

EVALUACIÓN DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA EN BARINAS: PERIODO 2000-2015

Recibido: 16/07/2019

Aceptado: 21/10/2019

Humberto Pérez-Figueroa *

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora.
UNELLEZ. Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social VPDS- Barinas Venezuela

RESUMEN

La temperatura desempeña un papel importante en la agricultura siendo el factor ambiental determinante en muchos aspectos del crecimiento de la planta, tiene efectos positivos o negativos sobre el rendimiento de los cultivos; facilitando la existencia de insectos y enfermedades, agravando el riesgo de pérdida de los cultivos y la producción de alimentos. Se desarrolla esta investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la temperatura en la localidad de Barinas durante el periodo 2000 a 2015. Se tomaron los registros de temperatura de la Estación Barinas Planta Sede y se analizaron con un Software Estadístico InfoStat Versión 2011, utilizando un diseño experimental completamente aleatorizado con 16 tratamientos representados por los años 2000 al 2015 y 12 repeticiones representadas por los meses del año. Resultando tres periodos bien definidos de variación de temperatura 2000-2004 (27,1+0,5°C); 2005-2009 (27,2 -0,2°C); 2010-2014 (27,0 +0,1°C), abriendo 2015 (28,1+1,1°C) un nuevo periodo. El año más caluroso 2010 (28,0°C), el más fresco 2002 (26,0°C), sin embargo, el 2015 resulto ser el año con mayor temperatura, 28.1+1,1°C. Se concluye que la temperatura promedio anual para el final de la investigación 2015, aumento +1,14°C (28,1°C) en la ciudad de Barinas. La tendencia al 2016 es +1,0°C, provocando una variación de temperatura, no así en el clima el cual sigue siendo Bosque Seco Tropical Subhúmedo según la nomenclatura de Holdridge, con dos periodos definidos (húmedos y seco), influenciando en la dinámica de los cultivos agrícolas y la proliferación de plagas y enfermedades.

Palabras Clave: Variación de temperatura, Temperatura en Barinas, Clima, Efecto de la temperatura.

EVALUATION OF THE TEMPERATURE VARIATION IN BARINAS: PERIOD 2000-2015

ABSTRACT

The temperature plays an important role in agriculture being the environmental factor determining in many aspects of the growth of the plant, has positive or negative effects on the yield of the crops; facilitating the existence of insects and diseases, aggravating the risk of crop loss and food production. This research is developed with the objective of evaluating the effect of temperature in the town of Barinas during the period 2000 to 2015. The temperature records of the Barinas Station Headquarters were taken and analyzed with a Statistical Software InfoStat Version 2011, using a completely randomized experimental design with 16 treatments represented by the years 2000 to 2015 and 12 repetitions represented by the months of the year. Resulting in three well-defined periods of temperature

variation 2000-2004 (27.1 + 0.5°C); 2005-2009 (27.2 -0.2°C); 2010-2014 (27.0 + 0.1°C), opening 2015 (28.1 + 1.1°C) a new period. The warmest year 2010 (28.0°C), the coolest year 2002 (26.0°C), however, 2015 turned out to be the year with the highest temperature, 28.1 + 1.1°C. It is concluded that the average annual temperature for the end of the 2015 research, increased + 1.14°C (28.1°C) in the city of Barinas. The trend to 2016 is + 1.0°C, causing a change in temperature, but not in the climate which is still Subhumid Tropical Dry Forest according to the Holdridge nomenclature, with two defined periods (wet and dry), influencing the dynamics of agricultural crops and the proliferation of pests and diseases.

Key Words: Temperature variation, Temperature in Barinas, Climate, Effect of temperature.

INTRODUCCIÓN

El clima depende de un gran número de factores que interactúan de manera compleja, sin embargo cuando un elemento meteorológico, como la temperatura, discrepa de su valor promedio de varios años, se denomina anomalía climática ocasionada por forzamientos internos como inestabilidades de la atmósfera o por fuerzas externas.

