto López) donde durante seis meses se recolectaron datos de las diferentes variables meteorológicas, estos resultados se analizaron mediante E-views (software) y se parametrizaron a fin de establecer una precisión del 95%.

Como resultado de este modelo de predicción, se busca estimar las diferentes variables ambientales con fines agrícolas. Con los datos obtenidos durante este periodo se logró establecer una predicción de 45 días con un porcentaje de error del 0,4%, permitiendo el análisis de otras variables como humedad relativa, velocidad del viento, entre otros.

Palabras claves: pronóstico meteorológico, previsión, econometría, radiación solar, datos meteorológicos, condiciones meteorológicas, agroclimatología, investigación agrícola.

Codigos JEL: C4, C150, C630, C870

*Cómo citar este artículo /
Toreference this article:*

Palomino Parra, J., Torres Cruz, O., & Angulo Méndez, Y. (2020). Dispositivo basado en modelo arima para predicción de variables ambientales (temperatura, humedad, velocidad del aire) en el área agrícola del departamento del Meta. Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios), 7(2), 1-12. <https://doi.org/10.22579/23463910.193>

Abstract

Taking into account that the climatic conditions throughout the world due to the green house effect, generating that the temperature has been growing, affecting in one way or another the social, economic and environmental aspects, as reported by Ideam and Fonade and reinforced by the magazine agribusiness. Farmers currently do not have the necessary tools to be able to carry out a technical study and define the precise time for quality cultivation of each of their products.

Using the arima estimation model, the temperature, humidity, velocity, pressure data released by a weather station (Standard Station) were related to a predictive mathematical model.

As a first part of the modeling of the system, a "Wunder Station" brand station was acquired and located in Yurimena - Cofrem (Km 33, avenue Puerto López) where for six months data from the different meteorological variables were collected, these results were analyzed using E-views (software) and were parameterized in order to establish an accuracy of 95%.

As a result of this prediction model, it is sought to estimate the different environmental variables in this region for agricultural purposes. The prediction model will be the basis for the design and implementation of a weather station created from the research group of the Panamericana University Foundation. With the data obtained during this period, a 45-day prediction was established with an error rate of 0.4%, allowing the analysis of other variables such as relative humidity, wind speed, among others.

Keywords: Meteorological forecast, forecast, econometrics, solar radiation, meteorological data, meteorological conditions, agroclimatology, agricultural research

*Cómo citar este artículo /
Toreference this article:*

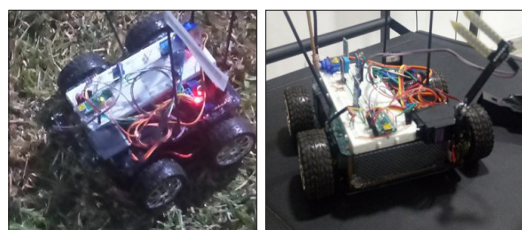
Palomino Parra, J., Torres Cruz, O., & Angulo Méndez, Y. (2020). Dispositivo basado en modelo arima para predicción de variables ambientales (temperatura, humedad, velocidad del aire) en el área agrícola del departamento del Meta. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios)*, 7(2), 1-12. <https://doi.org/10.22579/23463910.193>

Introducción

La Orinoquía cuenta con 4.557.92 millones de hectáreas destinadas al uso agrícola, y apenas un 15% es cultivado de forma adecuada. Cifras que reflejan la vocación no tecnificada agrícola del país. La combinación de las variables climatológicas forma una incidencia en la actividad agraria del país, la temperatura es una variable que afecta significativamente los cultivos. Si la temperatura del aire baja o sube, por fuera de los lúmenes (unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, o potencia luminosa emitida por la fuente) favorecedores para que un cultivo prospere adecuadamente, el resultado puede ser un cultivo de baja calidad o peor aún, que el cultivo se pierda afectando la seguridad alimentaria y la economía de los agricultores del país. La humedad es otra variable que permite el desarrollo óptimo de los cultivos. Por esta razón, toma pertinencia poder estimar el comportamiento de estas variables atmosféricas para la óptima administración de los recursos, lo que permite la medición, control y procesamiento de datos ambientales. En el presente proyecto se diseñó y se encuentra en proceso de construcción una estación meteorológica que permita la medición de estas variables. La estación patrón se instaló en la sede de Villavicencio de Unipanamericana fundación universitaria la otra en la sede campestre de Cofrem "Yurimeña", ubicada en la vía a puerto López. Para acceder a los datos obtenidos por los sistemas de sensores de las estaciones se realiza a través de un

explorador apuntando a una dirección ip (número único que identifica a un dispositivo cuando este se conecta a una red o a internet.) publica.

