

Descripción de datos climatológicos para el periodo 2012-2015 en El Yopal (Casanare, Colombia)

Gustavo Castro García¹ / Miguel Darío Sosa Rico²

Resumen

La variabilidad climática es un tema de importancia para el desarrollo de actividades agropecuarias. En la descripción de las tendencias del comportamiento del clima, es necesario establecer referentes de consulta, los cuales puedan respaldar pronósticos y análisis de los datos. En Colombia existen zonas donde no se cuenta con equipos para la medición de estos parámetros, debido a que requieren una inversión significativa y capacitación técnica para el manejo y mantenimiento de los equipos. Una posible solución es establecer modelos que permitan visualizar la tendencia de estos datos. Esta investigación se desarrolló en la región del Casanare, ubicada en los llanos orientales de Colombia. Esta zona se caracteriza por la producción ganadera, así como de arroz, plátano y yuca. En el presente estudio se desarrolló el análisis de las tendencias de datos climatológicos, según la base de datos del periodo 2012-2015, de una estación climatológica tipo Davis Weather Station. Los datos analizados fueron temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$), humedad relativa (%), radiación solar (W/m^{-2}) y velocidad del viento (m/s^{-1}). Se evaluó la tendencia de estos parámetros anualmente, y se hallaron los coeficientes de determinación (r^2) según los modelos de ajuste empleados.

Palabras clave: agroclimático, humedad relativa, llanos orientales, precipitación, temperatura ambiente.

1 Ingeniero agrícola, Universidad del Valle-Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. MSc. en Ingeniería Civil, Universidad de Puerto Rico Mayagüez. Docente del programa Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, sede Utopía (Casanare, Colombia).
✉ gcastrog@unisalle.edu.co

2 Ingeniero agrónomo. MSc. en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia. Docente del programa Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, sede Utopía (Casanare, Colombia).
✉ mdsosa@unisalle.edu.co

Cómo citar este artículo: Castro García G, Sosa Rico MD. Descripción de datos climatológicos para el periodo 2012-2015 en El Yopal (Casanare, Colombia). *Rev Med Vet.* 2017;(35):73-81. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4390>

Description of climatological data for the period 2012-2015 in El Yopal (Casanare, Colombia)

Abstract

Climatic variability is an important issue for the development of agricultural activities. In the description of climate trends, it is necessary to establish models for consultation, which can support forecasts and data analysis. In Colombia, in certain areas there are no available equipment to measure these parameters, because significant investment and technical training is required for their management and maintenance. One possible solution is to establish models that allow visualizing data trends. This research was developed in the region of Casanare, located on the eastern plains of Colombia. This area is characterized by the production of livestock, as well as rice, banana, and cassava. The present study analyzed climatological data trends, using the database of the period 2012-2015 of a Davis Weather Station-type weather station. The data analyzed were ambient temperature ($^{\circ}\text{C}$), relative humidity (%), solar radiation (W/m^{-2}), and wind speed (m/s^{-1}). The trend of these parameters was evaluated annually, and determination coefficients (r^2) were calculated according to the adjustment models used.

Keywords: agroclimatic data, relative humidity, eastern plains, precipitation, ambient temperature.

Descrição de dados climatológicos para o período de 2012-2015 em El Yopal (Casanare, Colômbia)

Resumo

A variabilidade climática é um tema de importância para o desenvolvimento de atividades agropecuárias. Na descrição das tendências do comportamento do clima, é necessário estabelecer referências de consulta, as quais possam apoiar os prognósticos e análises dos dados. Na Colômbia existem zonas onde não se conta com equipamentos para a medição destes parâmetros, devido ao fato de que requerem um investimento significativo e capacitação técnica para o manejo e manutenção dos equipamentos. Uma possível solução é estabelecer modelos que permitam visualizar a tendência destes dados. Esta pesquisa foi desenvolvida na região de Casanare, situada nas planícies orientais da Colômbia. Esta zona se caracteriza pela produção de gado, assim como também de arroz, banana e mandioca. Neste estudo se desenvolveu a análise das tendências de dados climatológicos, segundo a base de dados do período 2012-2015, de uma estação climatológica tipo Davis Weather Station. Os dados analisados foram temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (%), radiação solar (W/m^2) e velocidade do vento (m/s^{-1}). Avaliou-se a tendência destes parâmetros anualmente, e foram encontrados os coeficientes de determinação (r^2) segundo os modelos de ajuste empregados.

