

Características agroclimáticas del Municipio San Fernando de Apure, Apure, Venezuela

Agroclimatic characteristics in the Municipality San Fernando de Apure, Apure state, Venezuela

Carmen TORIN¹✉, Luis RODRÍGUEZ², Pedro PIÑATE³ e Idelizo VERDECIA⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Estación Local Yaritagua, Km 3, vía El Rodeo, Yaritagua, Apartado Postal 3203, estado Yaracuy, Venezuela; ²INIA, Estación Experimental Apure, Carretera perimetral San Fernando-Biruaca a 4 Km del puente María Nieves, San Fernando de Apure; ³Instituto Nacional de Desarrollo Rural (INDER), Avenida Miranda sede nueva de la Gobernación, piso 2. San Fernando de Apure, y ⁴Proyecto de Riego Convenio Cuba-Venezuela. San Fernando de Apure, estado Apure, Apartado Postal: 7001, Venezuela. E-mails: carmentorin75@gmail.com, ctorin@inia.gob.ve, ppinate@inder.gob.ve e iverdecia@yahoo.es ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 15/10/2010 Fin de primer arbitraje: 05/01/2012 Primera revisión recibida: 16/01/2012
Fin de segundo arbitraje: 27/02/2012 Segunda revisión recibida: 08/03/2012 Aceptado: 15/03/2012

RESUMEN

En este trabajo se evalúan las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua en la zona de influencia de la Estación Meteorológica de San Fernando de Apure (07°41'N, 67°25'W), en el estado Apure, Venezuela durante el período 1971-1990. La evaluación agroclimática se realizó con la utilización de los datos promedios mensuales del período 1971-1990 de la precipitación, temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar e insolación. La comparación de la precipitación y evaporación considera sólo los valores totales mensuales del período 1971-1983. La disponibilidad de agua en el suelo se determinó, mediante la elaboración del balance hídrico climatológico, en escala mensual, según la metodología de Thornthwaite y Mather, utilizando planillas de Excel. Los datos climáticos analizados correspondieron a la serie histórica de precipitación y temperatura de los períodos 1971-1990. Los resultados muestran que dicha localidad se caracteriza por un régimen pluviométrico unimodal con dos períodos claramente definidos: uno húmedo, entre mayo y septiembre; y otro seco, entre octubre a abril. El máximo valor se presenta en julio (268 mm) y el mínimo en enero (1,35 mm). El 82% de las precipitaciones caen entre los meses mayo a septiembre, ocasionando situaciones de excesos de humedad en el suelo durante los meses junio y septiembre. Los déficits de humedad en el suelo ocurren durante el semestre octubre-abril. En el mes de mayo se presenta la situación hídrica de equilibrio, es decir, no se presenta exceso ni déficit de humedad.

Palabras clave: Variaciones climáticas anuales, agricultura de secano, balance hídrico, exceso y déficit de humedad.

ABSTRACT

This study assessed the climatic conditions and water availability in the area of influence of the Meteorological Station of San Fernando de Apure (07 ° 41'N, 67 ° 25'W), in Apure state, Venezuela during the period 1971-1990. Agroclimatic assessment was performed with the use of monthly average data for the period 1971-1990 in precipitation, air temperature, relative humidity, solar radiation and insolation. The comparison of precipitation and evaporation considered only monthly totals for the period 1971-1983. The availability of soil water was determined through the development of climatic water balance in monthly scale, according to the method of , using Excel spreadsheets. The weather data Analyzed correspond to the time series of precipitation and temperature of the periods 1971-1990. The results show that the locality is characterized by a unimodal rainfall pattern with two clearly defined periods: one wet, between May and September and a dry, from October to April. The maximum value occurs in July (268 mm) and minimum in January (1.35 mm). 82% of the precipitation falls between the months May to September, leading to situations of excess soil moisture during the months June and September. Deficits in soil moisture occur during the semester from October to April. In the month of May shows the equilibrium water situation, ie no show excess or deficit of moisture.

Key words: Annual climatic variations, rainfed agriculture, hydric balance, excess moisture, moisture deficit.

INTRODUCCIÓN

La información climática es el recurso esencial para determinar la magnitud de las variaciones anuales y estacionales de los elementos

climáticos como la temperatura, humedad, la evaporación y precipitación, que pueden ser utilizados por los agricultores para tomar decisiones acertadas sobre el manejo de los cultivos. La dificultad de prever la ocurrencia de efectos devastadores

producidos por condiciones meteorológicas desfavorables, la falta de registros climáticos, insuficientes o no disponibles, el desconocimiento de las fuentes de información climática y su escasa utilización por parte de los agricultores, los expone a situaciones climáticas sin la adecuada preparación o previsión.

El territorio venezolano, por su posición latitudinal al norte de Sudamérica, está bajo la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical, donde convergen los vientos alisios del noreste y del sureste. El movimiento de este cinturón de bajas presiones ecuatoriales en dirección norte-sur determina el período seco y el período lluvioso (Valle, 2007).