Esto nos hace pensar que el cambio climático es una variabilidad estadística del clima que persiste durante un período prolongado; el cual se deber a procesos naturales internos, variaciones de la atmósfera o actividades antropogénicas Las implicaciones de estos resultados han llevado a muchos investigadores a examinar los registros climáticos de diferentes bioregión a fin de comprender esta variación de la temperatura.

En la localidad de Barinas no se conoce a ciencia cierta este tipo de información; por ello, el presente estudio tiene como objetivos evaluar las tendencias y frecuencias significativas de la variación de la temperatura (ΔT) en relación a los cambios climáticos ocurridos en esta bioregión durante el periodo 2000 a 2015.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La posibilidad de un cambio climático como resultado de las variaciones de la temperatura por causa de origen antrópico, se convirtió en una importante preocupación en la comunidad científica internacional hace más de dos décadas; esto condujo a Martelo y Pérez (2010), a evaluar los cambios de temperatura y estimaron aumentos de +0,3°C para 2020, y +3,5°C para 2060, estas predicciones podrían ocurrir por causa de origen antrópico.

En este contexto la variación de la temperatura resulta ser un factor determinante en muchos aspectos de la vida de los seres humanos, el confort térmico, que varía de un grupo humano a otro debido a su adaptación a las condiciones locales del clima. También resulta determinante en la productividad animal y vegetal, afectando la calidad de rubros como cárnicos, pescados, hortalizas, leguminosas, cereales y frutales; así como, la aparición de plagas y enfermedades está relacionada fuertemente con la variación de la temperatura.

En este sentido Martelo y Pérez (2010), Ruiz *et al.*, (2009), determinaron los escenarios climáticos de temperatura, realizando un análisis de la dinámica de áreas potenciales de cultivos, así como la dinámica de los rendimientos esperados para diferentes rubros agrícolas. Encontrando valores aceptables para las diferentes etapas de los cultivo, así en arroz, la germinación requiere 18-40°C, el enmacollamiento 25-31°C, la floración 30-33°C y la maduración 20-29°C, en café entre 16-22°C, para maíz, entre 30 a 33°C, frijol entre 10-35°C, cítricos el rango óptimo 25-31°C. Por su parte Subirós (2000) estima que para caña de azúcar la temperatura óptima esta entre 27 y 33°C.

Esto es importante debido que los promedios estadísticos de la temperatura media en la localidad de Barinas se ubica entre 25,6 y 28,0°C con variaciones de -0,8 y +1,5 $\Delta T^{\circ}C$, aun cuando se registran valores más bajos en la zona altas, hacia los andes barineses.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la localidad de Barinas, municipio Barinas, estado Barinas, durante el periodo 2000-2015. La variable climática evaluada fue la temperatura media mensual en °C. Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado con 16 tratamientos representados por cada año en estudio (2000 a 2015) y 12 repeticiones representadas en los meses del año (enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre). Las mediciones se tomaron diariamente utilizando un termómetro de mínima, media y máxima, durante los 365 días de cada año en estudio, según registros del INIA (2016).

Los registros meteorológicos de temperatura se tomaron de la Estación Barinas Planta Sede; Tipo Agrometeorológica Serial 3805; coordenadas Longitud: 70°08'80,9" Latitud: 08°33'591" Altitud: 183 msnm, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones

Agrícola (INIA). Se aplicó un análisis de varianza modelo clasificación simple. Los datos colectados fueron almacenados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel®. Para la evaluación de los resultados experimentales se utilizó el Software InfoStat Versión 2011, en caso de significación se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 1% ($p \leq 0,01$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura de la localidad Barinas, durante el periodo 2000-2015, tiene un comportamiento estacional, es decir disminuye durante la estación húmeda (mayo, junio, julio, agosto, setiembre, octubre), registrando promedio mensual de $26,9^{\circ}\text{C}$, sin variaciones estadísticas significativas y se incrementa, por efecto de los cambios climáticos, durante la estación seca (noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril), registrando promedio mensual de $27,3^{\circ}\text{C} +1,0^{\circ}\text{C}$. Encontrándose dos picos con altas temperaturas (Figura 1), uno en la época seca, en el mes de marzo, con la temperatura más alta ($28,0^{\circ}\text{C} +0,7^{\circ}\text{C}$) y el otro en la época húmeda en el mes de octubre ($27,6^{\circ}\text{C} -0,6^{\circ}\text{C}$).