Palavras chave: agroclimático, umidade relativa, planícies orientais, precipitação, temperatura ambiente

INTRODUCCIÓN

El seguimiento de la variación del clima es de vital importancia para situaciones como control de inundaciones, captación de agua, manejo agropecuario y de cultivos. Por ejemplo, esta necesidad se hizo evidente en Colombia a raíz del severo efecto climático producido por el fenómeno de El Niño, ocurrido entre 1991 y 1992, el cual tuvo consecuencias socioeconómicas significativas (1). Una alternativa para el monitoreo de datos climatológicos es el uso de las estaciones climatológicas, las cuales permiten un seguimiento continuo y sistemático de los datos, para determinar la evolución en el tiempo de los parámetros.

Para el análisis de datos climatológicos se recomiendan periodos históricos mayores o iguales a 10 años. Incluso, el Intergovernmental Panel on Climatic Change (IPCC) utilizó 100 años de datos para establecer el in-

cremento de temperatura en la tierra desde 1900 hasta 2000 (2). El mismo IPCC (3) manifestó que en los últimos 50 años se ha producido un incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, específicamente cerca del 25 % en la concentración del dióxido de carbono, 19 % de óxidos nitrosos, 100 % de metano y 200 % en clorofluocarburos (CFC), lo que ha generado un aumento de $0,8^{\circ}\text{C}$ en la temperatura del planeta.

La región del Casanare, ubicada en los llanos orientales de Colombia, se caracteriza por la producción ganadera, pastizales y humedales estacionalmente inundados. Una estación ubicada en el casco urbano de El Yopal (Casanare), con datos de 30 años, observó que se presentan dos estaciones bien marcadas: de lluvia y de sequía. Además, de acuerdo con la clasificación climática de Martone, esta región es climáticamente húmeda, lo cual la hace propicia para la cría de ganado vacuno,

puesto que se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor de 20 °C, como lo manifiestan Bustamante y colaboradores (4).

En el presente estudio se describen tendencias recopiladas entre 2012 y 2015, por una estación climatológica ubicada en zona rural, a 12 km del casco urbano de El Yopal (Universidad de La Salle, sede Utopía). Se presentan modelos de regresión que permiten analizar el comportamiento de variables climatológicas, como la temperatura, la humedad relativa, la precipitación, la radiación solar, la velocidad y la dirección del viento. Se muestra un seguimiento de los registros de datos climatológicos, y se evalúan sus cambios y su posible extrapolación para la toma de decisiones en áreas de interés como las ciencias agropecuarias.

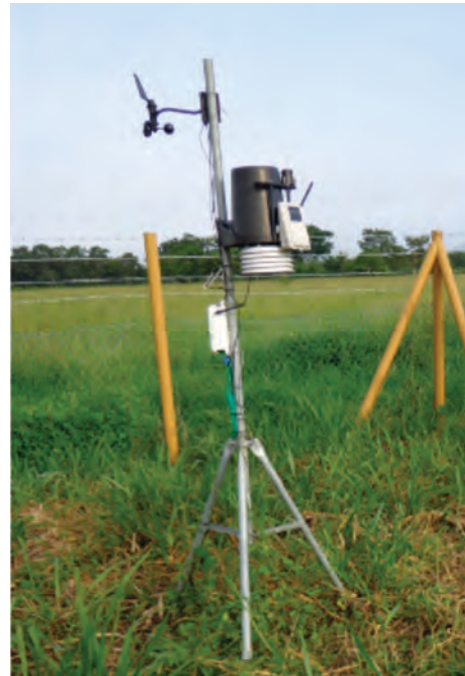
MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en las instalaciones de la Universidad de La Salle, campus de Utopía, municipio de El Yopal (Casanare, Colombia). El campus Utopía se encuentra ubicado a una altura de 256 m s. n. m., con coordenadas geográficas de 5° 19' 31" latitud norte y 72° 17' 48" longitud oeste, a 9,3 km al oriente del casco urbano de la ciudad de Yopal. En la figura 1 se observa la estación climatológica (Davis Weather Station) utilizada en el estudio. La estación toma datos en línea y los registra cada 15 min, con el software WeatherLink 6.0; registra datos de sensores de radiación solar (W/m^2), velocidad del viento (m/s), dirección del viento (N-S; E-O), pluviómetro (mm), temperatura ambiente (°C) y humedad relativa (%). La información recolectada fue analizada utilizando Excel, con el cual se compiló la información para realizar las regresiones y las líneas de tendencia de los datos obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 2 muestra los registros de precipitación mensual desde 2012 hasta 2015. Se observa que las épocas

