

# CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DE LOS LLANOS CENTRALES DEL ESTADO GUÁRICO

Ferrer<sup>1</sup> Jairo, Hernández<sup>2</sup> Rafael, Valera<sup>1</sup> Angel.

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Extensión en Suelos y Aguas, Universidad Rómulo Gallegos.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Venezuela.  
jferrer@unerg.edu.ve,

## Resumen

Es presentada la caracterización del clima en los Llanos Centrales del estado Guárico siguiendo el método de *Thornthwaite*, y la elaboración del calendario de siembra, a partir de balances hídricos mensuales, donde la evapotranspiración potencial (ETP) fue estimada por la fórmula de *Penman-Monteith*. Se usaron 45 estaciones meteorológicas, con datos homogéneos de 29 años (1969-1997) y un Sistema de Información Geográfica para generar los mapas por interpolación. Se obtuvieron 3 tipos climáticos: Subhúmedo Húmedo (**C<sub>2</sub>**) y Subhúmedo Seco (**C<sub>1</sub>**), que presentan el mejor potencial para la agricultura, y Semi Árido (**D**). El **C<sub>2</sub>** con  $\leq 5$  meses secos, esta mayormente en el sur de la zona de estudio ( $7.904 \text{ Km}^2$ ). La situación hídrica intermedia corresponde al **C<sub>1</sub>** con 5 o 6 meses secos y una extensión de  $20.503 \text{ Km}^2$ . En contraste con 7 meses secos, en la parte noreste se presenta el **D** ( $10.671 \text{ Km}^2$ ) con moderadas restricciones de oferta de lluvia y alta errática de inicio y duración del período lluvioso. Las fechas de inicio, duración y volumen de agua esperadas en los períodos de crecimiento (PC) y húmedo (PH), se presentan en tablas para establecer las fechas idóneas de las labores agrícolas. Aún siendo una información que no detalla el complejo comportamiento del clima, en especial el riesgo introducido por la variabilidad interanual, la adecuada clasificación climática sirve de base para el estudio de variables ambientales, ordenamiento del territorio y la planificación general de actividades agrícolas.

**Palabras clave:** balance hídrico, Llanos Centrales caracterización climática, calendario de siembra, periodo húmedo.

## Introducción

Existen regiones intrínsecamente más vulnerables a las actividades humanas en contraste con otras zonas, esta vulnerabilidad causa problemas graves de erosión o degradación y una baja capacidad de autoregeneración de los ecosistemas para mantener y/o devolver a su estado original las condiciones ambientales una vez afectadas. Entre esas regiones se cuentan las de climas Árido, Semiárido y Subhúmedo Seco, según lo establece la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación y la Sequía, por lo cual inventariar la extensión de esas zonas, a una escala que permita los análisis regionales, es de importancia capital (PNUMA, 1999).

La clasificación climática más universalmente utilizada es la de Köppen (1948), pero no es muy efectiva discriminando entre climas tropicales, por ser su principal criterio diferenciador la temperatura, en contraposición la clasificación de Thornthwaite (1948), es muchísimo más efectiva discriminando climas tropicales, ya que su principal criterio diferenciador se basa en el régimen de humedad. Por ejemplo, según Köppen (1948), toda la zona desde los llanos orientales de Monagas hasta el piedemonte andino, es del tipo Tropical Lluvioso de sabana (Aw), mientras que Thornthwaite (1948), en esa misma región, discrimina 8 de sus 9 tipos climáticos, del Árido en algunas localidades de Anzoátegui, al Muy Húmedo en zonas de Apure, pasando por los climas Semiárido, Subhúmedo Seco, Subhúmedo Húmedo, Ligeramente Húmedo, Moderadamente Húmedo y

Húmedo [Hernández *et al.*, (2006)].

A pesar de ser una información “gruesa”, que no detalla el complejo comportamiento del clima, y en especial el riesgo introducido por la variabilidad interanual, una adecuada clasificación climática sirve de base para una gran cantidad de aplicaciones relacionadas con el estudio y la zonificación de variables ambientales (vegetación, ecosistemas, hábitat de fauna, por ejemplo), el ordenamiento del territorio, la planificación general de actividades agrícolas, la selección primaria de técnicas de manejo, el análisis general de potencialidades y tipo de riesgo climático, entre otras.

En tal sentido el objetivo de este estudio es realizar una caracterización agroclimática de los Llanos Centrales, incluyendo la clasificación climática y la delimitación de los períodos de crecimiento y húmedo.