Figura 1. Dispositivo de medición de sensor de temperatura, humedad, luminosidad implementada en la Unipanamericana por medio de arduino.



Fuente: Unipanamericana sede Meta.

Contexto teórico

Teniendo en cuenta la ley general ambiental de Colombia (ley 99 de 1993) y de la cual se crea posteriormente el Ministerio del Medio Ambiente, se hace necesario en primer lugar identificar que dentro de los componentes ambientales aparte de los recursos naturales se encuentran el clima y sus respectivas variables con el fin de realizar un adecuado análisis del comportamiento de estas variables en el departamento del meta, especialmente en Puerto López y Granada. Como los datos son obtenidos a través de sensores e instrumentos ajustados con el modelo patrón en el presente proyecto se validaron los resultados de las variables a través de la comparación de los resultados con la estación meteorológica Wunder Station. En la siguiente tabla se muestran las comparaciones de los resultados:

Variable de Temperatura

Comparación de los datos			
Estación Unipanamericana	Variable °C	Estación Yurimena	Variable °C
Tiempo	Días	Tiempo	Días
Varianza Temp. High	6,8639	Varianza Temp. High	7,3198
Varianza Temp. Avg	2,0356	Varianza Temp. Avg	2,5394
Varianza Temp. Low	1,8732	Varianza Temp. Low	2,0575
Error cuadrático medio Yurimena	Estación		5,2275
Error cuadrático medio Unipanamericana	Estación		5,2178

Estos resultados son analizados teniendo como base la estación patrón que se encuentra en la unipanamericana, estación que se encuentra aún en garantía por parte del fabricante y no requiere calibración. Las medidas de la estación meteorológica de Yurimena se ajustaron de acuerdo a los resultados emitidos por esta estación arrojando un error de 0,001%.

Los modelos fraccionales autorregresivos de promedio móvil ARIMA (autoregressive integrated moving average), se usan para ajustar los registros climatológicos que presentan estacionalidad debido a la periodicidad del clima. Los modelos que usan series de tiempo convencionales como ARIMA no reproducen la propiedad de autocorrelación de los datos periódicos afectados por la memoria larga.

Materiales y métodos

Este modelo se caracteriza por 3 términos p , d , q , donde p hace relación al orden del término AR, q es el orden del término MA y d es la cantidad de diferenciación requerida para que las series de tiempo sean estacionarias.

Este tipo de modelo es de regresión lineal en otras palabras significa que utiliza sus propios retrasos como predictores. Cuando estos predictores no se encuentran correlacionados y son independientes entre sí el modelo funciona de manera óptima.

Matemáticamente se puede definir que le modelo de regresión automática (AR) es aquel donde $Y(t)$ depende solo de sus propios retrasos

$$Y_t = \alpha + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Donde Y_{t-1} es el rezago 1 de la serie, β_1 es el coeficiente del modelo y α es el término de intercepción, también estimado en el modelo.

De la misma forma, el modelo de media móvil pura (MA) es aquel en el que $Y(t)$ depende de los errores de pronóstico rezagados.

$$Y_t = \alpha + \varepsilon_t + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \phi_q \varepsilon_{t-q}$$

Donde los términos de error son los errores de los modelos autorregresivos de los respectivos retrasos. Los errores ε_t y ε_{t-1} son los errores de las siguientes ecuaciones:

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_0 Y_0 + \varepsilon_t$$

$$Y_{t-1} = \beta_1 Y_{t-2} + \beta_2 Y_{t-3} + \dots + \beta_0 Y_0 + \varepsilon_{t-1}$$