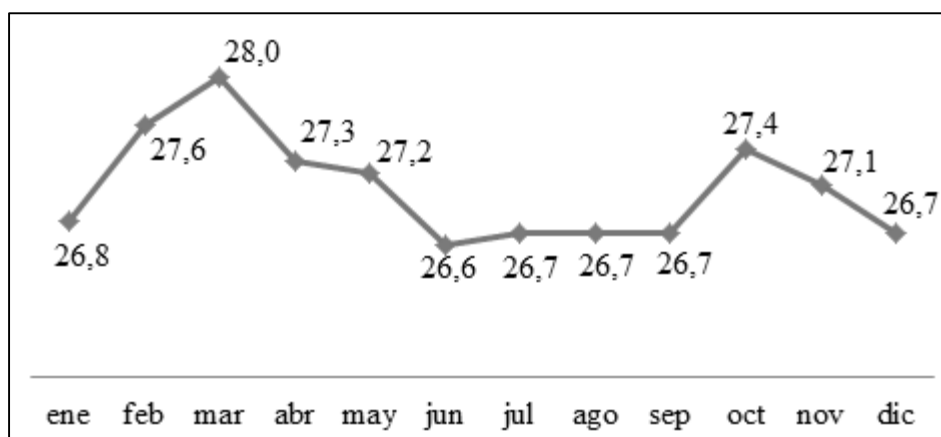


Figura 1. Comportamiento del promedio estadístico mensual de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) media del periodo 2000-2015, en la localidad de Barinas.

Respecto a la temperatura media mensual, la Estación Agroclimatológica Barinas, según datos del INIA (2016), presenta un registro histórico con promedio estadístico mensual de $27,1^{\circ}\text{C}$ para todo el período 2000-2015, donde la temperatura media mensual más baja

(26.0°C) fue registrada en el año 2002 (-0,6°C) aun cuando el 2000 presentó 26.0°C, pero con mayor variación (+0,1°C); y la temperatura media mensual más alta (28.1°C) se registró en el 2015. Esto significa que la variación geoespacial de la temperatura media anual presenta un rango muy pequeño, con valores entre 26°C y 28°C; ya que la región de los Llanos forma parte de las tierras bajas o Piso Tropical, caracterizado por un régimen macrotérmico e isotermal.

En la Figura 2, se observa que las temperaturas medias mensuales para el periodo 2000-2015, presentan tres periodos claramente bien definidos, los cuales registran variaciones distintas. Esto indica que la temperatura en la localidad de Barinas tiene un comportamiento distinto cada 5 años (Primer Periodo 2000-2004, Segundo Periodo 2005-2009, Tercer Periodo 2010-2014), sin embargo, se aprecia que el Primer Periodo tiene un comportamiento similar al Tercer Periodo con temperaturas variables (subidas y bajadas), no siendo así el Segundo Periodo que mantiene una temperatura estable sin diferencias estadísticas significativas. La tendencia para un nuevo periodo que se inicia en 2015 es en aumento +1,14°C, provocando un cambio brusco de temperatura en la localidad.

Al analizar esta conducta cíclica periódica de la temperatura (promedios anuales) y los comparamos con los promedios estadísticos mensuales del periodo 2000-2015, en la Figura 1, encontramos un comportamiento cíclico similar, es decir los mismos tres periodos de temperatura. Dos periodos a los extremos del año con tendencia a altas temperaturas (de enero a junio y de septiembre a diciembre), hasta llegar a un pico de temperatura alta (marzo 28,0 °C +0,4°C y octubre 27,4 °C +0,7°C) y luego bajar para mantenerse estable en un segundo periodo con temperaturas estables sin diferencias estadísticas significativas en la variación de la misma (26,7°C) durante los meses de junio a septiembre.