## Materiales y Métodos

La zona de estudio abarca unos 39.078 km<sup>2</sup> mayormente en los llanos centrales del estado Guárico (92%), Aragua (5%) y Cojedes (3%). Se usaron 45 estaciones meteorológicas, con datos homogéneos de 29 años (1969-1997), 32 de ellas dentro de la zona del estudio.

Fueron utilizados los valores mensuales de la Evapotranspiración Potencial (ETP), estimados por Martelo (2002), donde se usó la fórmula de Penman-Monteith y la metodología de cálculo de FAO-ICID [Allen *et al.*, 1994].

Para clasificar el clima según Thornthwaite (1948), se calculó el balance hídrico de todo el período de registro, asumiendo: almacenamiento

máximo de agua en el suelo de 100 mm y un coeficiente de pérdidas de 10% atribuibles a la intercepción.

Para llegar a los tipos climáticos según el índice hídrico (**Im**), se presenta una relación de disponibilidad de agua calculada a través de los totales anuales de evapotranspiración de potencial (ETP), déficit y excesos, mediante la expresión:

$$Im = [(100 \times \text{Exceso}) - (60 \times \text{Déficit})] / 100 \times \text{ETP}$$

Im = Índice Hídrico.

Fueron utilizados los rangos originales del mencionado autor (Thornthwaite, 1948) para ubicar el **Im** dentro de un tipo

climático (Tabla 1).

Los valores de **Im** fueron interpolados usando un Sistema de Información Geográfica (SIG), Arc View 3.2. (ESRI, 2000). Se uso además el criterio de experto en el trazado de las líneas que separan los climas. Para ello, aparte del valor *per se* de la estación y su distancia con otras, se consideró la distribución de los drenajes y la vegetación asociada en muchos casos a ellos. Los datos de radiación solar, velocidad del viento, humedad relativa, temperatura media, máxima media y mínima media, fueron calculados y analizados.

**Tabla 1.** Tipos Climáticos

Símbolos	Tipo climático	Índice hídrico
C <sub>2</sub>	Subhúmedo húmedo	0 a 20
C <sub>1</sub>	Subhúmedo seco	0 a -20
D	Semiárido o seco	-20 a -40

**Fuente:** Adaptado de Thornthwaite (1948).

Se utilizó la metodología de Franquin (1983), para calcular el período de crecimiento, definido como el tiempo durante la cual la precipitación es mayor ó igual a  $\frac{1}{2}$  de la ETP, y el período húmedo, como el tiempo durante la cual la precipitación (P) es mayor ó igual a la ETP (Figura 1), correspondiente a dos probabilidades de ocurrencia (50%

y 75%). En virtud de que los datos de precipitación están a nivel mensual, y como la metodología de Franquin (1983) es en esencia gráfica, los resultados deben expresarse a nivel decadal (10 días). La 1<sup>a</sup> década va del día 1 al 10, la 2<sup>a</sup> del 11 al 20 y la 3<sup>a</sup> década los días 21 a 28, 30 ó 31 (MARN-UCV, 1995).

