

Biollania

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES DE BIOLLANIA

La revista BIOLLANIA pertenece al BioCentro de la UNELLEZ del Vicerrectorado de Producción Agrícola, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora", Guanare, estado Portuguesa, Venezuela. La revista publica contribuciones originales en español e inglés sobre botánica, zoología y disciplinas afines. Cada manuscrito deberá incluir un título en español, inglés y resúmenes en ambos idiomas. La aceptación de los trabajos para su publicación respetará las evaluaciones del comité editorial y de dos o más especialistas en la materia.

PREPARACIÓN DE LOS MANUSCRITOS

Envíe una versión del manuscrito en Word para Windows en letra «Times New Roman» tamaño 12. El manuscrito debe estar a doble espacio (incluyendo las leyendas de las tablas, fotografías y figuras), alineado a la izquierda, incluyendo los títulos y subtítulos. Todas las páginas deben ir numeradas, utilice márgenes de 20 mm de ancho a todos los lados del texto y de las ilustraciones, obvие las notas de pie de página. Los manuscritos no deben exceder las 20 páginas, aparte de las tablas, fotografías y figuras. Trabajos de mayor extensión serán considerados por el comité editorial, lo cual no garantiza su publicación. Manuscritos de menos de 8 páginas (con tablas, fotografías y figuras) serán considerados como notas breves. La primera página de cada manuscrito deberá llevar el título en inglés y en español (no más de 100 caracteres), el nombre(s) y la dirección(es) de cada autor(es) indicando la dirección electrónica del autor de correspondencia. Incluir un resumen en español y un "Abstract" en inglés (no más de 250 caracteres), sin citas bibliográficas. Al pie de cada resumen deben ir de dos a cinco en la sección Palabras Clave o Keywords en el idioma respectivo, que expresen el contenido del manuscrito. En la siguiente página inicie el texto; el orden de las secciones de la siguiente manera: Introducción, Materiales y Métodos (incluye el área del estudio), Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura citada. Las secciones van seguidas, sin iniciar nuevas páginas para cada una, para manuscritos de nuevas especies la sección Materiales y Métodos puede ser excluida. Para modalidad de notas breves y descripción de nuevas especies no es necesario dividir el manuscrito en secciones, excepto para la introducción, agradecimientos y literatura citada.

Notas adicionales. El autor de cada taxón(es) solo aparecerá la primera vez que se menciona en el manuscrito. Los nombres científicos se escriben completos en letra itálica (cursiva), tenga en cuenta que abreviaturas como sp., nov.spp., etc., no van en letra itálica. Use el sistema métrico decimal para todas las medidas, excepto en citas textuales, sin puntos después de cada abreviatura (gr, mm, m, etc.). Utilice el sistema europeo para fechas (9 feb 1997).

Tablas y Figuras. Las tablas, fotografías y las figuras deben estar identificadas en el texto, las mismas deben ser enviadas en archivos separados; enumere las tablas y figuras en el orden en que están citadas por primera vez en el texto. Todas las ilustraciones incluyendo fotos, diagramas, mapas y gráficas, se clasifican como figuras. Cuando utilice figuras digitales envíelas en el formato original en que se elaboraron, no las agregue como imagen en Word o Excel.

Si las ilustraciones son escaneadas envíelas en formato .TIF .JPG o .PDF a una resolución mínima de 300 dpi y un tamaño de 5 x 5 pulgadas. Cada ilustración debe llevar una escala métrica, las letras o palabras dentro de la ilustración debe hacerse con letras de molde. Las dimensiones de las ilustraciones deben guardar proporción (para una o dos columnas de ancho) con las páginas de la revista, y no exceder una y media veces el tamaño de la página.

Citas de Literatura en el texto. Las citas en el texto estarán ordenadas cronológicamente manteniendo el siguiente formato: según González-B. (1986a,b,c), Méndez et al. (2009) y Aymard y Arellano-P. (2017), o climas tropicales (Martínez, 1985, 1990; Moreno & Pérez, 1989, 1993; Estrada et al. 2013). Note el uso de las comas; para tres o más autores, se usa *et al.* (en cursivas); se utilizará a, b, c, etc. para distinguir entre varios trabajos del mismo autor y el mismo año. Trabajos inéditos o no aceptados se citan como inéditos o datos no publicados: (Escalona, ined. o Pérez, datos no publ.), igual que las comunicaciones personales orales o escritas: (Medina, com. pers. 2017).

Literatura Citada. Las referencias en la literatura citada estarán ordenadas alfabéticamente según el nombre del primer autor, y cronológicamente (comenzando desde la más reciente) para cada autor o cada combinación de autores. Documente los nombres de todos los autores sin usar et al. En casos en que el autor lo representa una institución, cítelo con el nombre de la institución.

Dirección de envío: BoiCentro UNELLEZ-Guanare, Mesa de Cavacas, estado Portuguesa 3323. Venezuela. Correo electrónico: krispulom@gmail.com; cuyuni24@hotmail.com



Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora"
UNELLEZ

No. 15/ Diciembre 2017

Biollania

Edición Especial

BIOLLANIA EDICION ESPECIAL NO. 15

LA ORINOQUIA COLOMBO - VENEZOLANA





BioLlania

Revista del BioCentro de la UNELLEZ del Vicerrectorado de Producción
Agrícola
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel
Zamora”
UNELLEZ
Guanare, Estado Portuguesa, Venezuela
Edición Especial N° 15

La Orinoquia Colombo-Venezolana

Diciembre, 2017
ISBN 980-231-131-6

BIOLLANIA EDICIÓN ESPECIAL No. 15 (2017)

ISBN 980-231-131-6

PORTADA: La Orinoquia Colombo-Venezolana

Fondo de la portada: Río Arauca, frontera Colombo-Venezolana (Foto: F. J. Mijares)

De Izquierda a derecha:

(1): Alto Manacacías, Meta, Colombia (Foto: V. Minorta-Cely)

(2): Sabanas Alto Manacacías, Meta, Colombia (Foto: V. Minorta-Cely)

(3): Piedemonte Andino Portuguesa, Venezuela (Foto: G. Aymard)

CONTRAPORTADA:

Mesophaerum suaveolens (L.) Kuntze “Mastranto” (Foto: G. Aymard)

BioLlania

EDICION ESPECIAL No. 15

La Orinoquia Colombo - Venezolana

Editado por Gerardo A. Aymard C.