Sánchez (1981), menciona que las condiciones climáticas del país son el resultado de la acción conjunta y de la interacción de los factores orográficos, hidrográficos y meteorológicos. Dentro de cada gran región climática del territorio venezolano, se presentan diferencias espaciales y temporales en el comportamiento de las variables climáticas. En los llanos occidentales el clima varía entre subhúmedo y húmedo (de acuerdo a la metodología de Thornthwaite) con una precipitación entre 1600 a 2400 mm promedio anual (Ministerio del Ambiente, 2006).

Las actividades agrícolas llaneras se desarrollan dentro de un marco climático constituido por dos períodos, uno seco de diciembre a marzo y uno lluvioso de mayo a octubre (Marvez, 2005). Esta condición climática ha propiciado la agricultura de secano desde hace muchas décadas, la cual siempre correrá con el riesgo del exceso o falta de agua en épocas críticas del cultivo, es decir, durante las etapas de crecimiento en las que se definen los componentes principales del rendimiento en granos de los cultivos (Andrade *et al.*, 1996).

Cabe destacar que, si el volumen de agua en el suelo durante las épocas críticas del cultivo, no alcanza un determinado porcentaje de agua disponible, podría afectar negativamente su rendimiento potencial. Uno de los métodos utilizados en la determinación de la disponibilidad de agua en el suelo es el balance hídrico, el cual permite conocer los excesos y déficits de agua en el suelo. Conocer estos parámetros, contribuye por lo tanto a la planificación de épocas de siembra, manejo del suelo, planificación de labores culturales, oportunidad de uso de maquinarias y equipos, entre otros.

De ahí, que el objetivo de este trabajo sea evaluar las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua, a través de los parámetros generados por la Estación Meteorológica de San Fernando de Apure, estado Apure, Venezuela, durante el período 1971-1990, y comprobar si dichos parámetros climáticos favorecen las prácticas agrícolas.

Características del área de estudio.

El estado Apure se encuentra en el centro de los llanos venezolanos, ocupa una extensión aproximada de 76.500 km² y es uno de los estados con mayor superficie en el país. Político-administrativamente se divide en siete (7) municipios: Achaguas, Biruaca, Muñoz, Páez, Pedro Camejo, Rómulo Gallegos y San Fernando (Figura 1).

El municipio San Fernando se ubica al extremo Nor-Este del estado Apure. La ciudad de San Fernando es la capital del municipio y del Estado Apure. Sus coordenadas geográficas extremas están entre 7°10' y 7°55' de latitud Norte y 66°22' y 67°45' de longitud Oeste. De acuerdo al Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), la superficie del municipio es de 5.982 Km², lo cual representa el 7,82 % del total del estado Apure. Con una población de 158.345 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2007).

La región de los llanos son extensas planicies aluviales. El municipio San Fernando de Apure forma parte de la franja alargada a lo largo del río Apure, donde predominan bancos amplios que encierran grandes bajíos y algunos esteros. Los bancos presentan suelos pesados de texturas franco limosas y franco arcillo limosas, con 50% de áreas con mal drenaje. Los ríos Apure, Arauca y Orinoco son los más relevantes en el municipio. El relieve en general es plano, con pendiente menor al 0,5% y cubierto por una vegetación de bosque semideciduo con una gran abundancia de samanes (Marvez, 2005).

Aun cuando existe un predominio de la actividad ganadera extensiva de carne, la presencia de bancos amplios, no afectados por inundaciones y con suelos fértiles, ha facilitado el desarrollo de la actividad agrícola en la zona, donde el cultivo del maíz, frijol, algodón, hortalizas, musáceas y caña panelera han adquirido importancia. De acuerdo con una "Caracterización socioeconómica del eje norte llanero del estado Apure", el tipo de producción predominante según la opinión del productor es la

agrícola animal con el 63%, seguido por la producción agrícola vegetal con el 24%, donde sólo el 13% trabajan con un tipo de producción mixta. En la producción agrícola vegetal, el cultivo de maíz es predominante, seguido del cultivo de frijol, yuca y plátano.

Los suelos fértiles de las islas (Apurito y Elba) y vegas bañadas por el río Apure, producto de la dinámica ambiental de la zona (inundaciones periódicas) son utilizadas para la siembra de una gran variedad de cultivos (tomate, maíz, topocho, yuca, ayama) (Pérez, 1992).

MATERIALES Y METODOS

Los elementos del clima analizados fueron: precipitación, evaporación, temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar e insolación. Los datos disponibles fueron extraídos de la página web del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) adscrito al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Estos registros fueron generados en

la Estación Meteorológica de San Fernando de Apure Serial 4404, perteneciente a la Aviación Militar Bolivariana, ubicada en terrenos del Aeropuerto Nacional Las Flecheras a 07°41'N 67°25'W, a una altitud de 47 m.s.n.m. La evaporación potencial fue medida con evaporímetro Piché y la radiación con actinógrafo marca Fuess.