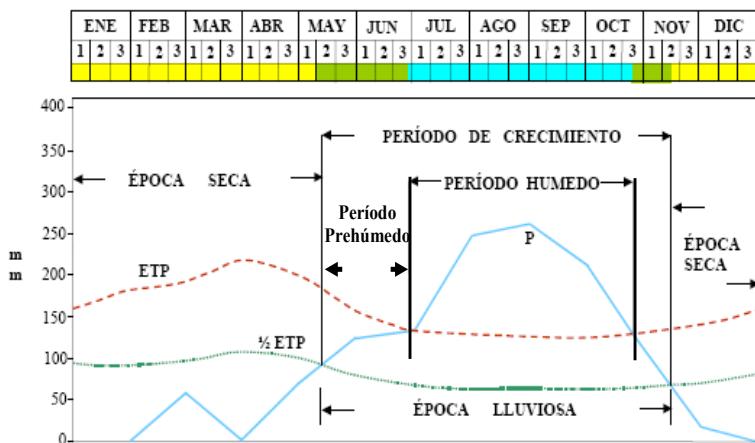


Figura 1. Esquema de los Períodos de Crecimiento, Húmedo y Prehúmedo

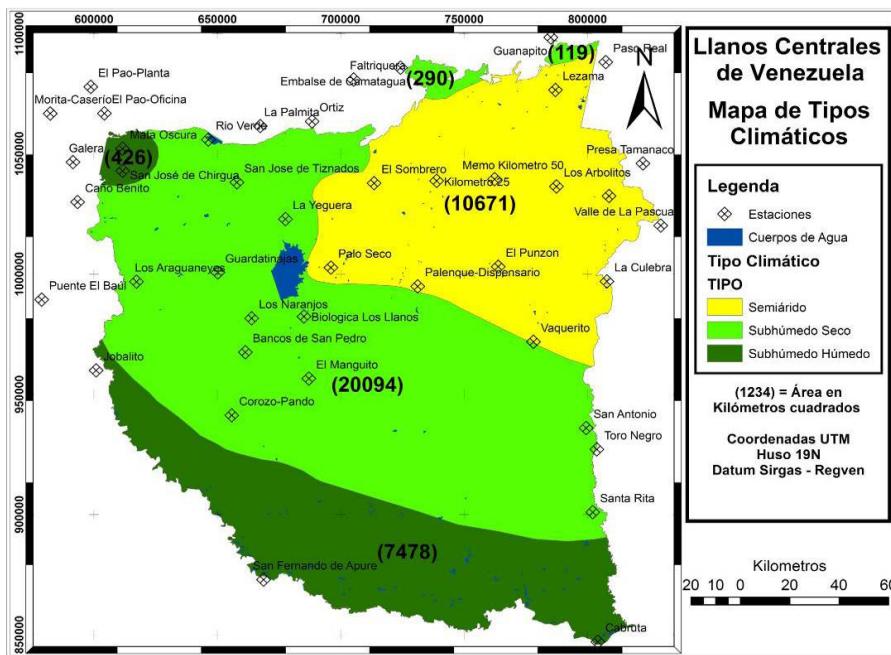
## Resultados y Discusión

Se presentan los resultados sobre los tipos climáticos obtenidos, así como una caracterización general de variables climáticas importantes como son: radiación solar, velocidad del viento, humedad relativa, temperatura media, máxima media y mínima media. Así también, se describen los resultados obtenidos, de las fechas de inicio de los períodos de crecimiento y húmedo.

### Tipo climático

En la zona de estudio se identifican tres tipos climáticos: subhúmedo húmedo (**C<sub>2</sub>**), subhúmedo seco (**C<sub>1</sub>**) y semiárido (**D**). En el mapa de tipos climáticos (Figura 2), se observa la expresión

geográfica del **C<sub>2</sub>** el cual abarca el sur de la zona de estudio (unos 7.478 Km<sup>2</sup>), así como una pequeña porción en el extremo nor-oeste de unos 426 Km<sup>2</sup>. El déficit hídrico es menor a 700 mm y la condición deficitaria no supera los 5 meses de duración.



**Figura 2. Tipos Climáticos en los Llanos Centrales**

En la parte Noreste se presenta el tipo Semi Árido (**D**) en unos 10.671 Km<sup>2</sup> (Figura 2), con un déficit mayor a los 745 mm y con una duración de 7 meses, en la mayoría de las estaciones (10 de 12). Es evidente que la ETP domina la relación respecto a las lluvias, las cuales no llegan a 1000 mm en esta área y tienen la influencia de los vientos alisios que penetran por el oriente, sentido noreste sur-oeste.

Entre los dos tipos climáticos expuestos arriba, se expresa el Subhúmedo Seco ( $C_1$ ) el cual abarca la mayor extensión en el área (20.503 Km<sup>2</sup>), (Figura 2). Se caracteriza por una precipitación entre 1000 y 1300 mm, con un déficit entre 600 y 800 mm, el cual tiene mayormente

una duración entre 5 y 6 meses.

## Caracterización general

En la zona de estudio la media anual de radiación solar oscila entre 371 y 432 Cal  $\text{cm}^{-2}$  día $^{-1}$  (Tabla 2). Estos valores, así como la variación de 15% que existe entre ellos, se corresponde con lo esperado para la zona tropical (Martelo, 2002). El mayor valor se expresa en la zona sur-oeste y el menor en la parte centro-este del área. Los valores máximos se alcanzan en Abril y los mínimos en Diciembre, variando solamente la estación San Fernando, con un valor menor en el mes de Junio.