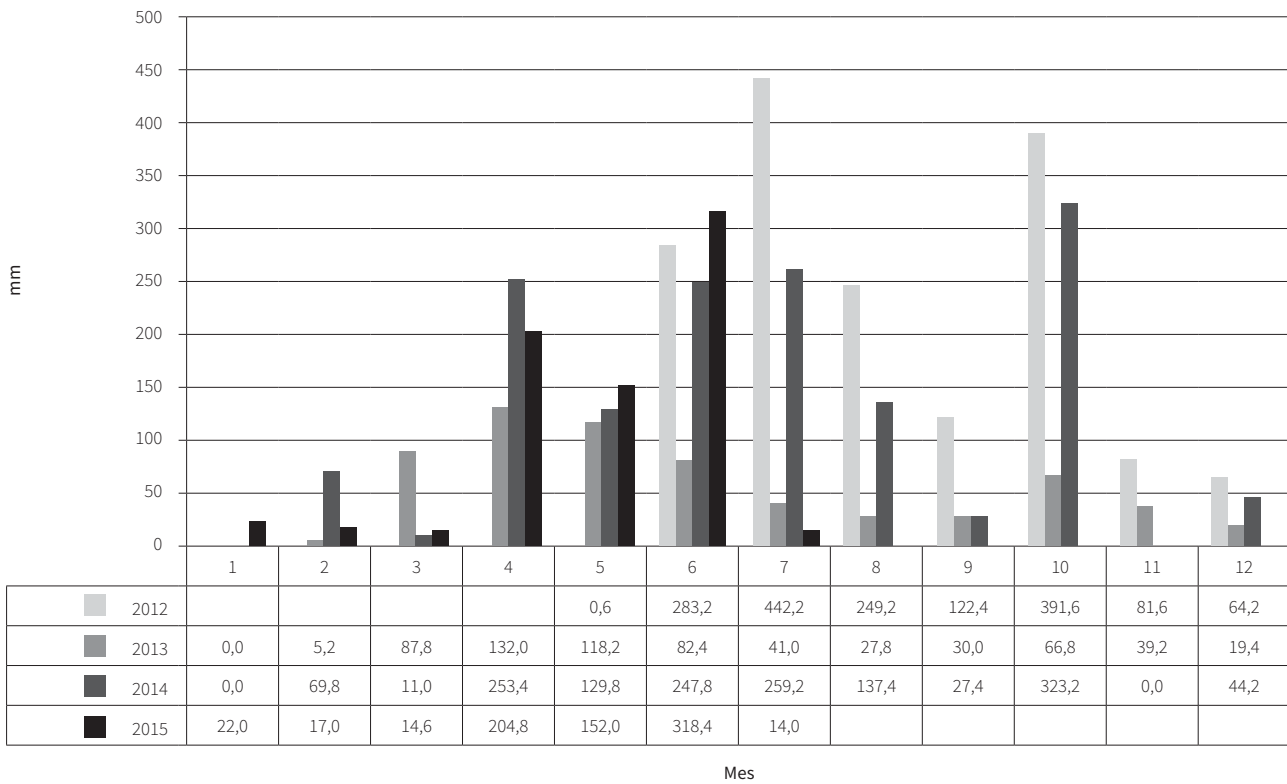
Figura 1. Estación climatológica del campus de Utopía, Universidad de La Salle



en las que se presentan las mayores cantidades de lluvia (por encima de los 200 mm/mes) corresponden a los meses de abril, junio, julio, agosto y octubre. En enero, febrero, marzo, mayo, septiembre, noviembre y diciembre, el valor de la precipitación es inferior a los 200 mm/mes; se destaca que estos meses corresponden al periodo seco.

De El Yopal afirman que “la región de los llanos orientales de Colombia y Venezuela presenta dos estaciones bien marcadas, la estación de lluvia y la estación de sequía”. Los datos del presente estudio sugieren en cambio que existe un comportamiento de precipitación bimodal. Esto quiere decir que existen dos periodos bien marcados de lluvia al año al menos en el área estudiada (4). Este resultado tiene su explicación por la cercanía a la cordillera oriental (zona de piedemonte llanero) que influencia el comportamiento de las precipitaciones en el campus Utopía.