Autoridades Universitarias
“UNELLEZ”

Rector: Prof. Alberto Quintero

Secretaria general: Prof. Oscar Hurtado

Vicerrector de Servicios: Prof. Jesús Monsalve

Vicerrector de Planificación y Desarrollo Social: Prof. Arlene Vergara

Vicerrector de Planificación y Desarrollo Regional: Prof. Mary Orasma

Vicerrector de Producción Agrícola: Prof. Alberto Herrera

Vicerrector de Infraestructura y Procesos Industriales: Prof. Edwin Vivas

Secretaria Ejecutiva de Investigación: Prof. Raúl García Palma

Secretaría Ejecutiva de Postgrado: Prof. Francis Artahona

Coordinación de Creación Intelectual del Vicerrectorado de Producción

Agrícola: Prof. Claudia Velazco

BioLlania

Revista del BioCentro del Vicerrectorado de Producción Agrícola
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”

UNELLEZ

Fundada en 1984 por Francisco Ortega†, Gerardo A. Aymard C. y Basil Stergios

Edición Especial N° 15

Diciembre, 2017

ISBN 980-231-131-6

Editor de esta Edición Especial: Gerardo A. Aymard C.

Equipo de Producción Editorial

Francisco Ortega†	Editor Fundador
Basil Stergios	Editor Fundador
Gerardo A. Aymard C.	Editor Fundador
Donald C. Taphorn	Editor Adjunto
Crispulo Marrero	Editor Ejecutivo
Nidia Cuello	Editor Asociado
Miguel Niño	Editor Asociado

Apoyo Editorial de la Edición Especial N° 15

Nidia Cuello Diagramación y Arte final

Equipo Editorial

Alex S. Flecker	Cornell University (USA)	Enrique Lamarca	Universidad de Los Andes (Venezuela)
Kirk O. Winemiller	Texas A & M University (USA)	Bruce K. Holst	Marie Selby Botanical Gardens (USA)
Guido Pereira	Universidad Central de Venezuela (Venezuela)	Abraham M. Urrutia	Universidad Francisco Miranda (Venezuela)
Klauss Jaffe	Universidad Simón Bolívar (Venezuela)	Martín Correa Viana	UNELLEZ (Venezuela)
Juhuani Ojasti	Universidad Central de Venezuela (Venezuela)	Brian Boom	New York Botanical Garden (USA)
Roger Carrillo	Universidad Simón Bolívar (Venezuela)	Salvador Boher	MARNR-PROFAUNA (Venezuela)
Jaime E. Thomerson	University of Southern Illinois (USA)	Laurence J. Dorr	Smithsonian Institution, Washington, D.C. (USA)
Lawrence Page	Illinois Natural History Survey (USA)	Christopher Kossows	Universidad Lisandro Alvarado (Venezuela)
Leo Nico	USFWS (USA)	Gustavo Romero Go	Harvard University (USA)
Richard Schargel†	UNELLEZ (Venezuela)	Paul Berry	University of Michigan (USA)
Pedro Urriola	UNELLEZ (Venezuela)	Néstor Livio Muñoz †	UNELLEZ (Venezuela)

Esta publicación es analizada e indizada por:

Biosis Scientific – Thomson Reuter; REVENCYT; KEW INDEX BIBLIOGRAPHY; IPNI

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	I-II
Gerardo A. Aymard C.	
Adiciones a la flora vascular de los Llanos de Venezuela: nuevos registros y estados taxonómicos	1-296
Fernando Sánchez, Jerlin Fernández, Rafael Gassón, Maximiliano Bezada y Alejandra Leal	
Paleoecología y ocupación humana durante el Holoceno en los Llanos del Orinoco: una revisión y nuevos datos	297-333
Elizabeth Gordon-Colón, Lourdes Suárez-Villasmil y Ana María Quevedo	
Vegetación acuática en lagunas de rebalse del río Orinoco (sector Orinoquía, Venezuela)	334-356
J. Orlando Rangel-Ch., L. Fernando Gopar-Merino y Vladimir Minorta-Cely	
Caracterización climática de las sabanas inundables y los humedales de Arauca, Colombia	357-409
Diego Giraldo-Cañas	
Análisis florístico de las plantas vasculares de un área de arenas blancas, piedemonte orinocense (Meta, Colombia): ¿Eventos recientes de dispersión o disyunción?	410-425
Simón Astiz, Juan Papadakis y María Mercedes Castillo	
Diferencias en la comunidad de Cladóceros entre diversos ríos de la Orinoquía venezolana	426-439
Omar E. Carrero A. y José R. Guevara-González	
Trascendencia de los baquianos y su importancia en la construcción del conocimiento de la Orinoquía	440-447
Oleida Aponte, Nidia Cuello y Rosynés Falcón	
Comunidades vegetales de los bosques ribereños del campus de la Unellez, Guanare, estado Portuguesa, Venezuela	448-469
Cristian Pinzón C., J. Orlando Rangel-Ch., Vladimir Minorta-Cely y Gerardo A. Aymard C.	
Riqueza y diversidad de las plantas con flores del área de los humedales y las sabanas inundables del departamento de Arauca, Colombia	470-532

John F. Kvarnäck and Carlos Bosque

An inventory of the birds of white-sand vegetation of the Guainía / Río Negro basin, Southern Amazonas State, Venezuela 533-560

Valois González B. y Julio E. Delgado F.

La vegetación asociada al conjunto de islas recientes y subrecientes del estuario del Río Grande del Orinoco. Sector Merejina, estado Delta Amacuro, Venezuela 561-582

José R. Guevara-González, Manuel Costa T., Pilar Soriano G. y Omar Carrero-A.

Propuesta de clasificación biogeográfica para los llanos de Venezuela 583-615

Crispulo Marrero y Douglas Rodríguez-Olarte

Humedales asociados a sistemas palustres en ámbitos de planicie de los Llanos del Orinoco y peniplanicies del Ventuari-Casiquiare, estado Amazonas, Venezuela 616-624

Julio C. Romero-Briceño y Dailin Valero-Vallenilla

Primer registro de *Phytophthora* en *Melocactus neryi* (Equisetopsida: Cactaceae) en los llanos centrales, estado Guárico, Venezuela 625-633

Larry Niño

Zonificación minera basada en la integración de la evaluación ambiental estratégica y modelado con múltiples criterios en la región de La Macarena, departamento del Meta, Orinoquía Colombiana 634-666

Presentación

La presente contribución amplía la información actual de un extenso territorio sobre material sedimentario aluvial, originado a partir de los terrenos elevados circundantes bajo la influencia de los cambios climáticos del Cuaternario, conocido como los Llanos (de Venezuela o del Orinoco), la Orinoquia, o los Llanos Orientales colombianos. El área bajo estudio lo comparten Colombia y Venezuela, se encuentra situado en la margen izquierda del río Orinoco, y es una región que se caracteriza por poseer una variedad única de ecosistemas, en los que destacan diferentes tipos de sabanas o pastizales, los humedales (esteros, lagunas) y numerosas comunidades boscosas, diferenciadas por su estructura y composición florística.