180 Tabla 2. Variables agroclimáticas en la zona de estudio

Estación	Altitud msnm	Radiación Media Cal cm <sup>-2</sup> día	Velocidad del Viento km h <sup>-1</sup>	Humedad Relativa %	Temperatura °C
				Media	Máxima Media Mínima Media
Río Verde	171	376	9,2	67	27,2 33,0 22,5
Biológica de los Llanos	86	417	8,9	69	27,6 33,4 22,9
Guanapito	422	409	9,3	74	25,1 30,5 21,6
Presa Tamanaco	160	371	9,2	72	27,1 33,9 22,7
Valle de la Pascua	184	374	11,6	75	26,7 32,9 22,3
San Fernando	47	432	10,6	79	26,9 32,5 23,1
Cabruna	125	-	-	-	28 32 23

(msnm) = metros sobre el nivel del mar; (Cal cm<sup>-2</sup> día) = Calorías por centímetro cuadrado por día. (km h<sup>-1</sup>) = Kilómetros por hora; (%) = Porcentaje; (°C) = Grados Centígrados.

Fuente: MINAMB (2007a); MINAMB (2007b); MINAMB (2007c).

Los mayores valores de la velocidad media del viento se logran en Marzo y los mínimos entre Septiembre y Agosto. La media anual se reporta entre 11,6 y 9,2 Km h<sup>-1</sup> (Tabla 2), lo que evidencia un comportamiento homogéneo en el área. La media anual de la humedad relativa fluctúa entre 67 y 79%, presentando los menores valores en la parte nor-oeste y central de la zona de estudio, y los mayores en la parte sur y este del área (Tabla 2). La distribución mensual indica la presencia de los menores valores consecuentemente en el mes de Marzo, y los mayores principalmente en Agosto. Respecto a la temperatura se evidencia que existe muy poca variación en la zona de estudio (Tabla 2). En ese sentido el promedio de la temperatura media indica un régimen térmico Cálido (c), es decir entre 26 y 28 °C (Sánchez, 1981) en la mayor parte de la zona de estudio. Solamente la estación Guanapito reporta un valor de 25,1 °C (Templado Cálido), sin embargo, la misma se encuentra sobre la línea límite al nor-este del área. Se puede atribuir la diferencia a que esta última estación, está a 422 msnm y el resto de las estaciones a menos de 185 msnm, lo cual coincide con que aumentos de la altitud generan disminuciones de la temperatura (MARNR-UCV, 1985).

### Períodos de crecimiento y fechas de siembra generales

Se espera que los resultados a nivel confiable (75%), se presenten durante años que pueden considerarse secos, y los de nivel normal (50%), durante años promedios, un poco más húmedos que los anteriores.

Las fechas de inicio, la duración y las láminas de precipitación acumulada del

período de crecimiento a nivel confiable (75%) se presentan en la Tabla 3.

A nivel confiable (75%), el período de crecimiento comienza los primeros diez días de Mayo, al oeste y al sur de la zona de estudio abarcando una estrecha franja con expresión geográfica, que va desde San José de Chirgua a los Araguaneyes, San Fernando de Apure y llega a Cabruta. en ese lapso de tiempo, se espera acumular una lamina de precipitación entre 1000 y 1100 mm, al Nor-Oeste (San José de Chirgua), y más de 1100 mm, en el resto de esa franja, siendo > a 1200 en las cercanías de Cabruta (Tabla 3).

El inicio ocurre entre el 10 y el 20 de Mayo desde Río Verde, al norte, pasando por Guardatinajas, Calabozo, incluyendo el embalse río Guárico, Bancos de San Pedro, Corozo Pando y llega hasta una franja al norte de Cabruta (Tabla 3). El período de crecimiento en esta zona tiene una duración entre 180 y 200 días (Tabla 3), y se espera acumular entre 1000 y 900 mm, en la parte nor-oeste, de la franja, y entre 1000 y 1100 mm, en el centro y sur-este de la misma (Tabla 3).

Desde el norte de San José de Tiznados hasta llegar a las inmediaciones de Dos Caminos, continuando en sentido nor-oeste, entre las poblaciones de Palenque y Palo Seco, para finalizar entre las cercanías del norte de Cabruta, y San Rita, se inicia el período de crecimiento los últimos diez días de Mayo (Tabla 3). La duración oscila aproximadamente entre 180 y 170 días (Tabla 3), con una precipitación acumulada, entre 900 y 800 mm, en la partes nor-oeste, y central, y entre 1000 y 900 mm, en la zona sur-este de esa faja (Tabla 3).