Figura 2. Datos de precipitación mensuales del periodo 2012-2015



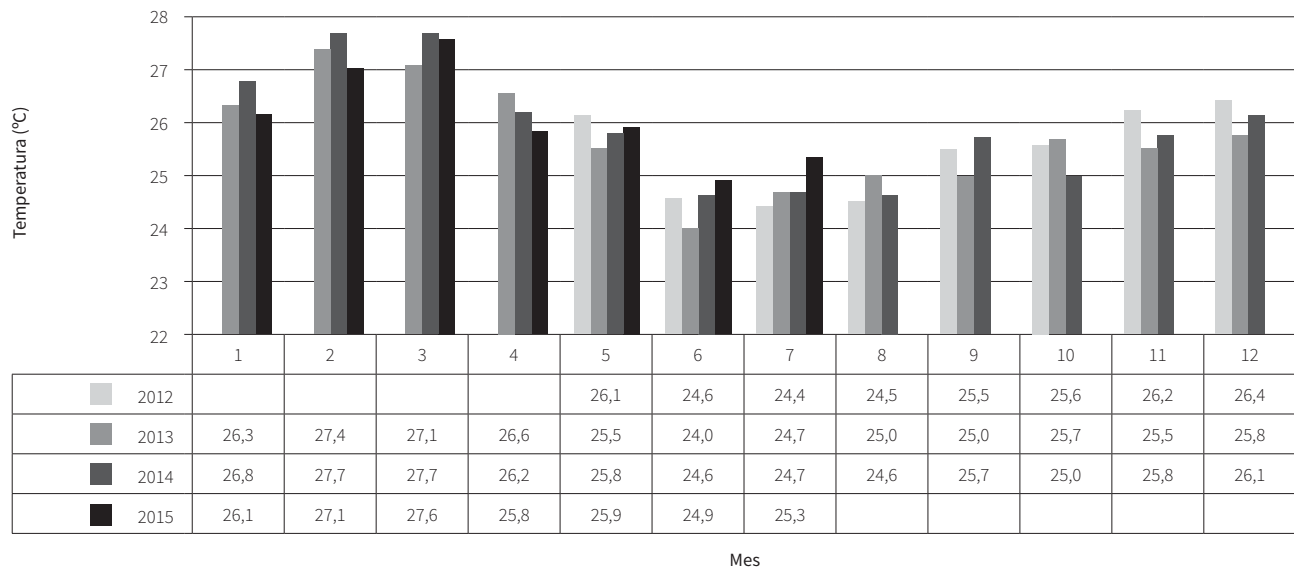
Durante el fenómeno de El Niño, “las lluvias son más abundantes de lo tradicional en el sur de la región pacífica, en el suroccidente de la Amazonía colombiana y en algunas áreas del piedemonte llanero” (1). Esta es una situación que puede explicar el incremento de las lluvias de 2015 con respecto a lo registrado en 2014 en mayo y junio. Ha de tenerse en cuenta este efecto de variabilidad interanual del pacífico tropical para explicar comportamientos futuros del clima en la zona del piedemonte llanero.

En los registros se observa una precipitación alta en 2012. Esta variación puede ser el producto de la influencia del fenómeno de La Niña, que se registró desde finales de 2011 hasta marzo de 2012 (5). La figura 3 muestra datos de temperatura para el periodo 2012-2015. Según la tendencia de los datos, las temperaturas medias mayores a 26 °C se presentan en enero, febrero, marzo,

abril, mayo, noviembre y diciembre, los meses más calurosos del año. Los meses con valores inferiores de temperatura por debajo de los 26 °C son junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

De acuerdo con Montealegre y Pabón (1), “una forma directa de mitigar o reducir el impacto socioeconómico generado por la variabilidad interanual de la precipitación es el conocimiento previo de sus fluctuaciones y tendencias con anticipación de meses”. No obstante, a pesar del conocimiento cultural del comportamiento del clima en el área rural de Yopal, no se han hecho suficientes pozos o estructuras para el almacenamiento del agua, lo cual muestra que no es suficiente dar a conocer la información sin un acompañamiento técnico y empresarial que demuestre la bondad económica de las inversiones en sistemas de almacenamiento de aguas y de riego eficientes.