Tomando estas ecuaciones se puede llegar a definir el modelo ARIMA mediante las series de tiempo que se diferenciaron al menos una vez para poderlo hacer estacionario, obteniendo la siguiente ecuación:

$$Y_t = \alpha + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \phi_q \varepsilon_{t-q}$$

Resultados

El análisis de las propiedades estocásticas de las series de tiempo climáticos obtenidos es el primer paso

hacia el modelado y predicción de los datos. En las figuras 2 y 3 se aprecia el comportamiento de los datos medidos con los sensores (temperatura) de las EM con dos clases de muestras, en horas y días respectivamente:

A través del modelo de Box & Jenkins se pretende realizar un análisis soportado a través de la covarianza y mediante la siguiente metodología de análisis:

1. Prueba de estacionariedad (Test de raíz unitaria)

Figura 2. Valores máximos de temperatura en °C en la estación de Yurimena durante 164 días

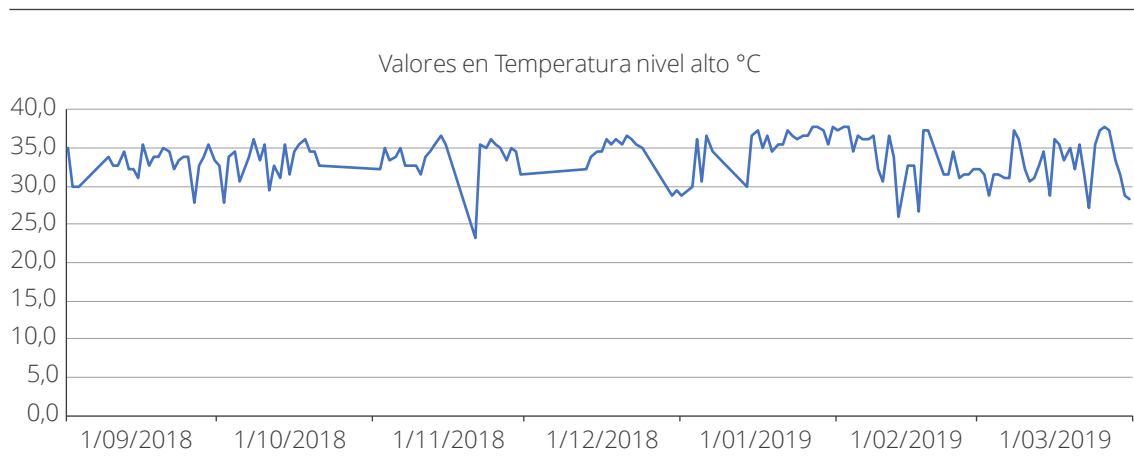
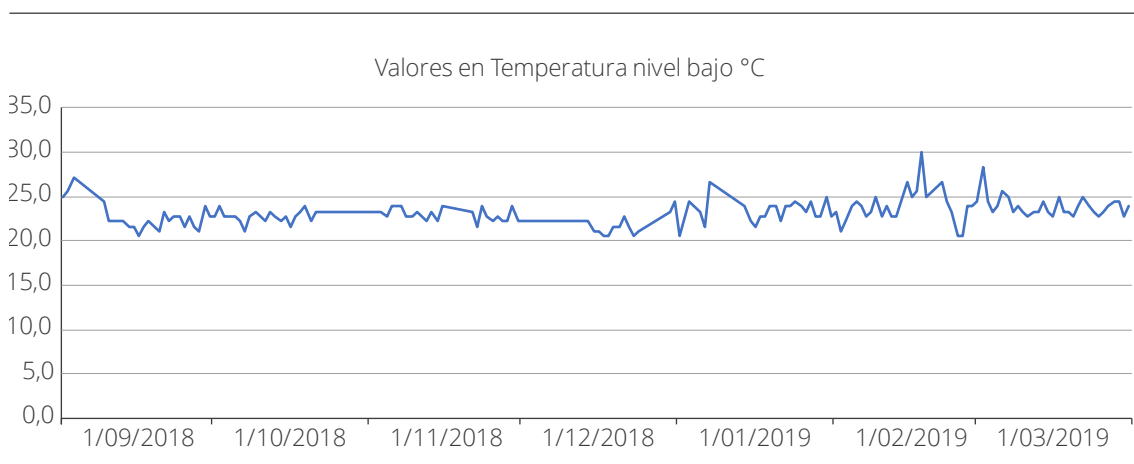