**Tabla 3. Calendario de siembra con los periodos y láminas acumuladas (75%)**

ESTACION	IPC	DPC	Lam PC	IPH	DPH	Lam PH	DPrH
Morita-Caserío	03-may	214	1070	28-may	163	994	25
El Pao-Oficina	11-may	210	1094	26-may	154	980	15
Galera	04-may	222	1233	16-may	172	1142	12
Mata Oscura	23-abr	227	1099	14-may	167	1000	21
Caño Benito	10-may	205	1008	04-jun	157	999	25
Cabruta	05-may	185	1245	28-may	148	1197	23
Los Araguaneyes	12-may	208	882	06-jun	115	879	24
Santa Rita	28-may	175	1036	22-jun	114	880	25
Guanapito	07-jun	171	837	05-jul	120	725	28
La Palmita	21-may	194	795	10-jun	135	772	20
Lezama	11-jun	162	714	24-jun	85	580	13
La Yeguera	23-may	180	910	10-jun	120	910	18
Río Verde	15-may	189	912	06-jun	120	860	22
Ortiz	15-may	199	847	10-jun	154	847	26
San J. de Chirgua	07-may	211	1059	26-may	160	964	19
San J. de Tiznados	22-may	164	821	19-jun	110	779	28
El Sombrero	01-jun	159	769	20-jun	65	539	19
Kilómetro 25	09-jun	139	700	11-jul	67	450	31
Faltriquera	03-jun	178	674	05-jul	77	553	32
Guardatinajas	12-may	189	922	06-jun	111	839	24
Palo Seco	20-may	171	861	15-jun	115	657	26
El Punzón	17-jun	119	511	18-jul	35	324	31
Los Arbolitos	11-jun	146	573	07-jul	61	455	26
Salinetas Manapire	08-jun	150	759	29-jun	71	532	21
Presa Tamanaco	10-jun	158	643	05-jul	79	589	25
Embalse Camatagua	28-may	177	905	16-jun	106	733	29
Paso Real	04-jun	169	754	01-jul	98	594	27
Memo Kilómetro 50	06-jun	150	651	24-jun	57	443	18
Valle de La Pascua	09-jun	147	716	22-jun	91	584	13
Hato Las Babas	09-may	214	1190	21-may	159	1046	12
El Baúl-Carretera	07-may	207	1255	21-may	160	1237	14
Arismendi	05-may	206	1303	20-may	164	1206	15

Robalito	08-may	203	1204	02-jun	148	1143	15
Biológica Los Llanos	14-may	194	1051	07-jun	130	1034	24
Los Naranjos	14-may	183	997	09-jun	136	927	26
El Manguito	20-may	205	1108	10-jun	144	1045	21
Bancos de San Pedro	13-may	191	1124	02-jun	148	1090	20
Corozo-Pando	15-may	192	1115	06-jun	148	1115	22
Palenque-Dispensario	01-jun	170	768	24-jun	92	635	23
La Culebra	11-jun	137	590	29-jun	64	476	18
San Antonio	03-jun	165	961	21-jun	109	826	18
Toro Negro	04-jun	167	988	18-jun	120	873	14
San Fernd. de Apure	09-may	195	1169	28-may	141	1107	19

**IPC:** Inicio del Período de Crecimiento; **DPC:** Duración del Período de Crecimiento en días; **Lam PC:** Lámina del Período de Crecimiento en milímetros; **IPH:** Inicio del Período Húmedo; **DPH:** Duración del Período Húmedo en días; **Lam PH:** Lámina del Período Húmedo en milímetros; **DPrH:** Duración del Período Pre-Húmedo en días.

En la región que abarca el sur de Camatagua, El Sombrero, Memo, Palenque, San Antonio y Toro Negro, el período de crecimiento comienza la primera década de Junio, con una duración que oscila entre 140 y 170 días y una precipitación acumulada en ese tiempo entre 700 y 800 mm (Tabla 3). Así en las inmediaciones de la población de Lezama, siguiendo al sur, pasando entre el Punzón y Palenque, terminando al Sur de la estación La Culebra, en el centro-este del estudio, el período de crecimiento inicia entre el 10 y el 20 de Junio y tiene una duración menor a 140 días al sur y centro del área, y entre 140 y 160 días al norte, en las zonas cercanas a la población de Lezama (Tabla 3). Una lamina entre 511 y 700 mm, se espera acumular en ese lapso de tiempo (Tabla 3).