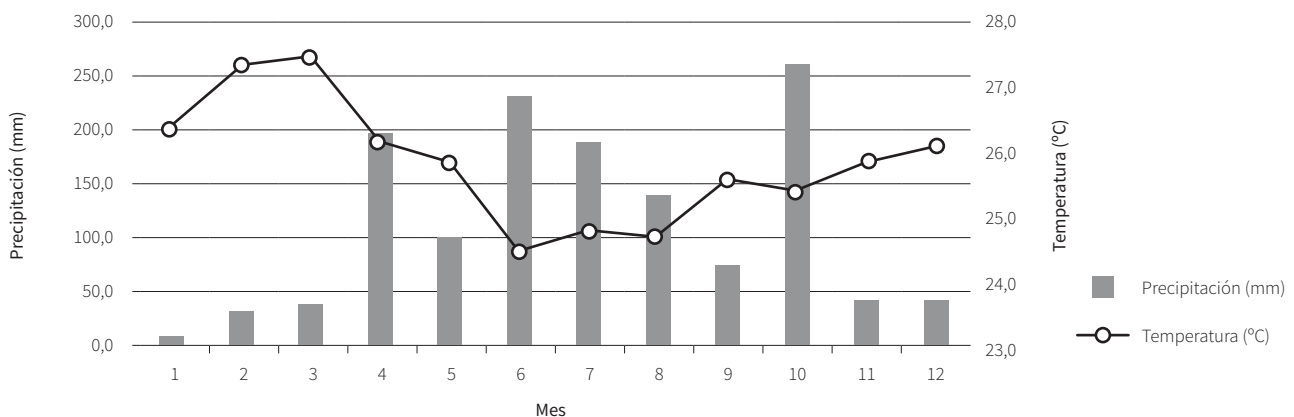
Figura 3. Datos de temperatura media mensual durante el periodo 2012-2015



La figura 4 muestra valores medios mensuales del comportamiento de la precipitación y de la temperatura. Se aprecia cómo los meses de abril, junio, julio y octubre superan los 150 mm/mes. Los valores más bajos de temperatura se presentan en junio, julio y agosto (entre 24,5 y 25 °C). Febrero y marzo representan los valores de temperatura más altos. Al realizar un análisis de comportamiento de estas series de lluvia y temperatura,

en cuanto al manejo de cultivos y la ganadería, se observa que los meses críticos de la producción son enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre. Para mitigar los efectos de la temporada seca, es factible la implementación de reservorios de agua que capten el agua lluvia de eventos previos de “cosecha de agua”, para con ello establecer sistemas de riego y de suministro de agua para la producción agropecuaria.

Figura 4. Comportamiento de la media de precipitación (mm) y temperatura (°C) en el periodo 2012-2015, estación climatológica Utopía, El Yopal (Casanare)



A continuación, se presentan modelos de regresión —exponenciales, logarítmicos y polinómicos—, con el objetivo de establecer una tendencia de la evolución de los datos observados. La figura 5 muestra la tendencia de los valores medios de la temperatura durante el periodo 2012-2015. Se establecieron tres modelos de regresión para visualizar el ajuste de los datos mediante el coeficiente de determinación (r^2). El modelo que generó mayores valores de r^2 fue la polinómica de orden 3 ($r^2 = 0,69$).

En cuanto al comportamiento de la humedad relativa (figura 6), según los modelos evaluados, se aprecia que el valor de mayor ajuste fue de $r^2 = 0,86$, lo cual indica que este parámetro presenta una tendencia polinómica de grado 3. Según este análisis, este modelo puede predecir el comportamiento mensual a lo largo del año de la humedad relativa. Los menores valores de la humedad

relativa se presentan al inicio del año (65%), y llegan a los valores más altos en junio, julio, agosto y septiembre (90-85%).

La figura 7 muestra la tendencia del comportamiento de los valores medios mensuales de la radiación solar. Se aprecia que el valor de mayor ajuste fue de $r^2 = 0,85$. Este parámetro se ajusta adecuadamente a un modelo polinómico de grado 3. En cuanto a lo representado, el comportamiento de la radiación solar (W/m^2) a lo largo del año puede ser explicado según este modelo. Los valores más altos de radiación solar se aprecian al inicio (enero y febrero) y final del año (noviembre y diciembre), con valores entre 200 y 225 W/m^2 , lo cual coincide con las épocas de mayor sequía en el año. Los menores valores de la radiación solar se presentan para mayo, junio y julio (alrededor de 175 W/m^2).

Figura 5. Comportamiento de la media de temperatura ($^{\circ}C$) para el periodo 2012-2015, estación climatológica Utopía, El Yopal (Casanare)