Esta región fue estudiada formalmente desde principios del año 1800, cuando F. W. H. A. von Humboldt y A. J. A. Bonpland viajaron por un paisaje compuesto de grandes extensiones de tierras planas, a la cual llamaron Llanos, y que posteriormente se conocería como la Orinoquia en Colombia y Orinoquia en Venezuela, respectivamente. Estos ilustres viajeros realizaron numerosas colecciones botánicas y zoológicas, describieron los paisajes, las costumbres de sus habitantes y la geografía general. Sin embargo, mucho antes de la llegada de los españoles, existía un interesante pasado antropogénico en la región llanera, el cual se manifiesta a través del descubrimiento de estilos cerámicos de los años 1050 AC a 350 DC y 1150-1500 DC., respectivamente. Con estos hallazgos se observa cómo las civilizaciones precolombinas plasmaron sus actividades a través de piezas de alfarería que hoy día impresionan por su originalidad. Sin duda alguna, que fue la construcción de montículos por parte de sus pobladores lo que generó cambios notables del paisaje llanero; a través del uso y la transformación de la sabana periódicamente inundable aproximadamente en el año 1.000 de nuestra era. Esta práctica pone de manifiesto que la vegetación y los suelos fueron objeto de intervenciones basadas en modelos geomorfológicos conocidos como “campos elevados de irrigación”, frecuentes en los estados Barinas, Portuguesa y Apure en Venezuela, y el departamento de Arauca en Colombia. Estas actividades demuestran que los recursos naturales de la región eran conocidos y manejados en detalle por los pueblos originarios, mucho antes que este sector tuviese fronteras políticas, y fuese objeto de las etapas de conquista y colonización.

La Orinoquia Colombo-Venezolana, quizás poseen *ca.* 5.000 especies de plantas, sin embargo, el interés de mejorar el conocimiento de la diversidad vegetal y sus hábitats es cada vez mayor, en virtud de los niveles de degradación e eliminación de las ecosistemas llaneros, los cuales se encuentran sujetos a una enorme presión a través de la explotación y la deforestación, producto de la expansión de la frontera agro-industrial y la extracción de hidrocarburos en las últimas seis décadas. Como consecuencia, los niveles de preocupación son alarmantes, actualmente existe la necesidad cada vez mayor de entender la importancia y la dinámica ecosistémica de la región, para así mejorar los niveles del uso y el manejo de los recursos naturales, especialmente en la actual era de adaptabilidad al cambio climático.

En el marco de la búsqueda y la generación de nueva información, cabe señalar que personal académico de varias universidades de Colombia y Venezuela asumió la iniciativa de organizar y actualizar la mayor cantidad posible de información acerca de los recursos naturales en la Orinoquia. A pesar de que en estos últimos diez años se cuenta con más colecciones y un mayor número de investigadores se ha interesado en el estudio de la región, aún estamos lejos de

asegurar que la exploración de campo se haya terminado. Por el contrario, la revisión cuidadosa señala la carencia de información de amplias regiones en ambos países. Por lo expuesto, la experiencia que se presenta es una recopilación de quince trabajos, en los cuales el lector encontrará un libro que ofrece una nueva base de referencia para estudios en el área de la biodiversidad, de sus principales componentes y de sus posibles desarrollos y aplicaciones.

Es importante destacar, que esta contribución contiene el *addendum* al catálogo de las plantas vasculares de los llanos de Venezuela, el cual actualiza 2.181 registros, de los cuales 1.486 representan taxones en el presente se encuentran con un nombre diferente, en otro género o familia, fueron mal escritos, constituyen nombres ilegítimos (*nom. illeg.*), inválidos (*nom. inval.*), rechazados (*nom. rej.*) o para los cuales no se citaron los tipos nomenclaturales recolectados en los Llanos. El *addendum*, también agrega 697 registros a nivel de especie, igualmente 24 familias y 138 géneros. La información utilizada es derivada de las floras recientemente terminadas y en proceso, de la consulta de especialistas y de numerosas revisiones taxonómicas, así como la adición de nuevas colecciones incorporadas al acervo de los herbarios. Finalmente, la Orinoquia es una región cuyos ecosistemas han sido drásticamente modificados en las últimas seis décadas, no obstante, por la magnitud del área, los objetivos por mejorar cada día la información básica de la región, solo se lograrán si este sector se estudia por sus regiones naturales a través de grupos de trabajo que involucren a investigadores, la sociedad civil y los pueblos originarios que hacen vida en los fascinantes Llanos del Orinoco.

Gerardo A. Aymard C.

Guanare y Arauca, Diciembre, 2017

Caracterización climática de las sabanas inundables y los humedales de Arauca, Colombia

Climate characterization of the flooded savannas and wetlands of Arauca, Colombia