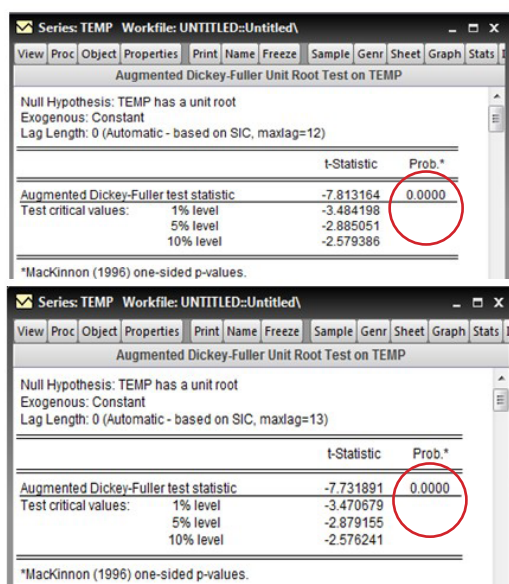
Figura 3. Valores mínimos de temperatura en °C en la estación de Yurimena durante 164 días



2. Identificación del modelo ARIMA (Correlograma)
3. Estimación del modelo identificado
4. Verificación del supuesto del ruido blanco de los residuales (Correlograma)
5. Decisión: Si -> seguir No-> Pasar al paso 2
6. Pronosticar

Siguiendo este proceso se inicia con la variable de temperatura en la cual se toma la muestra y se realiza un análisis probabilístico el cual debe ser menor al 5% para que nuestros pronósticos sean confiables tal como lo muestra la Figura 4.

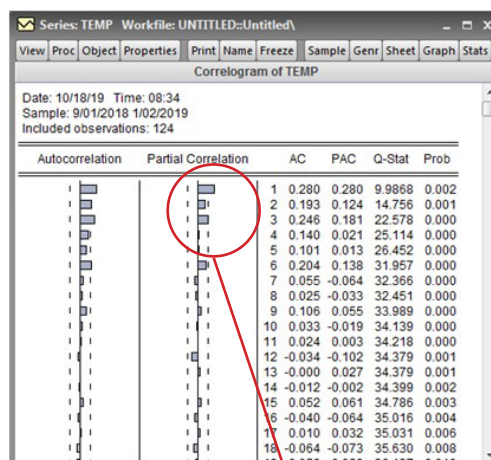
Figura 4. Análisis de probabilidad de la temperatura mínima y máxima con una probabilidad < 5%. Fuente: Software Eviews 11



Como se aprecia en las gráficas los datos obtenidos presentan autocorrelación, y puede ser descrito me-

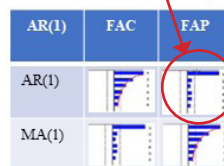
dante el análisis obtenido a través de E-views y a través de las correlaciones parciales se puede determinar el tipo de modelo ARIMA a utilizar, esto puede ser apreciado en las figuras 5 y 6 para los dos niveles de temperatura.

Figura 5. Análisis de Autocorrelación y determinación del tipo de modelo ARIMA de la variable de temperatura para el valor mínimo. Fuente: Software Eviews 11



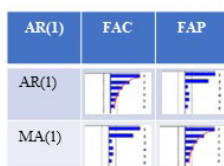
INTRODUCCION A LOS MODELOS ARIMA

Herramientas de identificación: Correlograma.