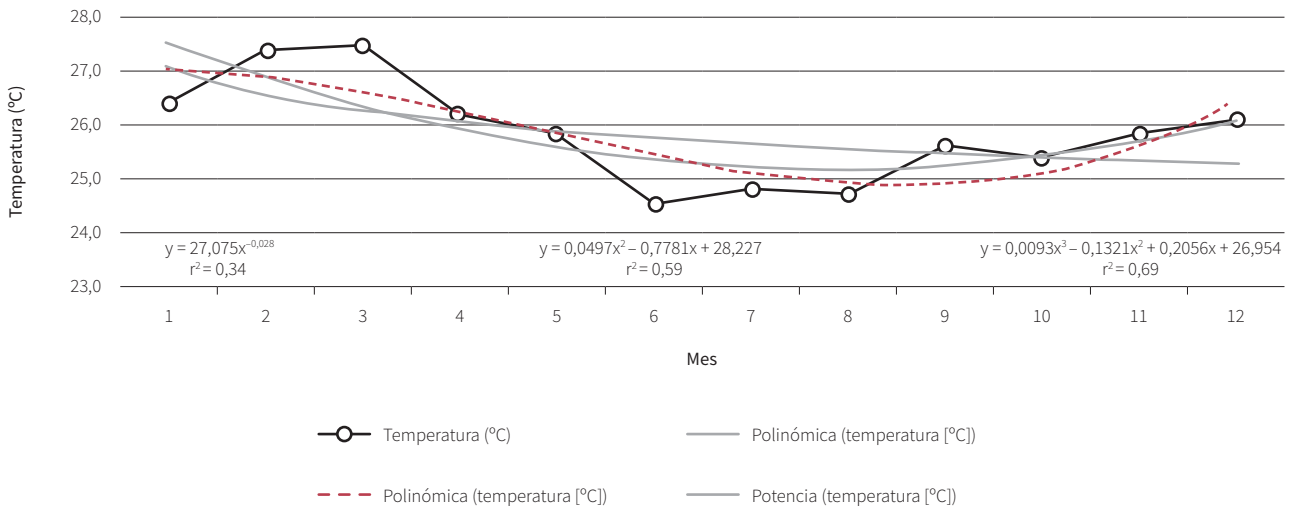


Figura 6. Comportamiento de la media de humedad relativa (HR) en el periodo 2012-2015, estación climatológica Utopía, El Yopal (Casanare)

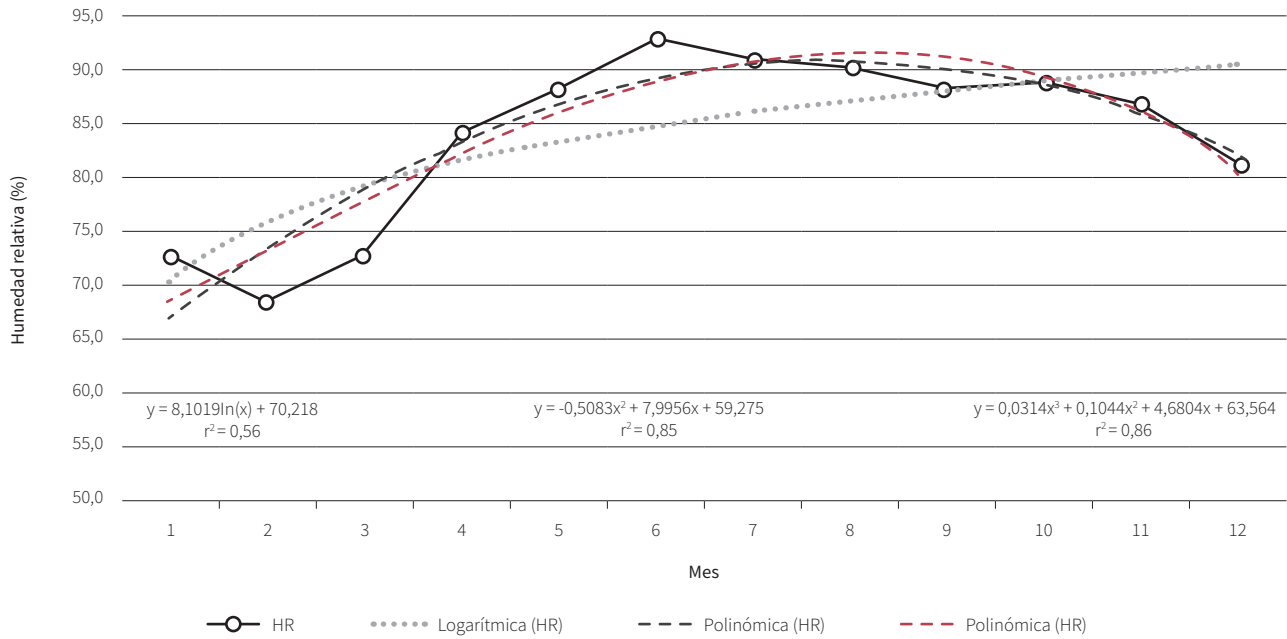
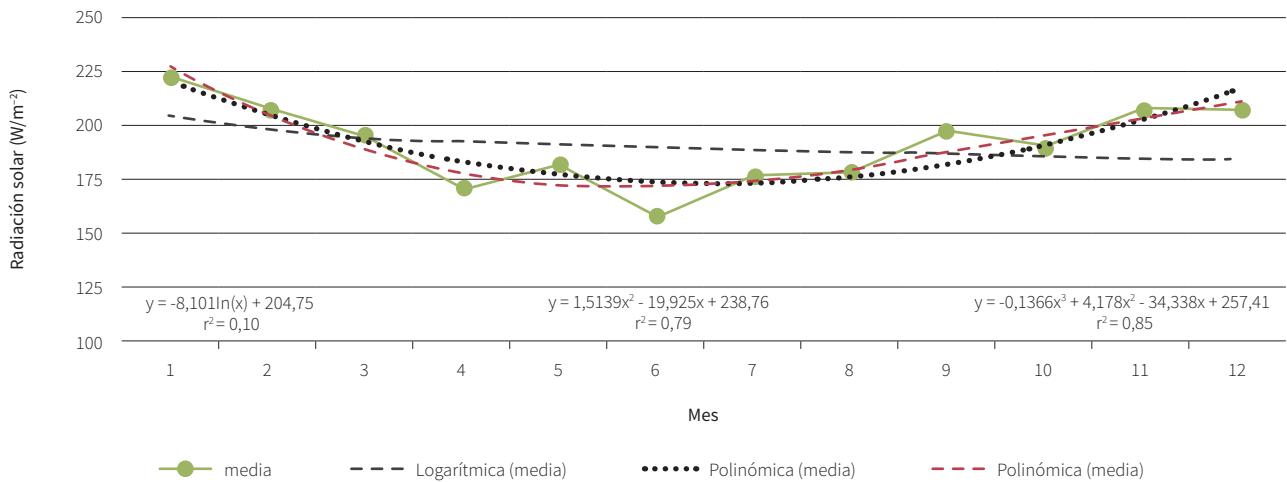