Quizás esto se deba a que los meses que involucran este periodo son los meses donde se registran altas precipitaciones en la localidad de Barinas (Periodo Húmedo), influenciando esto en las bajas temperaturas.

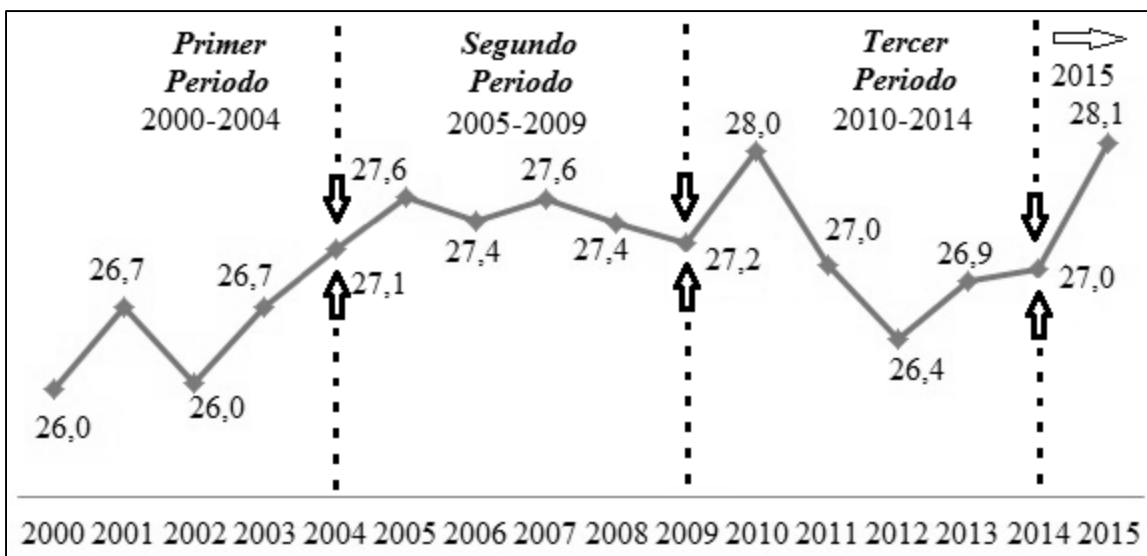


Figura 2. Comportamiento de la temperatura (°C) media anual durante los periodos establecidos en la localidad de Barinas (2000-2015).

En la Tabla 1, se observa que no existen diferencias significativas de temperatura media entre los periodos críticos establecidos para el mes de marzo, por lo que se considera el mes más caluroso donde la temperatura media mensual alcanza hasta 28,20°C con variaciones de hasta +0,70°C. El mes más frío del año es de 25,6°C en agosto con variaciones de hasta -0,3°C, en el periodo 2000-2004, no así en el periodo 2005-2009 que la temperatura se mantuvo en 27,0°C (-0,2 ΔT°C), sin diferencias significativas en los restantes meses del año, puede decirse que fue un periodo de frescura, mientras que para el periodo 2010-2015 el mes más fresco se ubicó en septiembre con 26,2 °C (-0,8 ΔT°C).

Sin embargo, observamos diferencias significativas en la variaciones de temperatura para los periodos críticos estudiados que van de +0,6 a -0,04 ΔT°C. Los restantes meses presentaron diferencias en temperatura y variación con valores altos y bajos durante los periodos críticos establecidos y el periodo estudiado, donde la temperatura varía de 26,6 °C a 27,7°C y rara vez baja menos de 25°C o sube más de 28°C, con un promedio estadístico de 27,1°C y variaciones estadísticas promedio de +0,06°C. La temporada calurosa dura 3,5 meses, enero a marzo y la fresca 6,5 meses, junio a octubre con dos meses de transición, abril

y noviembre entrada y salida de agua según Pérez-Figueroa y Gaviria (2016).