La evaluación agroclimática se realizó con la utilización de los datos promedios mensuales del período 1971-1990 de la precipitación, temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar e insolación. De acuerdo a la base de datos que ofrece la página web del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, sólo existen registros de datos continuos de evaporación desde 1971 hasta 1983, por lo cual, en la comparación de la precipitación y evaporación se usaron los valores totales mensuales del período 1971-1983. Se elaboraron gráficas en Excel con los valores totales mensuales para las variables precipitación y evaporación. Para las restantes variables, las gráficas provienen de valores promedios.

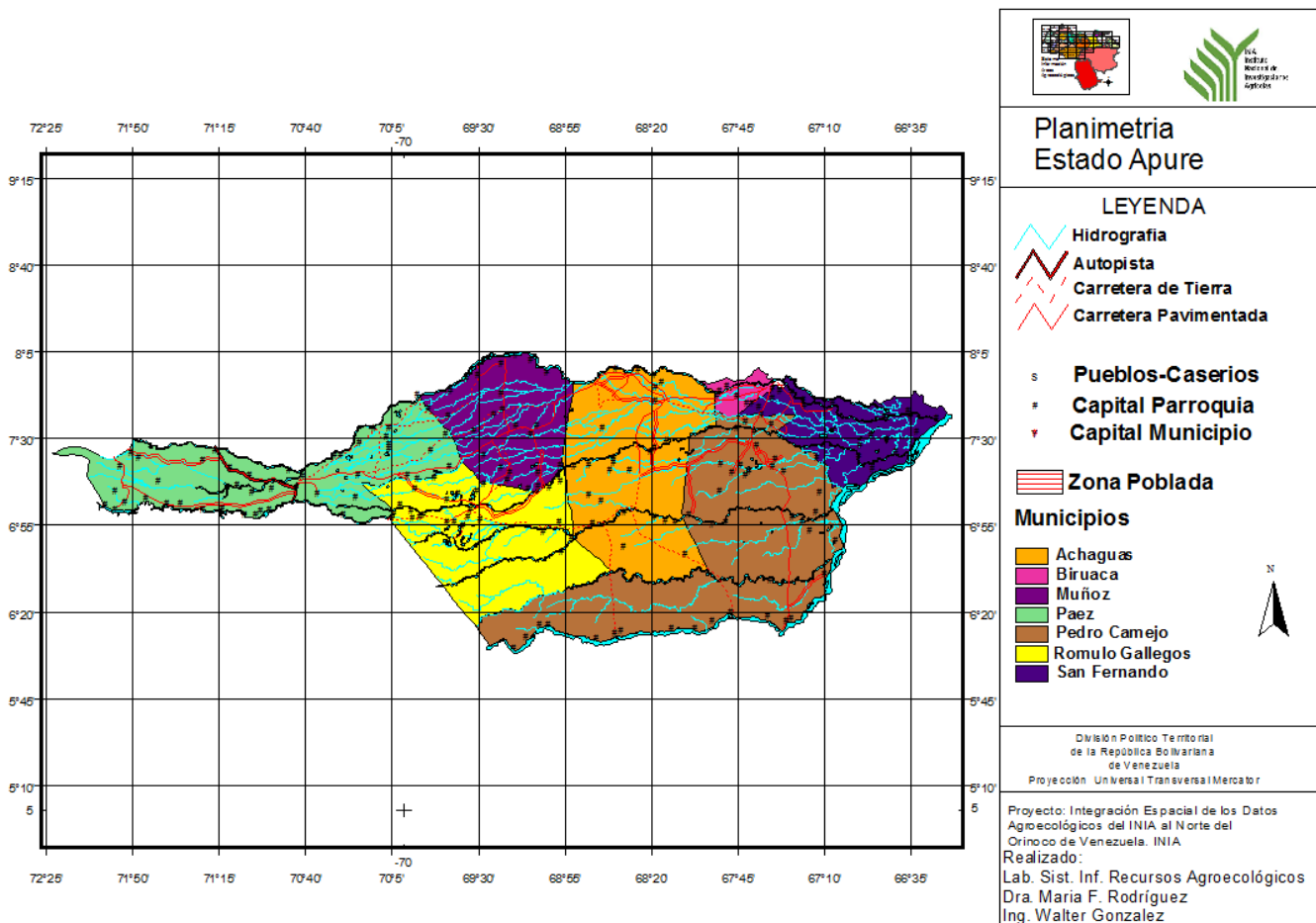


Figura 1. Localización del Municipio San Fernando, estado Apure. Venezuela

La disponibilidad de agua en el suelo se determinó, mediante la elaboración del balance hídrico climatológico, en escala mensual, según la metodología de Thornthwaite y Mather (1955). Los cálculos se iniciaron a partir del mes de enero (mes totalmente seco) considerando la precipitación efectiva de 100% y una capacidad de almacenamiento de agua del suelo de 100 mm, utilizando las planillas de Excel (Rolim y Sentelhas, 1998), en las que se introdujeron los valores mensuales de la temperatura media y la precipitación acumulada del período 1971-1990 (Cuadro 1).