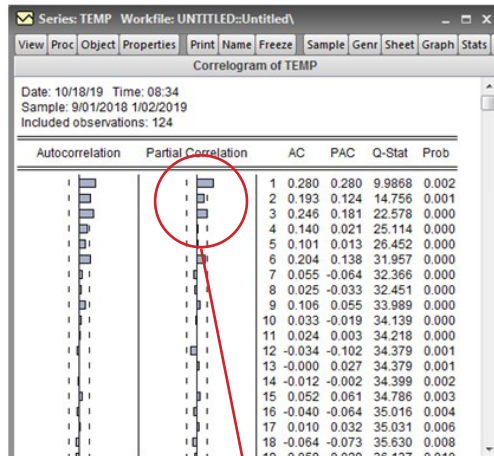
INTRODUCCION A LOS MODELOS ARIMA

Herramientas de identificación: Correlograma.



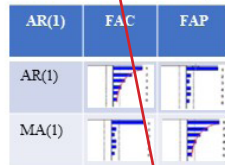
En el cual se puede observar el comportamiento cíclico que este modelo puede llegar a tener en la segunda columna de Correlación parcial y donde hay una repetitividad cada 10 muestras.

Figura 5. Análisis de Autocorrelación y determinación del tipo de modelo ARIMA de la variable de temperatura para el valor máximo.



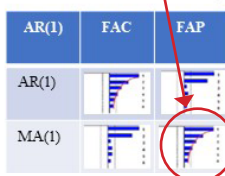
INTRODUCCION A LOS MODELOS ARIMA

Herramientas de identificación: Correlograma.



INTRODUCCION A LOS MODELOS ARIMA

Herramientas de identificación: Correlograma.



Una vez se ha realizado ese análisis se procede por medio del modelo a establecer una estacionariedad y realizar los diferentes ajustes al modelo. Este análisis puede ser observado en la figura 6.

Una vez este proceso ha sido realizado se procede a la estimación del modelo con la muestra tanto para la temperatura mínima como para la temperatura máxima como lo muestra la figura 7.

Figura 6. Análisis de estacionariedad para la variable de temperatura

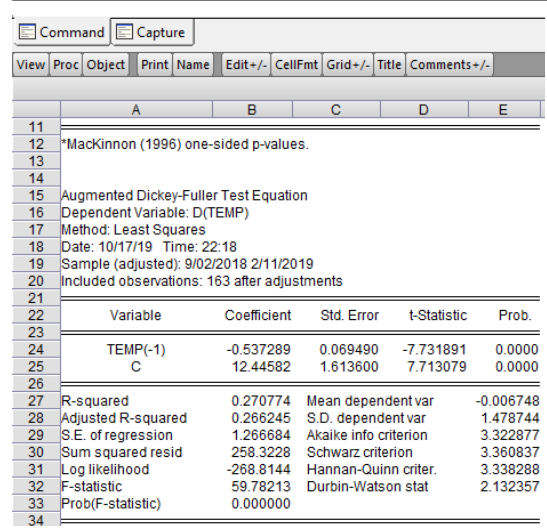
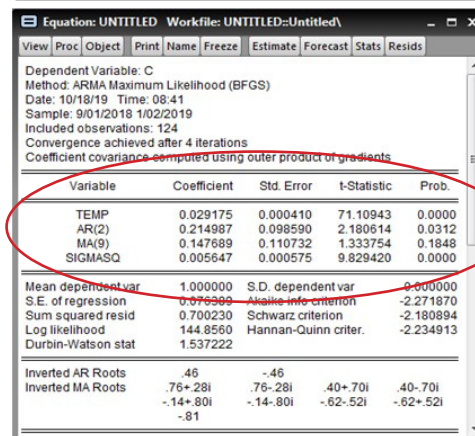
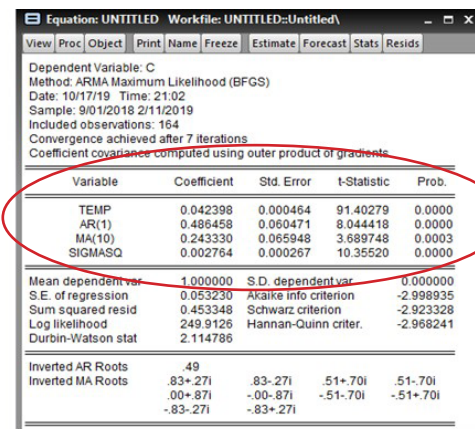