J. Orlando Rangel-Ch¹, L. Fernando Gopar-Merino¹ y Vladimir Minorta-Cely¹

Resumen

Mediante el análisis del régimen pluviométrico, de las variaciones en el tiempo (últimos 15-20 años) de sus montos anuales y de sus extremos (años secos y húmedos) y el cálculo del balance hídrico, se caracterizó el clima del área sabanas inundables y humedales del Arauca, Orinoquia colombiana. El análisis bioclimático se realizó en los tres niveles de organización: macrobioclimas, bioclimas y la mezcla de termotipos (gradientes de temperatura) y ombrotipos (gradientes de precipitación). La información básica de las 19 estaciones climatológicas fue suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), adicionalmente, se extrajo información de 13 estaciones virtuales de Worldclimate. En la región de estudio se identificaron cuatro unidades climáticas (C, D, E y F), la más representada con 14 estaciones fue la unidad E (>2.200 – 2.600 mm de precipitación anual); le sigue la unidad D (>1.800 – 2.200 mm de precipitación anual) con 13 estaciones, la C (>1.400 – 1.800 mm de precipitación anual) y F (>2.600 – 3.000 mm de precipitación anual) están representadas por dos estaciones, respectivamente. El monto anual de precipitación más bajo (1.425 mm) para toda la zona de estudio, se presentó en la estación San Salvador, Hato Corozal, Casanare, con un tipo de clima según Thornthwaite C1SA' semiseco con el valor más bajo en el índice de humedad. El valor más alto (2.971 mm de precipitación) está en la estación Saravena, municipio de Saravena, Arauca, con un tipo de clima según Thornthwaite ARA' superhúmedo que igualmente tiene el valor más alto en el índice de humedad. En todas las estaciones el régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional. Predomina el tipo de clima ligeramente húmedo B1SA' (14 estaciones), le sigue moderadamente húmedo B2SA' (diez estaciones). A nivel latitudinal, la franja más húmeda se ubica entre (04°25' N – 04°56' N); incluye los valores de siete estaciones reales con variación entre 1.966 mm (Orocué) y 2.623 mm (La Poyata) con una media de 2252. La franja moderadamente húmeda (07°02' N – 07°04' N) incluye dos estaciones de Arauca, con una media de 1928. En toda la zona de estudio, en los años 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 2001, 2002, 2004, 2009 predominaron condiciones secas con montos por debajo del promedio multianual; 1992 y 1997, fueron catalogados como años típicamente Niño a nivel mundial. Los años con valores más altos que el promedio multianual en la mayoría de las estaciones fueron 1998, 2000 y 2003. Para la Orinoquia, los años 1996, 1998 y 2010 fueron registrados como años húmedos, de los cuales 1996 y 2010 son años típicamente Niña a nivel mundial. La época con valores mayores de la temperatura media va desde Enero hasta Abril y coincide con los valores más altos en evapotranspiración potencial (ETP) y con los meses en los cuales se presenta deficiencia de agua. La época de concentración de las lluvias generalmente van desde Abril (Mayo) hasta Octubre y durante este periodo se presenta un exceso de agua en el

¹Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495. Bogotá, D.C., Colombia.
jorangelc@gmail.com

suelo. En la caracterización bioclimática se definió solamente el termotipo Infratropical superior y los ombrotipos Subhúmedo superior, Subhúmedo inferior y Húmedo inferior, que se manifiestan en tres isobioclimas a saber Tropical pluviestacional Infratropical superior Subhúmedo superior; Tropical pluviestacional Infratropical superior Subhúmedo inferior y Tropical pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior.

Palabras clave: Caracterización climática, Thortnthwaite, Rivas-Mártinez et al., Orinoquia, Arauca, Colombia

Abstract

The climate of the wetlands and grassland flooded area at Arauca department was characterized by analyzes of the rainfall regime, the variation of the annual rainfall amount in time (last 15-20 years), the variation of its rainfall extremes (wet and dry years) and the calculation of the hydric balance. The bioclimatic analysis was performed at three levels of organization: "macrobioclimas", "bioclimas" and the combination of thermotypes (temperature gradients) and ombrotypes (precipitation gradients). The basic information of the 19 climatological stations were supplied by the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM). Additional information was extracted on 13 virtual stations from Worldclimate. In the study region, four climatic units were identified (C, D, E and F); the unit most represented with 14 stations was E (> 2.200-2.600 mm of annual rainfall); followed by unit D (> 1.800 – 2.200 mm annual precipitation) with 13 stations. The units C (> 1.400 – 1.800 mm annual precipitation) and F (> 2.600 – 3.000 mm annual precipitation) are represented by two stations. The lowest annual precipitation (1.425 mm) for the area was reported at the San Salvador station, Hato Corozal, Casanare, with a type of climate according to Thortnthwaite C1SA 'semi-dry with the lowest value in the humidity index . The highest value (2971 mm of precipitation) is at the Saravena station, Saravena, Arauca, with a climate type according to Thortnthwaite ARA ' superhumid that also has the highest value in the moisture index. In all seasons the regime of precipitation distribution is unimodal/bi-seasonal. The climate type B1SA '(14 stations) slightly wet was dominant, followed by moderately humid B2SA' (ten stations). At latitudinal level, the wettest fringe is between (04°25 'N - 04°56' N); includes the values of seven real stations with a variation between 1.966 mm (Orocué) and 2623 mm (La Poyata) with an annual rainfall average of 2252 mm. The moderately wet strip (07°02 'N - 07°04' N) includes two stations at Arauca municipality, with a mean annual amount of 1928 mm. In all climatic stations of the study area in the years 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 2001, 2002, 2004, 2009, dry conditions with rainfall amounts below the multiyear average prevailed. 1992 and 1997, were categorized worldwide as typically years "Niño". The years with values higher than the multiyear average in most of the stations are 1998, 2000 and 2003. For the Colombian Orinoquian region , the years 1996, 1998 and 2010 were classified as wet years, of which 1996 and 2010 are typically years Niña worldwide. The period with higher values of the average temperature goes from January to April and coincides with the highest values in potential evapotranspiration (ETP) and with the months in which water deficiency occurs. The period of concentration of the rains usually goes from April (May) until October, during this period the excess of water in the soil was observed. In the bioclimatic characterization, the upper Infratropical thermotype and the upper subhumid, lower subhumid and lower humid ombrotypes were defined. Three isobioclimas namely Tropical Upper Tropical Subtropical Upper Tropical Subtropical; Tropical

pluviestacional Infratropical superior Subhumid inferior and Tropical pluviestacional Infratropical superior Humid inferior were defined.

Keywords: Climate characterization, Thornthwaite, Rivas-Martínez et al., Orinoquia, Arauca, Colombia

Introducción

Entre los trabajos que involucran el componente climático de la región Orinocense colombiana figuran los de Blydenstein (1967), Brunnschweiler (1972), Rangel et al. (1995), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (1998, 2005, 2010), Pacheco & León (2001), Rippstein et al. (2001) e IAvH (2004; 2010). Con base en estas contribuciones se han descrito para los cuatro grandes componentes fisiográficos generalidades de su clima. En cuanto a temperatura, el piedemonte (0-500 m) se caracteriza porque en los primeros y en los últimos meses del año se registran las temperaturas más elevadas, mientras que en mitad del año se registran las más bajas. En la llanura aluvial en los primeros meses del año se registran las temperaturas más altas, mientras que en los últimos las más bajas y en la altillanura los valores más bajos se registran entre Mayo y Septiembre y los más altos a principio y al final del año. En la llanura eólica, durante los primeros y últimos meses del año se registran las temperaturas más elevadas y a mediados de año se dan las más bajas (Pacheco & León, 2001; IDEAM, 2005). Los valores promedio de temperatura máxima y mínima son de 33.6°C y 19°C respectivamente. Existe una isoterminia anual con promedio de 25.9°C y la distribución de la temperatura tiende a ser homogénea, pues la diferencia entre los extremos no supera los 4-5°C (Rangel et al. 1995).