La metodología de Thornthwaite y Mather (1955), permite monitorear el almacenamiento de agua en el suelo, reflejando el balance entre las entradas y salidas de un volumen de control. Se consideró a la lluvia (P) como la única entrada, a la evapotranspiración potencial (ETP) como la salida debida a la demanda atmosférica y la capacidad de agua disponible (CAD) como la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo. También es posible estimar la evapotranspiración real (ETR), el déficit (DEF), el exceso (EXC) y la variación del almacenamiento de agua en el suelo (Pereira *et al.*, 1997).

La variación del almacenamiento se determinó a través de la alteración (ALT) del contenido de agua en el suelo, mediante la siguiente ecuación:

$$ALT = P - ETR - EXC$$

La evapotranspiración potencial (ETP), fue estimada a través de la fórmula propuesta por Thornthwaite (1948), donde los cálculos están en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes.

Los valores de temperatura se usaron para estimar la evapotranspiración potencial (ETP) a través de la metodología Thornthwaite (1948), mediante las siguientes ecuaciones.

$$ETP = 16 (10 Ti/I)^a \quad Ti > 0^\circ C$$

$$A = 0,000000675I^3 - 0,0000771I^2 + 0,0179I + 0,49239$$

$$I = \sum ij; \quad j = 1, 2, 3, \dots, 12; \quad ij = (tm_j / 5)^{1,514}$$

Cálculo de ETP no corregida:

Donde:

ETP = evapotranspiración potencial no corregida (mm)

t = temperatura media mensual en grados centígrados

I = índice calórico anual, que es la suma de los 12 índices de calor mensuales (i)

i = índice de calor mensual, siendo función de la temperatura media del mes (t)

La planilla de Excel (Rolim y Sentelhas, 1998), ofrece la ETP corregida para cada mes, tomando en cuenta el número de días del mes y horas de luz de cada día, en función de la latitud:

Conversión de la ETP no corregida en ETP o Evapotranspiración potencial corregida, según la latitud del lugar:

$$ETP = ETP \text{ (no correg.)} \cdot N^\circ \text{días} \cdot N^\circ \text{horas.}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras 2-6 se muestran los promedios mensuales de las variables precipitación, evaporación, temperaturas (máxima, media y mínima), humedad relativa, insolación y radiación generados en la Estación Meteorológica del municipio San Fernando de Apure.

En la Figura 2, se observa que la precipitación presenta un valor máximo al año, en el mes de julio de 268 mm y un valor mínimo de 1,35 mm en enero, evidenciando de esta forma un régimen pluviométrico

Cuadro 1. Estadísticos de precipitación mensual en San Fernando de Apure, estado Apure, Venezuela. 1971-1990.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Prom	1,4	2,8	5,9	84,6	171,9	244,7	267,7	246,0	173,1	96,2	45,1	9,7
DT	3,0	8,7	13,8	80,5	67,1	107,9	85,1	107,6	79,0	40,1	37,5	21,9
CV	226	315	236	95	39	44	32	44	46	42	83	227

Prom = Promedio /mm), DT = Desviación típica y CV = Coeficiente de variación (%)

unimodal (Blanco *et al.*, 2010; Guenni *et al.*, 2008). Durante los meses junio a agosto, la precipitación es superior a los 240 mm. El promedio anual de precipitación es de 1349 mm. La menor temperatura promedio (25,7 °C) coincidió con la máxima precipitación (268 mm), en el mes de julio. Se evidencia una distribución desigual de la precipitación en el período estudiado, reflejándose en altos valores del coeficiente de variación de los meses que presentan menor precipitación (Cuadro 1).

Durante 1971-1983, la evaporación potencial medida con evaporímetro Piché, alcanzó un total anual de 2616 mm con un promedio mensual de 180 mm, presentando un valor máximo de 281 mm en marzo y un valor mínimo de 151 mm en junio. Los valores más elevados de evaporación se encuentran durante el período de menor precipitación (figura 3), indicando déficit de agua en el suelo. Sin embargo, el nivel freático es poco profundo, generalmente antes de los 10 metros (Páez *et al.*, 2003), específicamente con un nivel promedio de agua de 6,09 metros

(Ministerio del Ambiente, 2006), por lo que podría explotarse para actividades agrícolas. De allí que, sea posible orientar la producción hacia cultivos bajo riego, ya que se puede asegurar el suministro oportuno de agua.

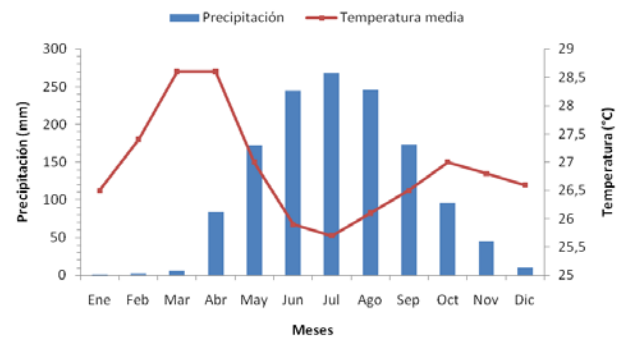


Figura 2. Precipitación y Temperatura media mensual en San Fernando de Apure, estado Apure, Venezuela (1971-1990).