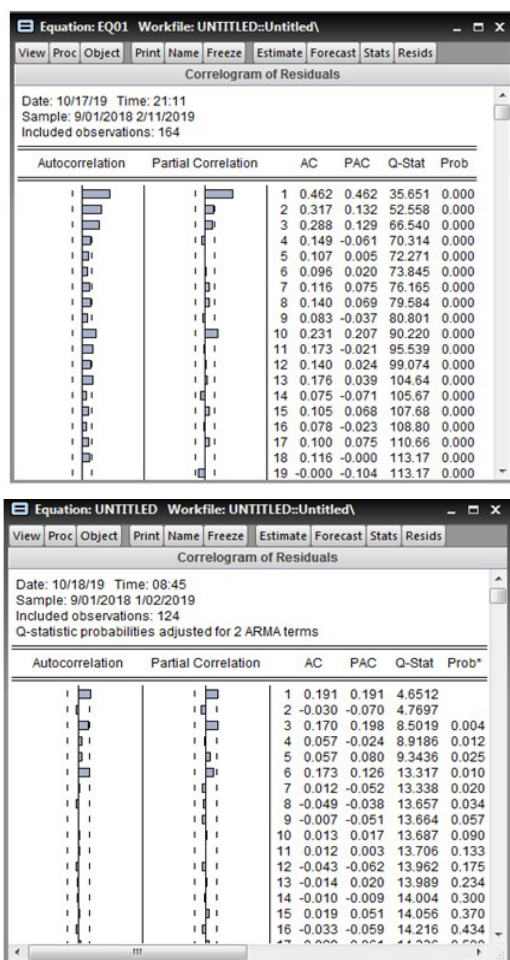
Figura 7. Determinación del modelo ARIMA para las variables de temperatura mínima y máxima



Una vez ha sido determinado el modelo para las dos variables se procede a realizar un análisis de ruido blanco que permitirá que los datos sean confiables.

Este análisis se realiza mediante la hipótesis nula de ruido blanco y puede ser observado en la figura 8 donde puede observarse mediante su probabilidad que este es menor al 5%.

Figura 8. Hipótesis nula de Ruido Blanco



Una vez se ha realizado el análisis se procede a la construcción del modelo de pronóstico tanto para la tempera-

tura mínima como máxima partiendo de los resultados obtenidos:

Dependent Variable: C
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
Date: 10/17/19 Time: 22:24
Sample: 9/01/2018 2/11/2019
Included observations: 164
Convergence achieved after 7 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TEMP	0.042398	0.000464	91.40279	0.0000
AR(1)	0.486458	0.060471	8.044418	0.0000
MA(10)	0.243330	0.065948	3.689748	0.0003
SIGMASQ	0.002764	0.000267	10.35520	0.0000

Mean dependent var	1.000000	S.D. dependent var	0.000000
S.E. of regression	0.053230	Akaike info criterion	-2.996935
Sum squared resid	0.453348	Schwarz criterion	-2.923328
Log likelihood	249.9126	Hannan-Quinn criter.	-2.968241
Durbin-Watson stat	2.114786		

Elaboración del modelo econométrico para la temperatura mínima

$$TempC_t = 0,042 + 0,4864TempC_{t-1} + 0,2433\varepsilon_{t-10}$$

T-Statistic	91,4027	8,044	3,6897
Prob	0,00	0,00	0,0003

Dependent Variable: C
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
Date: 10/18/19 Time: 08:41
Sample: 9/01/2018 1/02/2019
Included observations: 124
Convergence achieved after 4 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TEMP	0.029175	0.000410	71.10943	0.0000
AR(2)	0.214967	0.098590	2.180614	0.0312
MA(9)	0.147689	0.110732	1.333754	0.1848
SIGMASQ	0.005647	0.000575	9.829420	0.0000

Mean dependent var	1.000000	S.D. dependent var	0.000000
S.E. of regression	0.076389	Akaike info criterion	-2.271870
Sum squared resid	0.700230	Schwarz criterion	-2.180894
Log likelihood	144.8560	Hannan-Quinn criter.	-2.234913
Durbin-Watson stat	1.537222		