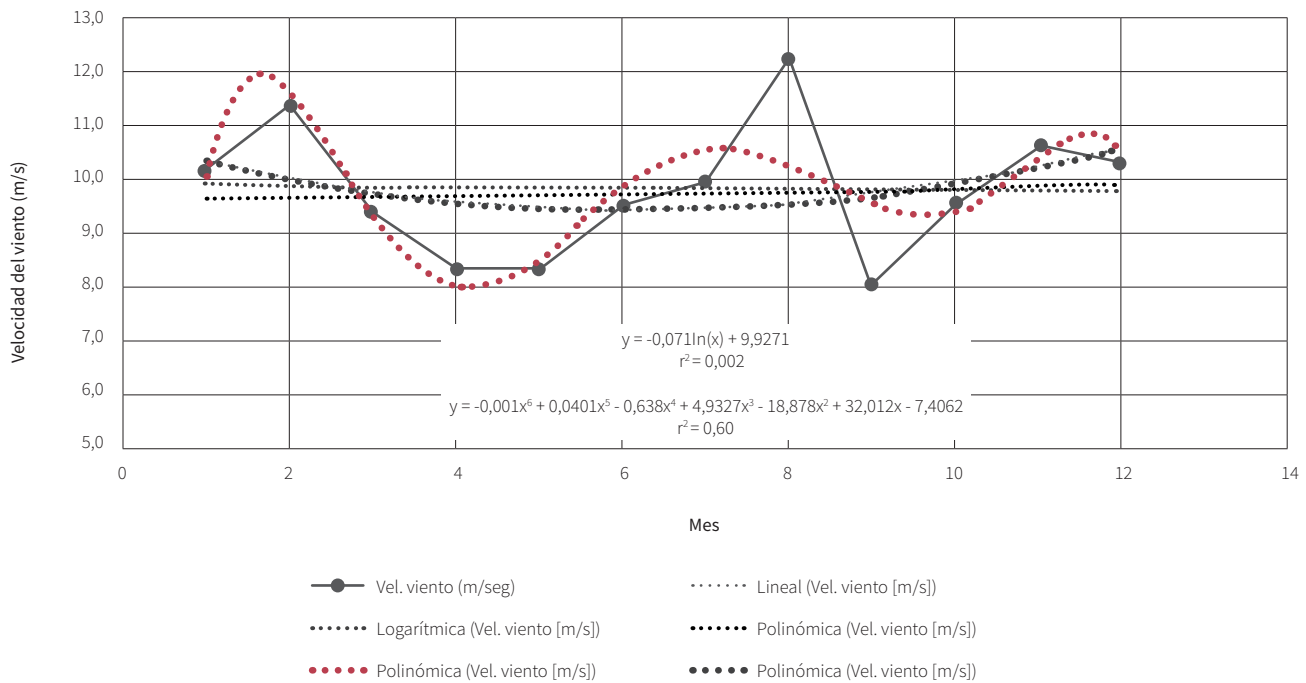
Figura 7. Comportamiento de la media de la radiación solar para el periodo 2012-2015, estación climatológica Utopía, El Yopal (Casanare)



La figura 8 muestra el comportamiento de la velocidad promedio mensual del viento. Este parámetro tiene mayor variabilidad en el tiempo; por esta razón se ajusta con un r^2 de 0,6 en una ecuación de sexto grado. Los meses con mayor velocidad del viento son febrero y agosto.