Tabla 1. Variación de temperatura mensual ($\Delta T^{\circ}\text{C}$), durante los periodos críticos establecidos para la localidad de Barinas (2000-2015).

Mes	2000-2015		2000-2004		2005-2009		2010-2014	
	$\bar{X}T^{\circ}\text{C}$	$\Delta T^{\circ}\text{C}$	$\bar{X}T^{\circ}\text{C}$	$\Delta T^{\circ}\text{C}$	$\bar{X}T^{\circ}\text{C}$	$\Delta T^{\circ}\text{C}$	$\bar{X}T^{\circ}\text{C}$	$\Delta T^{\circ}\text{C}$
Ene	26,8 def	+0,8 a ↑	26,6 cd	+0,6 b ↑	27,0 c	+0,7 a ↑	26,7 de	-0,6 h ↓
Feb	27,6 ab	+0,8 a ↑	27,1 b	+0,5 c ↑	27,5 bc	+0,5 b ↑	28,2 a	+1,5 a ↑
Mar	28,0 a	+0,4 c ↑	27,7 a	+0,6 b ↑	28,2 a	+0,7 a ↑	28,2 a	0,0 e -
Abr	27,3 bc	-0,7 j ↓	26,9 bc	-0,8 j ↓	28,1 a	-0,1 d ↓	26,5 ef	-1,7 j ↓
May	27,2 bcd	-0,1 f ↓	26,2 ef	-0,7 i ↓	27,2 bc	-0,9 f ↓	27,6 b	+1,1 c ↑
Jun	26,6 f	-0,6 i ↓	25,7 g	-0,5 g ↓	27,0 c	-0,2 e ↓	26,8 de	-0,8 i ↓
Jul	26,7 ef	+0,1 d ↑	25,9 fg	+0,2 d ↑	27,2 bc	+0,2 c ↑	26,7 de	-0,1 f ↓
Ago	26,7 ef	0,0 e -	25,6 g	-0,3 f ↓	27,0 c	-0,2 e ↓	27,0 cd	+0,3 d ↑
Sep	26,7 ef	0,0 e -	26,2 ef	+0,6 b ↑	27,5 bc	+0,5 b ↑	26,2 f	-0,8 i ↓
Oct	27,4 bc	+0,7 b ↑	26,9 bc	+0,7 a ↑	27,7 ab	+0,2 c ↑	27,4 bc	+1,2 b ↑
Nov	27,1 cde	-0,3 g ↓	26,9 bc	0,0 e -	27,5 bc	-0,2 e ↓	26,8 de	-0,6 h ↓
Dic	26,7 ef	-0,4 h ↓	26,3 de	-0,6 h ↓	27,3 bc	-0,2 e ↓	26,6 def	-0,2 g ↓
\bar{X}	27,1	+0,06	26,5 c	+0,25 a	27,4 a	+0,03 ab	27,0 b	-0,04 b
R ²	0,83	0,97	0,88	0,80	0,85	0,87	0,83	0,82
CV	1,98	43,86	2,43	84,09	1,91	29,31	2,54	32,92
EE	0,04	0,01	0,05	0,01	0,04	0,01	0,05	0,01
DE	0,54	0,50	0,64	0,56	0,52	0,46	0,69	0,91

Fuente: INIA (2016) Datos procesados de los histórico de temperatura años 2000-2015.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,01$).