Inverted AR Roots	.46	-46		
Inverted MA Roots	.76+ .28i	.76- .28i	.40+ .70i	.40- .70i
	-.14+ .80i	-.14- .80i	-.62+ .52i	-.62+ .52i
				-.81

Elaboración del modelo econométrico para la temperatura máxima

$$TempC_t = 0,029 + 0,2149TempC_{t-1} + 0,1476\varepsilon_{t-10}$$

T-Statistic	71,1094	2,1806	1,3337
Prob	0,00	0,0312	0,1848

Esta fórmula generada por el software E-views nos permite con una serie de datos en temperatura poder realizar un pronóstico en tiempo para el 10% de la muestra, en cualquier región del país, permitiendo de esta forma realizar el mismo proceso con las otras variables ambientales (humedad, velocidad del viento, radiación solar).

Conclusiones

Según se referencia en el artículo "Información cartográfica del departamento del Meta, opción de desarrollo desde aspecto socioeconómicos territoriales y ambientales: caso municipio de Mesetas" la implementación de estaciones meteorológicas que nos permitan de una forma u otra conocer la realidad climática en nuestra región y a través de esta información poder realizar pronósticos sobre las mismas variables ambientales. *"Es necesario estudiar la posibilidad de instalar nuevas estaciones meteorológicas en Mesetas, de forma estratégica, en razón a las diferentes variaciones de altitud entre sus veredas, con el fin de conocer de cerca la realidad climática de sus ambientes naturales y acorde a las necesidades de cada uno"*⁶.

Este artículo presenta el análisis para estimar la similitud de los datos tomados con las estaciones meteorológicas desarrolladas en Unipanamericana y la optimización del modelo ARIMA. El

modelo fue seleccionado debido a su capacidad de capturar correlaciones de largo plazo. El parámetro utilizado en ARIMA está relacionado con el coeficiente de correlación. El rendimiento del modelado se optimiza mediante el uso de técnicas empíricas por lo que se convierte en un modelo de alto rendimiento del pronóstico a largo plazo y se pueden utilizar en caso que se pretenda estimar valores futuros lejanos.

Mediante la optimización del modelo se obtuvo un aumento en los puntos coincidentes entre los datos medidos con las estaciones meteorológicas desarrolladas en Unipanamericana y los arrojados por el modelo optimizado.

La formación y desarrollo del capital humano en las organizaciones del sector servicios, proporciona a los empresarios un incremento de la productividad y mejoramiento de su calidad.

Referencias

- Autonics, Sensors & Controllers, (2009), Sensores de Proximidad. Disponible en <http://dominion.com.mx/descargas/sensores-de-proximidad.pdf>
- Del Franco Blanco, L., & Gómez Lorduy, A. (2019). Contabilidad ambiental. Una reflexión en el marco de la gestión socialmente responsable de las empresas colombianas. *Aglala*, 10(2), 60-80
- Fernández Cueto Tino, Guía del curso de iniciación a Arduino (2016), kit de Arduino de la Xunta de Galicia, Future Works. http://www.futureworkss.com/arduino/Documentacion/Guia_del_curso_de_iniciacion_a_Arduino.pdf

6 Texto tomado de: Información cartográfica del departamento del Meta, opción de desarrollo desde aspecto socioeconómicos territoriales y ambientales: caso municipio de Mesetas. *Revista GEON*, Vol. 6, No. 1