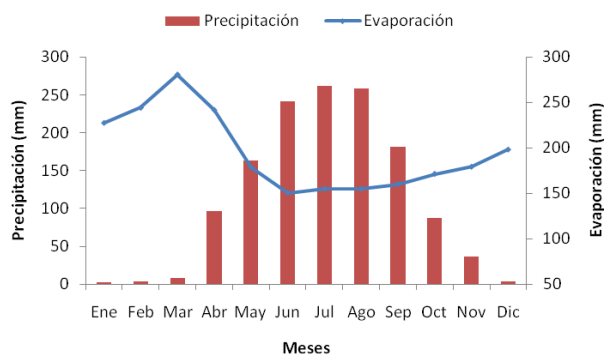


Figura 3. Precipitación (mm) y evaporación (mm) media mensual en San Fernando de Apure, estado Apure, Venezuela (1971-1983).

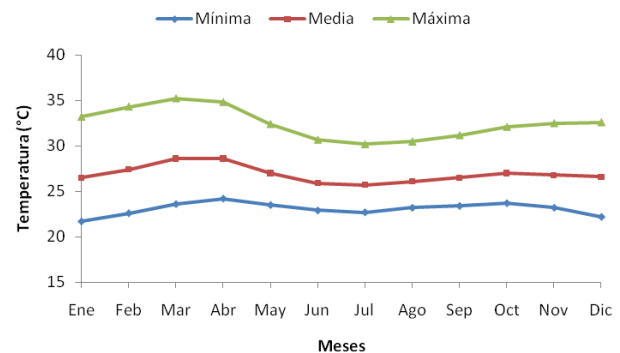


Figura 4. Temperaturas (°C) medias mensuales en San Fernando de Apure, estado Apure, Venezuela (1971-1990).

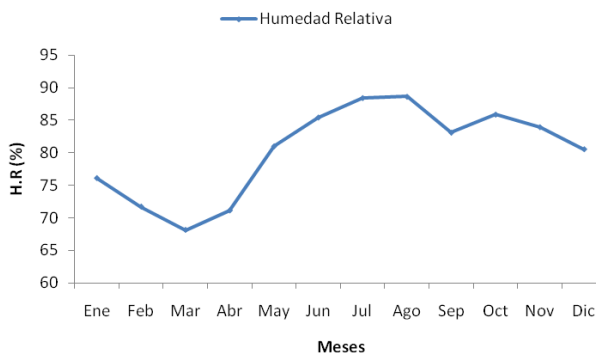


Figura 5. Humedad relativa (%) media mensual en San Fernando de Apure, estado Apure, Venezuela (1971-1990).

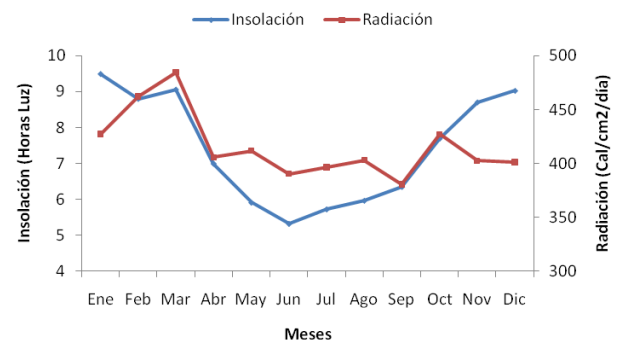


Figura 6. Insolación (horas luz) y radiación (cal/cm²/día) media mensual en San Fernando de Apure, estado Apure, Venezuela (1971-1990).

Los valores de temperatura máxima, oscilan entre 30,2 °C en julio y 35,2 °C en marzo, con un promedio mensual de 32,5 °C. La temperatura mínima oscila entre 21,7 °C en enero y 24,2 °C en abril, con un promedio mensual de 23,1 °C. La temperatura media anual de esta localidad es 27 °C, oscilando entre 25,7 °C en julio y 28,6 °C en marzo (figura 4). En la mayoría de los casos, la temperatura máxima se alcanza de dos a tres horas después del mediodía, y la temperatura mínima un poco después de la salida del sol. En el trópico, las tasas máximas de fotosíntesis en el maíz se encuentran entre 30 y 34°C. Las temperaturas fuera del rango de adaptación del cultivar (por debajo de 15°C o por encima de 44°C) también pueden reducir la eficiencia con la cual la radiación absorbida es utilizada por la planta (Lafitte, 2001). Por lo tanto, se puede inferir que, los valores que oscilan entre la temperatura máxima (35,2 °C) y mínima (21,7 °C) de la zona en estudio, favorecen el crecimiento y desarrollo del cultivo de mayor producción de la región, el maíz.