La influencia del trapecio Amazónico y la cercanía a la cordillera Oriental, generan un efecto latitudinal en la distribución de la precipitación (Rudas, 2010). Existe un

gradiente que en Colombia va desde el piedemonte con valores entre 2877-4000 mm, la altillanura con 2230-2982 mm, hasta las llanuras aluviales con valores entre 2400-2600 mm (Rangel et al. 1995). Se presentan dos temporadas contrastantes: una de sequía – Diciembre-Marzo— y una de lluvia durante el resto del año –Abril-Noviembre—. Prevalece un régimen de distribución de las lluvias unimodal-biestacional (Rangel et al. 1995; IDEAM, 2005). La época de transición es corta, puesto que en pocas semanas se pasa de un déficit a un exceso hídrico (Rangel et al. 1995). La distribución de las lluvias y la temperatura condicionan el balance hídrico y permite que en el extremo Norte, se presente un periodo de disponibilidad hídrica que se prolonga desde Marzo hasta Octubre. Por el contrario, entre Noviembre y Febrero, existe un déficit en las reservas capturadas durante el periodo de altas lluvias. En el piedemonte y en algunas zonas de la altillanura, se presentan excesos que permiten una menor prolongación de la época de escasez de agua (Blydenstein, 1967; IDEAM, 2005). Con base en las estimaciones de la evapotranspiración potencial y el balance hídrico según Thornthwaite, Rangel et al. (1995) y Rudas (2010), reconocen para la Orinoquia colombiana, cuatro clases de climas megatermales: a) clima superhúmedo sin deficiencia de agua; b) climas húmedos y muy húmedos, sin deficiencia de agua; c) climas húmedos y muy húmedos, con déficit moderado de agua; y d) clima moderadamente húmedo con déficit moderado de agua.

La clasificación bioclimatológica (Rivas-Martínez et al. 2011) pretende ser un modelo climático replicable para todo el mundo.

Dicha clasificación, pretende describir, diferenciar y representar la relación existente entre el clima y la vegetación (Gopar-Merino et al. 2015). Está basada principalmente en el análisis de valores climáticos de los meses en los cuales las plantas muestran estrés fisiológico debido por el exceso o falta de lluvia y por las altas o bajas temperaturas. Los datos de los dos anteriores parámetros climáticos son analizados mediante el uso de índices y posteriormente interpretados mediante claves de identificación para definir las diversas categorías climáticas de un sitio determinado. La bioclimatología está constituida por tres niveles de organización: macrobioclimas, bioclimas y una mezcla finita de combinaciones de termotipos (gradientes de temperatura) y ombrotipos (gradientes de precipitación). Finalmente, la máxima categoría bioclimática es la representada por el “isobioclima”, la cual es el resultado de la composición de un macrobioclima, un bioclima, un termotipo y un ombrotipo de un sitio específico (Rivas-Martínez et al. 2011).

En Colombia se ha aplicado la caracterización del clima con un enfoque ecológico (Van der Hammen, 1984; Rangel-Ch. y Carvajal, 2012). La clasificación según Thornthwaite (1948) ha sido la más utilizada en Colombia, y recientemente la propuesta por Rivas-Martínez et al. (2011), se ha utilizado para obtener una caracterización climática de distintas regiones del país. Así, en el presente escrito se tiene como objetivo el de caracterizar climáticamente la región de sabanas inundables y humedales de Arauca. Asimismo, el de reflejar una primera comparación y discusión entre los métodos de clasificación climática de Thornthwaite (1931) y Rivas-Martínez et al. (2001) para una región de Colombia.

Metodología

Obtención de la información

Los datos brutos (temperatura y precipitación) provienen de las estaciones pluviométricas y climatológicas representativas de localidades incluidas en la zona de estudio y zonas aledañas (especialmente del Casanare), información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Las “estaciones virtuales” se crearon al seleccionar puntos, de manera manual, dirigida y realizada dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS 10.3, que cubrieran de manera homogénea el polígono del área correspondiente a las Sabanas y Humedales de Arauca, la zona a considerar como área protegida por Parques Nacionales Naturales de Colombia. Los registros faltantes de las estaciones reales (principalmente los relacionados con datos de temperatura) y todos los correspondientes a las estaciones virtuales fueron extraídos, mediante el uso del SIG - ArcGIS 10.3, de capas formato raster de modelos de superficies climáticas obtenidas de la página WorldClim <http://www.worldclim.org> (Hijmans et al. 2005). Todas las estaciones (tanto reales como virtuales) fueron georreferenciadas y representadas gráficamente mediante el uso del SIG - ArcGIS 10.3; para información en detalle sobre las unidades ecogeográficas véase Jaramillo y Rangel (2014).

El cálculo de los índices bioclimáticos (Rivas-Martínez et al. 2011) se realizó conforme a lo siguiente:

I_o: Índice Ombrotérmico

$$I_o = (P_p / T_p)10. \text{ Donde:}$$

P_p: Precipitación positiva anual.

T_p: Temperatura media anual.

I_{od2}: Índice Ombrotérmico bimestral más seco del trimestre más seco del año

$$I_{od2} = (P_{ps2} / T_{ps2})10.$$

Donde: Pps_2 : Precipitación total de los dos meses consecutivos más secos del trimestre más seco del año (del Río, 2005).

Tps_2 : Es la suma de las temperaturas medias mensuales superiores a 0°C en décimas de grado de los dos meses consecutivos más secos del trimestre más seco del año (del Río, 2005).

It : Índice de termicidad.

$$It = (T + m + M) / 10.$$

Donde: T : Temperatura media anual.

m : Temperatura media de las mínimas del mes más frío.

M : Temperatura media de las máximas del mes más frío (del Río, 2005).