En estos periodos se observa con frecuencia que la alta velocidad del viento causa daños en los cultivos de plátano, y también se ha observado que los sistemas agroforestales son una buena alternativa para el desarrollo agrícola en la zona.

Figura 8. Comportamiento de la media de la velocidad del viento para el periodo 2012-2015, estación climatológica Utopía, El Yopal (Casanare)



La tabla 1 muestra un resumen con los parámetros, modelos y coeficientes de determinación evaluados. Según los análisis propuestos, estos modelos de regresión pueden explicar la tendencia de la humedad relativa (%) y la radiación solar (W/m^2) ($r^2 > 0,8$). En el caso de la temperatura ($^{\circ}C$) y la velocidad del viento (m/s), el ajuste es

bajo ($r^2 < 0,8$). Leal, Mendoza y Carranza (6) explicaron el comportamiento de variabilidad climática de la temperatura y la precipitación con valores cercanos de $r^2 = 0,7$. A medida que se tienen más datos y número de estaciones, es posible que el ajuste de estos datos sea mejor.

Tabla 1. Resultados de valores del coeficiente determinación (r^2) según los modelos de regresión

Parámetro	Modelo de regresión	r^2
Temperatura	Potencial	0,340
Temperatura	Polinómica orden 2	0,590
Temperatura	Polinómica orden 3	0,690
Humedad relativa	Logarítmica	0,560
Humedad relativa	Polinómica orden 2	0,850
Humedad relativa	Polinómica orden 3	0,860
Radiación solar	Logarítmica	0,100
Radiación solar	Polinómica orden 2	0,790
Radiación solar	Polinómica orden 3	0,850
Velocidad del viento	Logarítmica	0,002
Velocidad del viento	Polinómica orden 6	0,600

CONCLUSIONES

Los modelos de regresión son una herramienta útil para entender la evolución de las variables climatológicas analizadas en este estudio. Específicamente, en el caso de la evolución de la humedad relativa (%) y la radiación solar (W/m^{-2}) se logró explicar la tendencia en ambos casos con la regresión polinómica de orden 3 ($r^2 > 0,8$). Sin embargo, en el caso de la temperatura y la velocidad del viento, los modelos no lograron explicar el comportamiento de las variables.

Además del análisis, publicación y elaboración de modelos, es necesario que las instituciones que prestan servicios de extensión rural centren sus esfuerzos para la implementación de tecnologías de almacenamiento de agua y riego eficiente para la temporada seca. Los fenómenos de El Niño, La Niña y la Oscilación del Sur

tienen efectos en las precipitaciones de la región del piedemonte llanero en el área del municipio de El Yopal.

Los meses con menor precipitación son enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre, en los cuales se recomienda almacenar el agua en la época de lluvias y el establecimiento de sistemas agroforestales o silvopastoriles, con el fin de disminuir el efecto del viento en los sistemas de producción.

REFERENCIAS

1. Montealegre E, Pabón D. La variabilidad climática interanual asociada al ciclo del niño-la niña-oscilación del sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. *Rev Meteorol Colomb*. 2000;(2):7-21.
2. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change: the scientific basis: contribution of Working Group I to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Nueva York-Cambridge: Cambridge University Press; 2001.
3. Intergovernmental Panel on Climatic Change. *Fourth Assessment Report (AR4) WMO y UNEP*. Ginebra; 2007.
4. Bustamante A, Páez A, Espitia J, Cárdenas E. Análisis de datos meteorológicos para identificar y definir el clima en Yopal, Casanare. *Rev Med Vet*. 2013;(25):85-92. <https://doi.org/10.19052/mv.2301>
5. National Weather Service. Climate Prediction Center. El Niño/Southern Oscillation (ENSO) [internet]. 2015 [citado 2015 oct 14]. Disponible en: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml
6. Leal O, Mendoza M, Carranza E. Análisis y modelamiento espacial de información climática en la cuenca de Cuitzeo, México. *Invest Geog*. 2010;(72):49-67.