La figura 5 muestra que la humedad relativa media en el período 1971-1990 varía entre 68,1% en marzo y 88,7% en agosto. Los máximos valores se presentan durante el período húmedo. Benacchio (1983) considera que el 70% de humedad relativa representa condiciones de relativa alta humedad. Si los valores mínimos ocurren en las horas más cálidas del día, podría constituir indirectamente un factor limitante en la producción de maíz, porque se incrementa la demanda evaporativa del aire.

Cabe destacar que, en los meses marzo y abril del período estudiado se presentan los máximos valores de temperatura media y valores mínimos de humedad relativa. Bajo estas condiciones, existe la posibilidad de producirse la caída de las flores en los cultivos de pimentón y tomate, como consecuencia de una excesiva transpiración. Así mismo, en los meses junio y julio del período estudiado se presentan valores máximos de precipitación y humedad relativa. En el cultivo de hortalizas, estas condiciones son favorables para la aparición de enfermedades causadas por hongos y bacterias (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 2005).

En la figura 6, se observa que la insolación fluctúa entre 5,3 horas en junio y 9,5 horas en enero, con un promedio de 7,4 horas. Los máximos valores de insolación se presentan en el período seco, es decir, entre los meses de noviembre a marzo (8,7 horas – 9,1 horas); mientras que los valores más

bajos (5,3-6,0 horas) se presentan durante los meses más lluviosos, es decir, entre los meses mayo y agosto, correspondiente al ciclo del cultivo de maíz, lo cual constituyen una limitante para la obtención de altos rendimientos, ya que este cultivo requiere de abundante luminosidad (Benacchio, 1983).

El valor promedio de radiación solar es de 416,1 cal/cm²/día, alcanzando un valor máximo de 484,5 cal/cm²/día en el mes de marzo y un valor mínimo de 380,6 cal/cm²/día en el mes de septiembre. Los valores más elevados de radiación solar están asociados con la época seca, presentándose entre los meses enero a marzo con valores comprendidos entre 427,4 a 484,5 cal/cm²/día. Esta importante disponibilidad de radiación solar, no coincide con el ciclo del cultivo de maíz establecido en la región llanera, lo cual constituye una limitante en la obtención de altos rendimientos. Al respecto, Bergamaschi *et al.* (2004) indican que el maíz por ser una especie de metabolismo C₄, tiende a expresar su máxima productividad cuando la etapa de máxima área foliar coincide con una mayor disponibilidad de radiación solar, siempre que no haya déficit hídrico.

Evolución de la disponibilidad de agua en el suelo en el período 1971-1990.

Las condiciones de excesos de humedad se iniciaron en el mes de Junio, finalizando en el mes de Septiembre, con una variación mensual desde 141,2 mm en Julio hasta 38,4 mm en Septiembre, acumulándose un promedio anual de 332 mm (Cuadro 2). En esta región llanera, los cultivos están sometidos a tal condición de humedad, originándose así una situación de aguachinamiento, es decir, una baja disponibilidad de oxígeno en el perfil del suelo, donde el sistema radicular de los cultivos no dispone de la oxigenación necesaria para su buen desarrollo (Figuras 7 y 8).

En respuesta a la situación antes mencionada, Cabrera *et al.* (1997) generaron la variedad de maíz Agua Blanca, tolerante al déficit de oxígeno en el suelo, capaz de producir un rendimiento de grano aceptable para el productor.

Por otro lado, el déficit de humedad se presentó durante los meses Octubre a Abril, con una variación mensual desde 11 mm en Octubre a 176,4 mm en Marzo y un promedio anual acumulado de déficit de 705,7 mm. Esta condición hídrica ofrece condiciones poco favorables que afectan los estados

de crecimiento, desarrollo y rendimiento final de todos los cultivos. Con respecto al cultivo de maíz, Carvallo *et al*, 2004, mencionan que las fases más sensibles del cultivo al déficit de humedad, en orden decreciente son: Floración, llenado de grano y desarrollo vegetativo. Sin embargo, el desarrollo de cultivos de pocas exigencias hídricas como el frijol sembrado durante el mes de octubre, no resultaría afectado dada la capacidad de retención de humedad que presentan los suelos pesados de la zona en estudio.

Durante el mes de Mayo no hubo ni déficit ni exceso, lo cual es propicio para realizar labores de campo y siembra de cultivos, puesto que el suelo no presenta ni exceso ni déficit de humedad. (Figura 7).

La Figura 8, muestra el período de uso o retirada de la lámina de agua, es posible que se requiera la aplicación de riego suplementario a partir del mes de octubre. Sin embargo, la aplicación de riego dependerá de la cantidad y distribución de la precipitación durante el periodo estudiado.

Cuadro 2. Balance Hídrico de San Fernando de Apure, estado Apure, Venezuela según la metodología de Thornthwaite y Mather (1955). Período 1971-1990.