#### Descripción de la Época de Labores Agrícolas.

La diferencia entre las fechas de inicio de los períodos de crecimiento y húmedo, define la duración de la época de laboreo de tierras y siembra, o período prehúmedo (DPrH). A un nivel confiable (75%) se esperan valores menores a 20 días, en cuatro sectores (Tabla 3), el primero al nor-oeste, en las inmediaciones de San José de Chirgua, el segundo, entre Jobalito y San Fernando de Apure, el tercero abarca desde Toro Negro, La Culebra y llega hasta el Sur de Salinetas de Manapire, y el cuarto sector, incluye el área entre Memo Kilómetro 50 y la población de Lezama. El sector comprendido entre Los Arbolitos, El Punzón, Kilómetro 25 y al Sur del Embalse Camatagua, presenta una duración entre 30 y 25 días.

El resto del área presenta una duración del período prehúmedo que oscila entre 25 y 20 días (Tabla 3).

Las fechas de inicio y la duración del período de crecimiento a nivel normal (50%) se presenta en la Tabla 4.

**Tabla 4. Calendario de siembra con la duración de los períodos (50%)**

ESTACIÓN	IPC	FPC	DPC	DPrH	IPH	FPH	DPH
Morita-Caserío	24-abr	12-dic	235	18	12-may	12-nov	182
El Pao-Oficina	29-abr	16-dic	232	12	11-may	19-nov	202
Galera	23-abr	13-dic	234	17	10-may	14-nov	190
Mata Oscura	15-abr	14-dic	244	22	07-may	09-nov	186
Caño Benito	02-may	09-dic	226	20	22-may	14-nov	185
Cabruta	01-may	14-nov	208	23	24-may	25-oct	159
Los Araguaneyes	06-may	03-dic	217	18	24-may	04-nov	172
Santa Rita	18-may	22-nov	193	22	09-jun	27-oct	141
Guanapito	15-may	28-nov	192	24	08-jun	02-nov	144
La Palmita	09-may	28-nov	204	19	28-may	26-oct	158
Lezama	27-may	19-nov	172	18	14-jun	06-oct	106
La Yeguera	12-may	27-nov	206	17	29-may	05-nov	160
Río Verde	06-may	27-nov	207	19	25-may	29-oct	150
Ortiz	06-may	30-nov	206	20	26-may	11-nov	175
S. J. de Chirgua	28-abr	03-dic	221	16	14-may	10-nov	178
S. J. de Tiznados	11-may	27-nov	198	20	31-may	06-oct	123
El Sombrero	19-may	18-nov	179	20	08-jun	03-may	124
Kilómetro 25	18-may	17-nov	181	29	16-jun	21-sep	108
Faltriquera	17-may	23-nov	187	24	10-jun	17-oct	129
Guardatinajas	05-may	25-nov	209	24	29-may	07-oct	130
Palo Seco	09-may	21-nov	192	26	04-jun	28-oct	139
El Punzón	03-jun	01-nov	160	38	11-jul	24-sep	68
Los Arbolitos	01-jun	13-nov	164	19	20-jun	19-sep	89
Salinetas Manapire	25-may	13-nov	164	22	16-jun	26-sep	93
Presa Tamanaco	01-jun	14-nov	176	19	20-jun	07-oct	109
Embalse Camatagua	16-may	27-nov	192	22	07-jun	19-oct	150

Paso Real	21-may	26-nov	189	23	13-jun	21-oct	137
Memo Kilómetro 50	22-may	11-nov	169	17	08-jun	20-sep	94
Valle de La Pascua	30-may	15-nov	167	15	14-jun	02-oct	112
Hato Las Babas	28-abr	10-dic	232	14	12-may	09-nov	181
El Baúl-Carretera	01-may	12-dic	221	16	17-may	18-nov	191
Arismendi	29-abr	01-dic	217	15	14-may	06-nov	177
Jobalito	30-abr	29-nov	218	16	16-may	06-nov	174
Biológica Los Llanos	07-may	01-dic	205	18	25-may	28-oct	162
Los Naranjos	08-may	24-nov	202	19	27-may	30-oct	152
El Manguito	09-may	30-nov	205	15	24-may	31-oct	162
Bancos de San Pedro	04-may	22-nov	209	15	19-may	31-oct	157
Corozo-Pando	09-may	27-nov	204	20	29-may	06-nov	165
Palenque-Dispensario	17-may	18-nov	184	27	13-jun	04-oct	133
La Culebra	03-jun	30-oct	137	18	21-jun	30-sep	100
San Antonio	19-may	20-nov	192	19	07-jun	30-oct	153
Toro Negro	22-may	23-nov	187	19	10-jun	19-dic	144
San. Fern. de Apure	05-may	22-nov	207	12	17-may	27-oct	163