La identificación de bioclimas, termotipos y ombrotipos se realizó mediante la confrontación del índice calculado con las claves de identificación. El macrobioclima se definió por la ubicación latitudinal en la que se encuentra Colombia. A su vez, cada una de estas grandes formaciones presenta unidades subordinadas llamadas bioclimas (Peinado et al. 2010). Cada bioclima fue definido según el resultado de los índices de It (temperatura), Io e $Io d_2$ (precipitación) (http://www.globalbioclimatics.org/book/bioc/global_bioclimatics-2008_01.htm).

Los tipos climáticos (termotipos y ombrotipos) fueron determinados conforme a los índices correspondientes calculados y a su respectiva confrontación con las claves de identificación (Tabla 1).

Tabla 1. Clases de termotipos tropicales y ombrotipos (tomado de http://www.globalbioclimatics.org/book/bioc/global_bioclimatics-2008_01.htm).

Termotipos	It	Ombrotipos	Io
Infratropical inferior	> 800	1a. Ultrahiperárido inferior	0.0-0.1
Infratropical superior	710-800	1a. Ultrahiperárido superior	0.1-0.2
Termotropical inferior	600-710	2a. Hiperárido inferior	0.2-0.3
Termotropical superior	490-600	2b. Hiperárido superior	0.3-0.4
Mesotropical inferior	405-490	3a. Árido inferior	0.4-0.7
Mesotropical superior	320-405	3b. Árido superior	0.7-1.0
Supratropical inferior	240-320	4a. Semiárido inferior	1.0-1.5
Supratropical superior	160-240	4b. Semiárido superior	1.5-2.0
Orotropical inferior	(120)-160	5a. Seco inferior	2.0-2.8
Orotropical superior	-	5b. Seco superior	2.8-3.6
Criorotropical inferior	-	6a. Subhúmedo inferior	3.6-4.8
Criorotropical superior	-	6b. Subhúmedo superior	4.8-6.0
Gélido	-	7a. Húmedo inferior	6.0-9.0
		7b. Húmedo superior	9.0-12.0
		8a. Hiperhúmedo inferior	12.0-18.0
		8b. Hiperhúmedo superior	18.0-24.0
		9. Ultrahiperhúmedo	> 24.0

Procesamiento de la información

Para cada estación, se analizaron los valores promedio de la precipitación media mensual de los últimos años (15-20). En ausencia de datos, de uno a tres meses, se realizaron cálculos promedio a partir de las estaciones

más cercanas o de los valores promedio del mes en los demás años. A partir de la plantilla elaborada por Rudas en 1992, se realizó el cálculo del tipo de clima según Thornthwaite, calculando el balance hídrico mediante la propuesta de Arellano-P. et al. (2007) y

Rangel y Arellano (2010), respectivamente. La presentación de la información, así como su análisis sigue lo expuesto por Rangel y Arellano (2010), Rangel-Ch. y Carvajal-C. (2012) y Beltrán (2012), quienes adoptaron el uso del sistema Thornthwaite para la clasificación climática.

Los índices calculados para cada estación cuentan con el dato de precipitación media anual (P), de temperatura y su ubicación geográfica. Se estiman la evapotranspiración potencial (ETP), el déficit hídrico (D), el exceso hídrico (E), la evapotranspiración real (ER), y el factor de humedad (Fh). Las letras o símbolos que se utilizan en la clasificación climática, se relacionan con el factor de humedad (Fh) correspondiente primera letra del sistema; la variación estacional de la humedad efectiva representa a la segunda. A partir de los índices de humedad o aridez, simbolizado por la tercera letra, corresponde al carácter térmico expresado en la evapotranspiración potencial (ETP).

Resultados

Para cada unidad fisiográfica, se presentan las caracterizaciones de las unidades climáticas y las estaciones correspondientes.

Piedemonte

Unidad climática D (>1.800 – 2.200 mm de precipitación anual). Clima húmedo con régimen de distribución de las lluvias unimodal-biestacional.

Estación Banadia (6° 48' N / 71°50' W) alt. 300 m snm. Saravena, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.021 mm, con una media mensual de 168 mm. El régimen de precipitación prácticamente podría considerarse como unimodal-biestacional con Junio que presenta una media de precipitación casi igual al promedio mensual multianual.

La concentración de las lluvias se presenta entre y Octubre y constituye el 76% del total

anual. El mes más lluvioso es Septiembre con 310 mm. La época menos lluviosa va de Noviembre a Abril cuando se reciben 486 mm (24%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 39 mm (Figura 1a).

Variación interanual: En un periodo de tres años, un año (1990) presenta monto anual por debajo del promedio multianual. Los otros dos años presentan montos por encima del promedio (Figura 2a).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (1990) se reciben 1.642 mm, es decir 379 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 19% menos del promedio multianual. En un año húmedo (1992) se reciben 2.364 mm, es decir 343 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 17% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica durante el primer trimestre del año (Figura 3a).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia moderada de agua en la época seca, megatermal. Entre Enero y Mayo se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Junio, tendencia que se prolonga hasta Diciembre (Figura 4a).

Estación Tame (6° 27' N / 71° 44' W) alt. 350 m snm. Tame, Arauca

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2039 mm, con una media mensual de 170 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se recibe el 86% del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (316 mm). La época seca va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 285 mm (14%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 30 mm (Figura 1b). En el promedio multianual (1.990-2.010) de los meses secos, Noviembre a Marzo, predomina

el valor de cero; igualmente en algunos años, meses normalmente húmedos aparecen con

registro de cero como en el año 2003.