Meses	Número de días	Temp (°C)	Precip (mm)	N (horas)	I	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC	ALM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Ene	31	26,5	1,4	11,6	12,5	132,8	-131,4	-398,4	1,9	-5,1	6,4	126,4	0,0
Feb	28	27,4	2,8	11,7	13,1	137,8	-135,0	-533,4	0,5	-1,4	4,1	133,6	0,0
Mar	31	28,6	5,9	11,9	14,0	182,7	-176,8	-710,2	0,1	-0,4	6,3	176,4	0,0
Abr	30	28,6	84,6	12,1	14,0	180,0	-95,4	-805,6	0,0	-0,1	84,6	95,4	0,0
May	31	27,0	171,9	12,3	12,8	151,2	20,7	-157,6	20,7	20,7	151,2	0,0	0,0
Jun	30	25,9	244,7	12,4	12,1	126,0	118,7	0,0	100,0	79,3	126,0	0,0	39,4
Jul	31	25,7	267,7	12,4	11,9	126,5	141,2	0,0	100,0	0,0	126,5	0,0	141,2
Ago	31	26,1	246,0	12,3	12,2	133,2	112,7	0,0	100,0	0,0	133,2	0,0	112,7
Sep	30	26,5	173,1	12,1	12,5	134,7	38,4	0,0	100,0	0,0	134,7	0,0	38,4
Oct	31	27,0	96,2	11,9	12,8	147,0	-50,8	-50,8	60,1	-39,9	136,1	11,0	0,0
Nov	30	26,8	45,1	11,7	12,7	135,9	-90,8	-141,7	24,2	-35,9	81,0	54,9	0,0
Dic	31	26,6	9,7	11,6	12,6	134,9	-125,3	-267,0	6,9	-17,3	27,0	108,0	0,0
Total			1349,1	144,0	153,2	1722,7			514,4	0,0	1017,1	705,7	331,7
Promedio		26,9	112,4	12,0	12,8	143,6			42,9		84,8	58,8	27,6

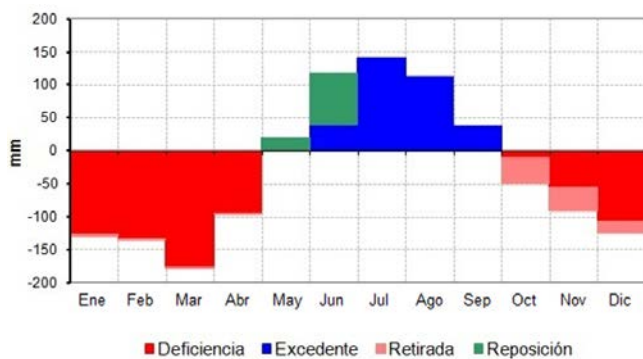


Figura 7. Balance hídrico climatológico según el método de Thornthwaite y Mather (1955) para San Fernando de Apure, estado Apure, Venezuela (1971-1990).

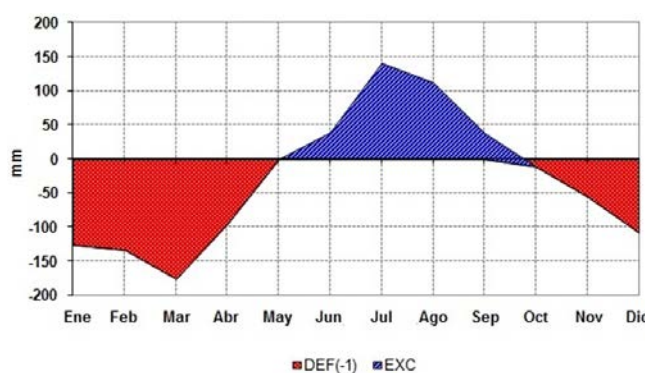


Figura 8. Deficiencia, excedente, retirada y reposición durante el período 1971-1990, en San Fernando de Apure, estado Apure, Venezuela.

Considerando las situaciones hídricas (déficit y exceso de humedad) y las unidades fisiográficas que presenta la localidad (bancos, bajíos y esteros), es posible combinar en unidades de producción, pastos de mediana exigencia nutricional en los bajíos y esteros con cultivos alimenticios en los bancos (Comerma, 2009). Existen grandes posibilidades de promover el cultivo de arroz con riego, en los bajíos del área protegida por los diques (Schargel, 2005).

CONCLUSIONES

Durante el período evaluado, San Fernando de Apure presenta un régimen pluviométrico unimodal con dos períodos claramente definidos: uno húmedo, entre mayo y septiembre; y otro seco, entre octubre a abril. El máximo valor se presenta en julio y el mínimo en enero.

Desde diciembre a marzo se presentan los valores mínimos de precipitación y valores máximos de evaporación. En los meses marzo y abril del período estudiado se presentan los máximos valores de temperatura media y valores mínimos de humedad relativa.

El 82% de las precipitaciones caen entre los meses mayo a septiembre, ocasionando situaciones de excesos de humedad en el suelo durante los meses junio y septiembre. Los déficits de humedad en el suelo ocurren durante el semestre octubre-abril.

Los valores de temperatura oscilan entre la máxima (35,2 °C) y mínima (21,7 °C) de la zona en estudio, tal condición favorece el crecimiento y desarrollo del cultivo de mayor producción de la región, el maíz.