En la Tabla 2, se presentan los promedio estadísticos de temperatura media anual ($\bar{X}T^{\circ}\text{C}$) y la variación ($\Delta T^{\circ}\text{C}$), observándose que la máxima temperatura media ocurrió en 2010 (27,98 $\bar{X}T^{\circ}\text{C}$) y 2015 (28,09 $\bar{X}T^{\circ}\text{C}$), siendo mayor en 2015 aun cuando no hubo diferencias significativa. Sin embargo, 2015 (+1,14 $\Delta T^{\circ}\text{C}$) presento un amento de variación de temperatura significativamente superior a 2010 (+0,76 $\Delta T^{\circ}\text{C}$), indicando que la tendencia es un incremento de la temperatura (28,7 $\bar{X}T^{\circ}\text{C}$ +0,6 $\Delta T^{\circ}\text{C}$) para el primer trimestre de 2016 en Barinas. La temperatura más baja se registró en 2000 (26,01 $\bar{X}T^{\circ}\text{C}$) y 2002 (26,01 \bar{X}

T°C), con descenso importante en la variación de temperatura en 2002 (-0,62 $\Delta T^{\circ}\text{C}$) convirtiéndolo el año más fresco con respecto a 2000 (+0,06 $\Delta T^{\circ}\text{C}$).

Lo anterior indica que durante el periodo estudiado la temperatura se mantuvo por encima de 26°C excepto 2000 y 2002, sin embargo, podría decirse que la mitad de los años en tratamiento presentaron temperaturas superiores a 27°C, siendo el promedio estadístico anual de 27,10°C, es decir, en el periodo 2000-2015. Indicando que el promedio estadístico de temperatura en Barinas es 27,10°C convirtiéndola en una localidad calurosa durante el mayor tiempo del año.

Tabla 2. Variación de la temperatura media anual ($\Delta T^{\circ}\text{C}$), en la localidad de Barinas, durante el periodo 2000-2015.

año	$\bar{X}T^{\circ}\text{C}$	$\Delta T^{\circ}\text{C}$	año	$\bar{X}T^{\circ}\text{C}$	$\Delta T^{\circ}\text{C}$
2000	26,01 f	+0,06 de \uparrow	2008	27,44 bc	-0,19 ef \downarrow
2001	26,69 de	+0,71 b \uparrow	2009	27,21 bcd	-0,18 ef \downarrow
2002	26,01 f	-0,62 g \downarrow	2010	27,98 a	+0,76 b \uparrow
2003	26,74 de	+0,59 b \uparrow	2011	26,97 cd	-1,05 h \downarrow
2004	27,07 bcd	+0,49 bc \uparrow	2012	26,43 ef	-0,59 g \downarrow
2005	27,57 ab	+0,49 bc \uparrow	2013	26,87 de	+0,54 b \uparrow
2006	27,43 bc	-0,23 f \downarrow	2014	26,96 cde	+0,14 d \uparrow
2007	27,56 ab	+0,23 cd \uparrow	2015	28,09 a	+1,14 a \uparrow
R ²	0,74	0,91	EE	0,09	0,05
CV	2,54	28,94	DE	0,69	0,60

Fuente: INIA (2016) Datos procesados de los histórico de temperatura años 2000-2015.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,01$).

Sin embargo, en 2011 la temperatura bajó -1,0°C con respecto a 2010 que tuvo temperatura elevada (27,98°C), esto pudo deberse a que 2011 fue el año más lluvioso, de todo el periodo en estudio, registrando precipitaciones de 2144,80 mm durante el año según los registros del INIA (2016). Sin embargo, las precipitaciones disminuyeron al punto que para 2015 se registraron precipitaciones de 1270,10 mm durante el año provocando un aumento de la temperatura de +1,14°C. En general la variación estacional de la precipitación en la región de los Llanos, tiende a ser impredecible según Riehl *et al.* (1973) citado en López *et al.* (2015).

Es así como, Vide (2010) citado en Fita (2011), afirma que estos cambios podrían derivarse en una pérdida generalizada de biodiversidad, debido que este es un planeta dinámico, en continuo cambio. Pero si esto ocurriera por el cambio climático sería inducido por nuestra actividad y no de una forma natural, como ocurrió con los dinosaurios. Las afirmaciones de Vide nos hacen pensar que la variación de la temperatura en Barinas se debe más a factores antropogénicos que naturales, es decir producidos por el hombre y no por la misma Naturaleza.