- Gujarati Damonar, Porter Dawn, (2010). Econometría, Modelos de ecuaciones simultáneas y econometría en series de tiempo, capítulo 4. https://www.academia.edu/33064534/Gujarati_-_Econometr%C3%ADa_-_5ta_Edici%C3%B3n.pdf
- Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (Fonade) e Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM). (2016). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. <http://www.cambioclimatico.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>
- García Mateu, (2016). Drones, el cielo está al alcance de todos. https://www.edubcn.cat/rcc_gene/treballs_recerca/2015-2016-03-1-TR.pdf
- Ingeniería de Sistemas y Automática, (2004), Sensores, sistemas automáticos. <http://isa.uniovi.es/~idiaz/SA/Teoria/04-05/SA.Sensores.pdf>
- James Stock, (2012). Introducción a la Econometría, Análisis de regresión con datos de series temporales económicas, capítulo 14. <https://danielmorochoruiz.files.wordpress.com/2018/05/0000017.pdf>
- Machado Licon, J. (2018). Administración de residuos una política de gestión ambiental en la generación de valor empresarial. Enfoque Disciplinario, 3(1), 72-85. Recuperado a partir de <http://enfoquedisciplinario.org/revista/index.php/enfoque/article/view/13>
- Martínez, Carolina Esther; Ortiz Moreno, Gina Zoraida; Hernández, José William (2016), Efectos en los estados financieros de la implementación de la gestión ambiental en el molino industrial arrocera superior limitada. Revista GEON, Vol. 3, No. 2, Pág. 14-20. <https://doi.org/10.22579/23463910.56>
- Pacheco Pérez, Camilo Ernesto; Cocunubo, Nancy Giovanna; Olarte Buritica, Saulo Andres (2019), Información cartográfica del departamento del Meta, opción de desarrollo desde aspecto socioeconómicos territoriales y ambientales: caso municipio de Mesetas. Revista GEON, Vol. 6, No. 1, Pág. 56-68. <http://revistageon.unillanos.edu.co/index.php/geon/article/view/83/135>
- Parallax, (2018). Mediciones ambientales, Guía del estudiante para experimentos 1 al 6. <https://www.parallax.com/sites/default/files/downloads/28127-Earth-Measurements-Espanol-v1.1.pdf>
- Pérez García Miguel Angel, (2018). Instrumentación Electrónica, Paraninfo. Sensores resistivos y capacitivos. <https://www.paraninfo.co/catalogo/9788428337021/instrumentacion-electronica>
- Polanco Laura Sofía (2018), Orinoquía, la despensa mas grande y mas desaprovechada de Colombia. Semana rural. <https://semanarural.com/web/articulo/agricultura-en-la-orinoquia-/770>
- Ossa Duque Sergio Iván, (2017). Monitoreo y control de variables ambientales mediante una red inalámbrica para agricultura de precisión en invernaderos. http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector12_6.pdf
- RC Tecnic (sf) Qué es un Dron y como funciona. https://www.rctecnic.com/blog/107_que-es-un-drone--tipos-nombres-y-componentes.html
- Quiroga Martínez Rayén, (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo

sostenible en países de América Latina y el Caribe, Cepal. https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/8_manual-61-cepal_formatose-rie_color.pdf

Ruiz Gutierrez José Manuel, (2007). Manual de programación Arduino. La inteligencia de Arduino se expresa mediante su lenguaje de programación. Creative Commons. <https://arduino-bot.pbworks.com/f/Manual+Programacion+Arduino.pdf>

Ruiperez Martín Pablo. (2015). Diseño y Fabricación de un dron. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica superior de ingeniería del diseño. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73170/RUI-P%3%89REZ%20-%20Dise%C3%B1o%20y%20fabricaci%C3%B3n%20de%20un%20dron%20mediante%20impresi%C3%B3n%203D.pdf?sequence=5>

Flores, R (2018) Sensores de Proximidad, Elvatron. <https://blog.elvatron.com/sensores/sensores-de-proximidad>

Vasallo, C (2014) Aeronaves sin piloto Drones, CEDAE disponible en <https://cedaeonline.com.ar/2014/12/03/aeronaves-sin-piloto-drones/>

Villarreal Fernanda, (2016). Introducción a los modelos de pronósticos. Universidad Nacional del sur. https://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion_a_los_Modelos_de_Pronosticos.pdf

Therburg Almut, D'Ínca Verónica, (2002), Modelo de indicadores ambientales, observatorio ambiental. http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3152/therburgdinalopezproyeccion3.pdf

Zepeda Chehaibar Carlos, (2007). Diseño Web, Desarrollo de interfaces y contenido para internet. <https://es.scribd.com/document/381487857/Diseno-Web-Desarrollo-de-Interfases-y-Contenido-Para-Internet-Carlos-Zepeda-Chehaibar-Profesor>