En el mes de mayo se presenta la situación hídrica de equilibrio, es decir, no se presenta exceso ni déficit de humedad, lo cual, facilita la realización de las labores de campo y siembra de cultivos.

Considerando la temperatura, las situaciones hídricas (déficit y exceso de humedad), y las unidades fisiográficas que presenta la localidad (bancos, bajíos y esteros), es posible establecer unidades de producción diversificadas, con cultivos bajo riego en los bancos, cultivos hortícolas y leguminosas en las vegas del río Apure al iniciarse la retirada de la lámina de agua; pastos de moderada exigencia nutricional en los bajíos y esteros.

LITERATURA CITADA

- Andrade, F. H.; A. G. Cirilo, S. A. Uhart y M. E. Otegui. 1996. *Ecofisiología del cultivo de maíz*. 1^a Ed. Editorial La Barrosa. EEA INTA Balcarce (Ed). Balcarce, Argentina. 292 p.
- Cabrera, S.; A. Bejarano, V. Segovia, H. Moreno y F. Morillo. 1997. Agua Blanca, variedad de maíz tolerante al déficit de oxígeno en el suelo. *Agronomía Trop.* 47 (1): 103-114.
- Carvalho, M.; R. Soratto, M. Athayde, O. Arf e M de As. 2004. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. *Pesq. Agropec. Brás.* 39 (1): 47-53.
- Comerma, J. 2009. Suelos mal drenados en Venezuela. *Agronomía Trop.* 59 (1): 25-32.
- Benacchio, S. 1983. Algunos aspectos agroecológicos importantes en la producción maicera en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Región Central, Instituto de Investigaciones Agrícolas Generales. Serie B N° 6-02. Maracay, Venezuela. 32 p.
- Bergamaschi, H.; G. Daimago, J. Bergonci, B. Menegassi, A. Müller, F. Cominan e H. Machado. 2004. Distribuição hídrica no periodo crítico do milho e produção de grãos. *Pesq. Agropec. Bras.* 39 (9): 831-839.
- Blanco, A.; J. Barboza y L. Rodríguez. 2010. Determinación del tipo de régimen de lluvia anual en estaciones pluviométricas venezolanas, según Análisis de Fourier y el Análisis de Grupo. *Terra.* XXVI (39): 31-57.
- Guenni L.; E. Degryze y K. Alvarado. 2008. Análisis de la tendencia y la estacionalidad de la precipitación mensual en Venezuela. *Revista Colombiana de Estadística* 31 (1): 41-65.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2007. Informe Geoambiental 2007. Estado Apure. 79 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 2007. Caracterización socioeconómica del sector agrícola, eje norte llanero, estado Apure. Informe técnico de resultados del subproyecto "Desarrollo de la Sala Prospectiva del INIA". Oficina de desarrollo institucional Primera Versión. Maracay, Venezuela. 53 p.

- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 2005. El cultivo de Hortalizas en Venezuela. Maracay, Venezuela. 192 pág.
- Lafitte, H. 2001. Estrés abióticos que afectan al maíz. In: El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. R. Paliwal, G. Granados, H. Lafitte y A. Violic. (eds). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, p. 95-106.
- Márvez, P. 2005. Rasgos climáticos de los llanos venezolanos. In: Tierras llaneras de Venezuela. J. Hétiér y R. Falcón (eds). Editorial venezolana, C.A., Mérida, Venezuela, p. 49-56.
- Ministerio del Ambiente. 2006. Recursos hídricos de Venezuela. Fondo Editorial FUNDAMBIENTE, Caracas, Venezuela. 167 p.
- Páez, L.; T. Linares, W. Sayago y R. Pacheco. 2003. Caracterización estructural y funcional de fincas ganaderas de doble propósito en el municipio Páez del estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 21(3): 301-323.
- Pereira, A. P.; N. A. Vila Nova e G. Ch. Sediayama. 1997. Evapotranspiração. Fealq, Piracicaba. 183 p.
- Pérez, R. 1992. Balance hídrico superficial en las cuencas de la Región Llanos Occidentales de Venezuela. Balance hídrico de América del Sur, UNESCO/PHI. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (M.A.R.N.R.) Serie de informes técnicos DGSIASV/IT. 40 p.
- Rolim G.; P. C. Sentelhas e V. Barbieri. 1998. Planilhas no ambiente Excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 6 (1): 133-137.
- Schargel, R. 2005. Geomorfología y suelos de los llanos venezolanos. In: Tierras llaneras de Venezuela. J. Hétiér y R. Falcón (eds). Editorial venezolana, C.A., Mérida, Venezuela, p. 57-113.
- Thornthwaite, C. W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Review* 38: 55-94.
- Thornthwaite, C. W. and J. R. Mather. 1955. The water balance. Publication in Climatology, New Jersey; Drexel Inst, of Techonology. 104 p.
- Valle, A. 2007. Bioclimatología tropical. Clima. Imgrafic, C A., Aragua, Venezuela, 395 p.