**IPC:** Inicio del Período de Crecimiento; **FPC:** Final del Período de Crecimiento; **DPC:** Duración del Período de Crecimiento; **IPH:** Inicio del Período Húmedo; **FPH:** Final del Período Húmedo; **DPH:** Duración del Período Húmedo; **DPrH:** Duración del Pre-Húmedo

## Conclusiones

Se encontraron los climas de tipo seco: donde el Subhúmedo Seco, está presente en 53 % de la zona de estudio y el Semiárido, en 27 %; y de tipo húmedo, representado por el Subhúmedo Húmedo, con 20 % de expresión geográfica.

Los climas Subhúmedo Húmedo (7.904 km<sup>2</sup>) y el Subhúmedo Seco (20.503 km<sup>2</sup>), garantizan un periodo de crecimiento

(P >1/2 ETP) para la germinación, establecimiento, maduración, cosecha apto para satisfacer las necesidades hídricas de la mayoría de los cultivos anuales de tierras bajas en el país.

El tipo Semiárido con 10.671 km<sup>2</sup> se muestra con moderadas a fuertes restricciones de oferta de agua, además de una alta variabilidad, en cuanto al inicio, duración y culminación del

período lluvioso.

Como dato de apoyo para planificar la siembra de cultivos de secano, el período de crecimiento (PC) a nivel confiable (75%), se inicia entre los primeros diez días de Mayo en la parte oeste de la zona de estudio, y el 20 de Junio al nor-este.

## Referencias Bibliográficas

Allen, R.G.; Smith, M.; Perrier, A.; Pereira, L.S. (1994). An update for the calculation of reference evapotranspiration. International Commission on irrigation and drainage (ICID) Bulletin. 1994. 43(2).

Environmental Systems Research Institute. (2000). Arcview for Windows. Arcview. [Programa de computadora en disco]. Versión 3,2. Licencia Nº 825871107606. Spatial Analyst for Windows. [Programa de computadora en disco] Versión 2.0. Licencia Nº 849601102026. Ubicados en Universidad Rómulo Gallegos, San Juan de los Morros, estado Guárico.

Franquin, P. (1983). Modelos estadísticos sobre potenciales del período climático de crecimiento de cultivos. En Información Agroclimática para el Desarrollo – Reviviendo la Revolución Verde. FONAIAP, BID. Maracay. 151 – 183.

Hernández, R.; Martelo, M.; Aiffil, A. (2006). Mapa de Tipo Climático Hídrico por el método de Thornthwaite de los Llanos de Venezuela (Escala 1:250.000). Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Dirección General de Cuencas Hidrográficas. Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología. Caracas. Köppen, W. (1948). Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra.

Fondo de Cultura Económica. 478 pp.

Martelo, M. (2002). Influencia de las variables macroclimáticas en el Clima de Venezuela. Trabajo de Ascenso a la Categoría de Profesor Asistente. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 192 pp. más Anexos.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables y la Universidad Central de Venezuela (MARNR-UCV). (1995). Agroclimatología del estado Aragua. Dirección General Sectorial de Investigación Ambiental (MARN). Facultad de Agronomía (UCV) Caracas. 106 pp.

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. (MINAMB). (2007a). Anuario climatológico de Venezuela. Tomo I. Radiación media mensual y anual (período 1970-2000).

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. (MINAMB). (2007b). Anuario climatológico de Venezuela. Tomo II. Temperaturas extremas: máximas y mínimas y media mensual (período 1970-2000).

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. (MINAMB). (2007c). Anuario climatológico de Venezuela. Tomo III. Humedad relativa mensual extremas: máximas y mínimas y media mensual (período 1970-2000).

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (PNUMA). (1999). ¿Qué es la desertificación?. Oficina Regional para América Latina y El Caribe, [en línea], de <http://www.rolac.unep.mx/deselac/esp>.

Thornthwaite, C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review 38: 55-94.