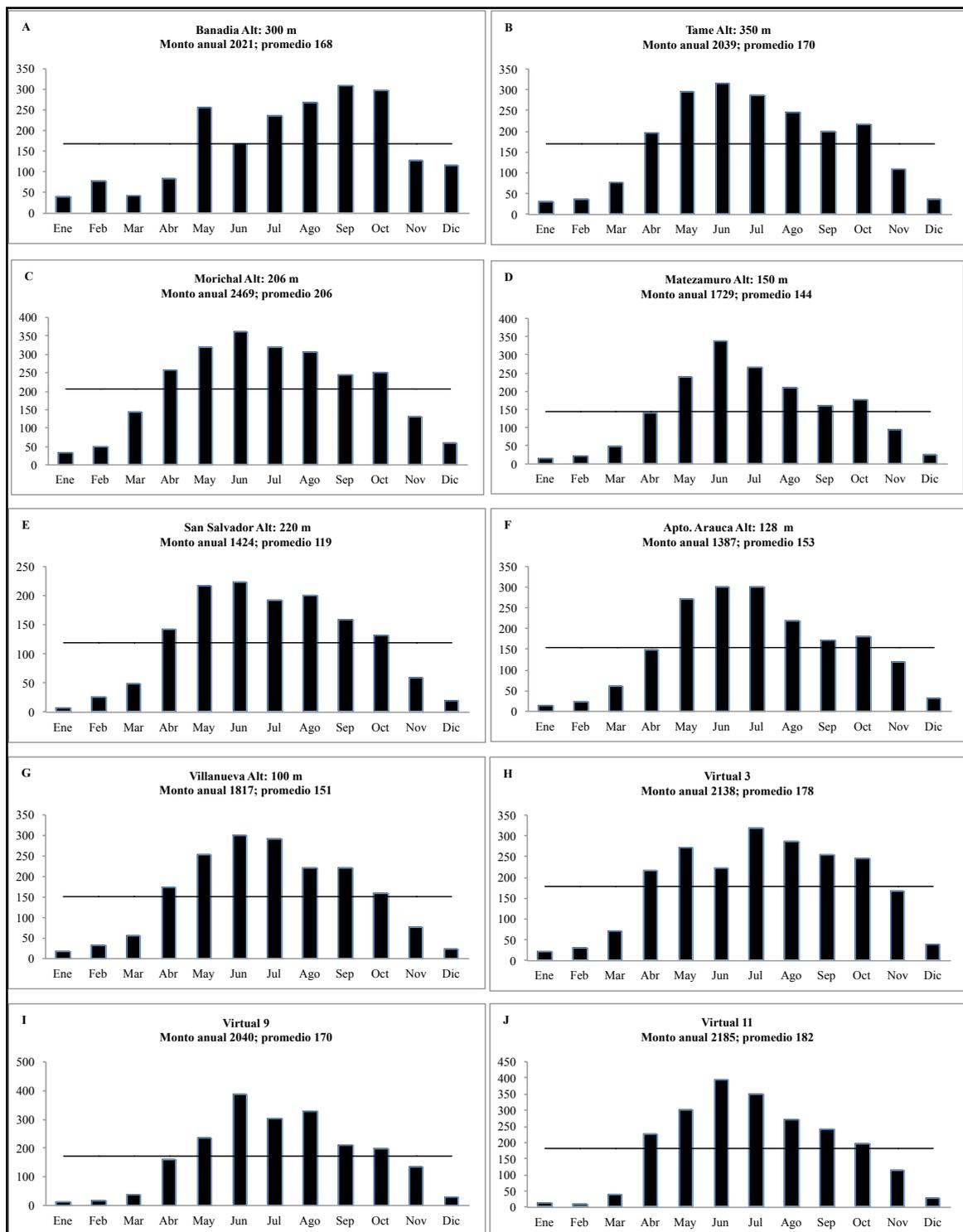


Figura 1. Marcha anual de la precipitación en estaciones de las unidades climáticas C, D y E en la zona de estudio.

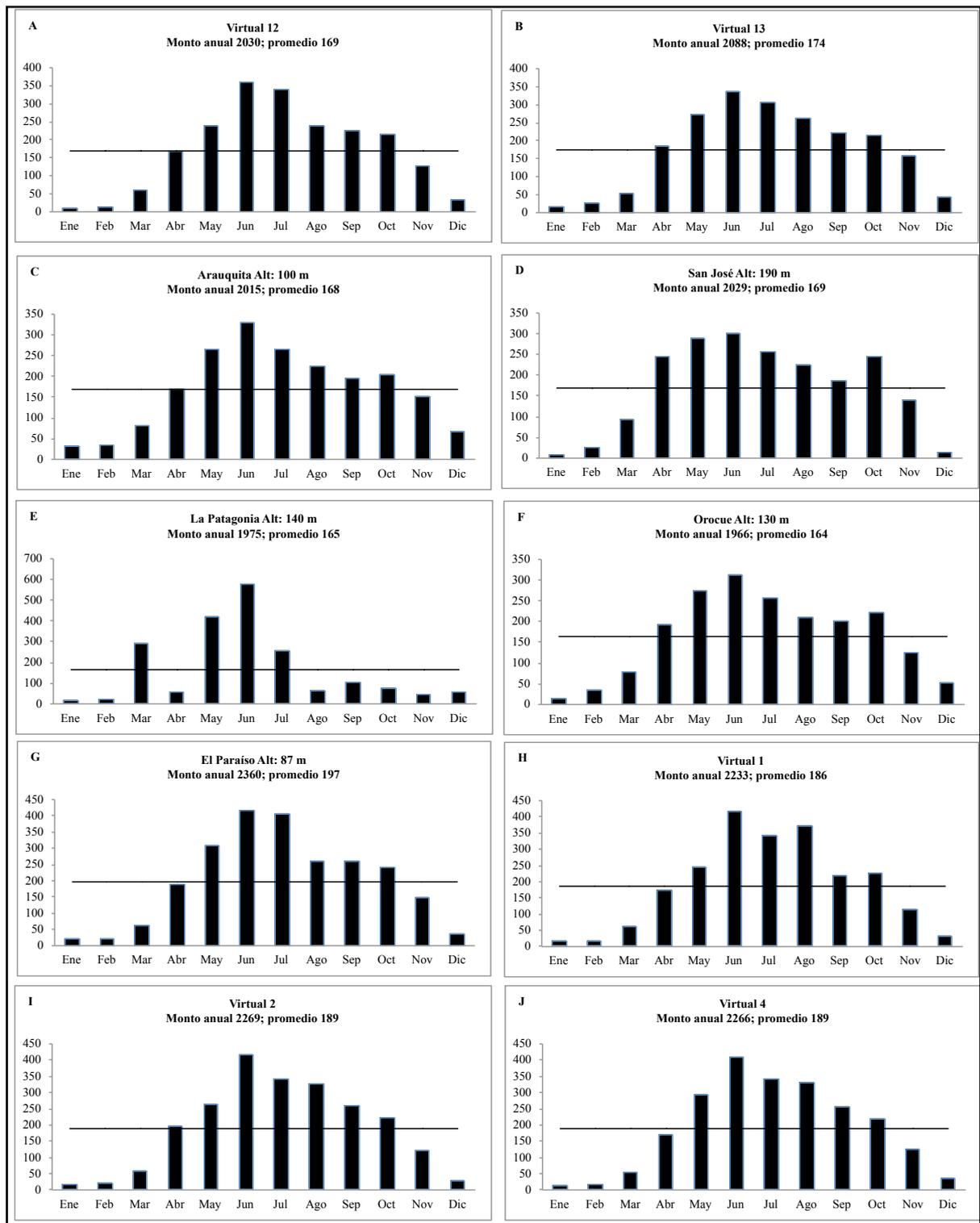


Figura 2. Variación interanual de la precipitación en la zona de estudio.