En el último siglo, la Tierra ha sufrido, un calentamiento progresivo que nos ha llevado a alcanzar altas temperaturas ambiente. Vide (2010), afirma que entre 1906 y 2005, la temperatura del planeta se elevó en $0,74^{\circ}\text{C}$, y desde el 2005 hasta el día de hoy dicho proceso ha experimentado una evolución ascendente, situándose en aproximadamente un grado el aumento que ha sufrido la temperatura de la Tierra desde 1850. Por su parte Marcelo y Pérez (2010), manifiestan que el resultado podría ser un aumento en la temperatura de $1,4$ a $5,8^{\circ}\text{C}$ en los próximos 100 años y la consecuente afectación de los ecosistemas naturales. De estas afirmaciones no se escapa la localidad de Barinas donde la tendencia es el incremento de la temperatura media en $+1,0^{\circ}\text{C}$.

CONCLUSIONES.

Se concluye que la temperatura promedio anual para el final de la investigación aumento $+1,14^{\circ}\text{C}$ ($28,10^{\circ}\text{C}$) en la localidad de Barinas, y la tendencia es un aumento de $+1,00^{\circ}\text{C}$. Se presentan tres periodos bien definidos con respecto a la variación de la temperatura, 2000-2004 ($27,10^{\circ}\text{C} +0,5 \Delta\text{T}^{\circ}\text{C}$); 2005-2009 ($27,20^{\circ}\text{C} -0,2 \Delta\text{T}^{\circ}\text{C}$) y 2010-2014 ($27,00^{\circ}\text{C} +0,1 \Delta\text{T}^{\circ}\text{C}$), abriendo 2015 un nuevo periodo ($28,10^{\circ}\text{C} +1,14 \Delta\text{T}^{\circ}\text{C}$). Siendo el año más caluroso 2010 ($28,00^{\circ}\text{C}$), el más fresco 2002 ($26,00^{\circ}\text{C}$).

Se considerar la no existencia de un Cambio Climático sino una variación de la temperatura con aumento de $+1,14^{\circ}\text{C}$, en la localidad de Barinas, el clima sigue siendo Bosque Seco Tropical según la nomenclatura de Holdridge y Subhúmedo Cálido según Thornthwaite, con dos periodos bien definidos (húmedo y seco).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Fita, J. (2011). Si la temperatura media del planeta sube un grado más podría ser catastrófico. Lavanguardia.com; publicado en <http://www.lavanguardia.com/medio-ambiente/20111124/54239249017/si-temperatura-media-planeta-sube-un-grado-mas-podria-ser-catastrofico.html> Revisado el 29/09/2018.
- INIA. (2016). Histórico de temperatura media mensual años 2000-2015. Barinas, Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).
- López, R., Hétier, J., López, D., Schargel, R. y Zinck, A. (Edits.). (2015). Tierras Llaneras de Venezuela... tierras de buena esperanza. Mérida, Venezuela: Consejo de Publicaciones Universidad de Los Andes (ULA).
- Martelo, M. y Pérez, M. (2010). Estudio del impacto del cambio climático sobre la agricultura y la seguridad alimentaria en Venezuela. Caracas, Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).
- Pérez-Figueredo, H. y Gaviria, M. (2016). Evaluación del régimen de lluvia en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), periodo 2009-2013. En: Memorias del I Congreso Nacional sobre Cambio Climático (págs. 51-57). Barinas, Venezuela: UNELLEZ.
- Ruiz, J., Medina, G., Báez, A., Manríquez, J., y Astengo, H. (2009). Evaluación de la vulnerabilidad y propuesta de medidas de adaptación a nivel regional de algunos cultivos básicos y frutales ante escenarios de cambio climático. México, México: SAGARPA-INAFAP.
- Subirós, F. (2000). Requerimientos Climáticos y Edáficos. En Cultivo de la Caña de Azúcar. San Juan, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

* **Ing. Agrónomo, MSc. Agroecología y Desarrollo Endógeno, Doctorante en Ambiente y desarrollo, CAAEZ, S.A. - UNELLEZ, Barinas, Venezuela, Correo: humbertoperezf@gmail.com**