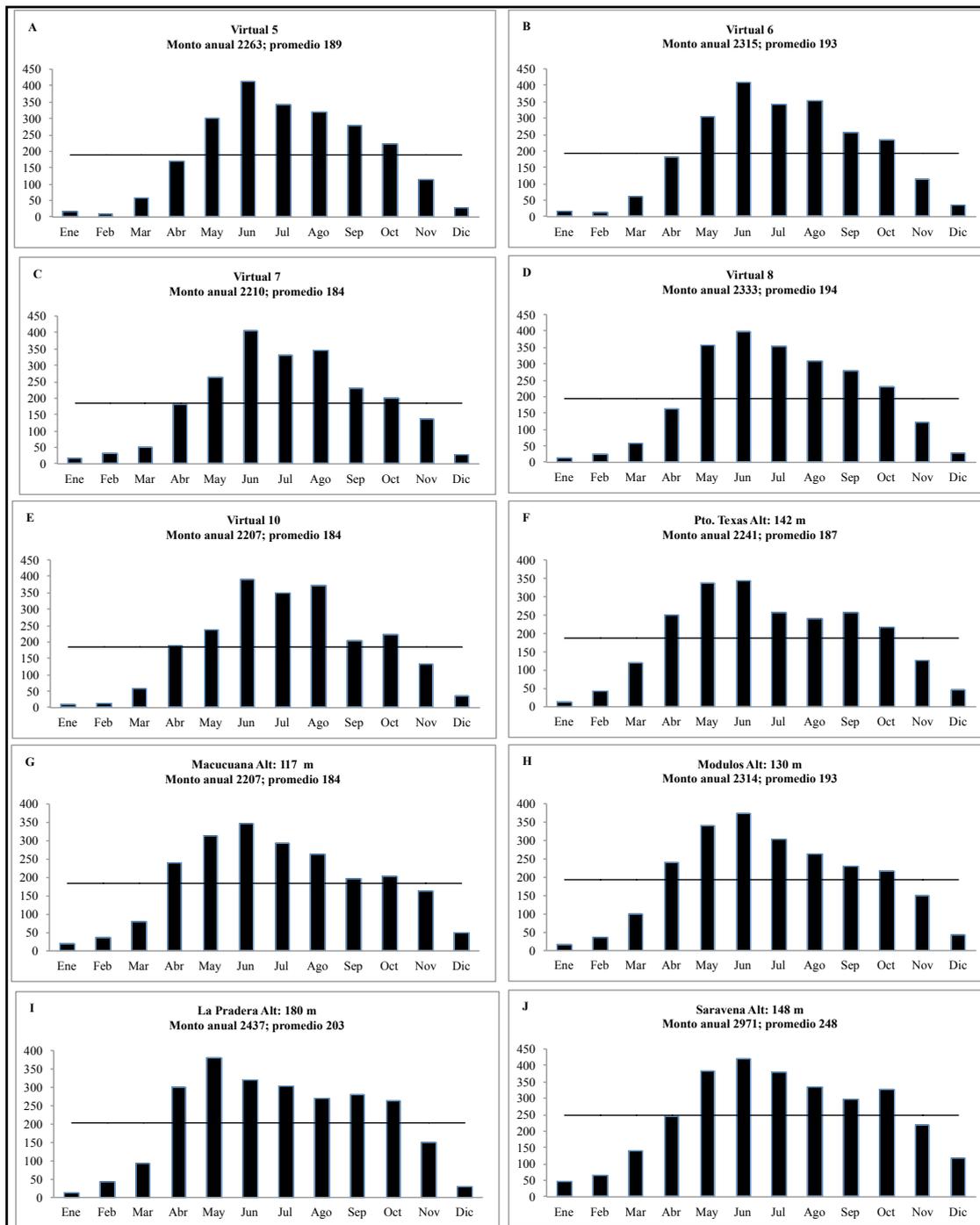


Figura 3. Marcha anual de la precipitación en un año seco vs. un año húmedo en estaciones de la zona de estudio.

Variación interanual: En un periodo de 17 años, predominan los años húmedos (11), mientras que hay seis años con valores inferiores al promedio de precipitación; 2003 es el año con menor valor de lluvia con 915 mm (Figura 2b).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (2003) se reciben 915 mm, es decir 1.124 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 55% menos del promedio multianual. En un año húmedo (1999) se reciben 2.879 mm,

es decir 840 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 41% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica durante el primer trimestre del año (Figura 3b).

Balace hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia

moderada de agua en la época seca, megatermal. Entre Diciembre y Mayo se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Junio, tendencia que se prolonga hasta Noviembre (Figura 4b).

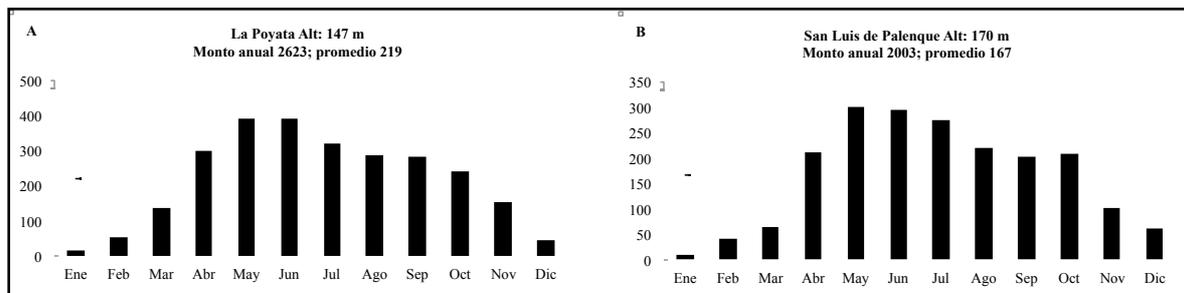


Figura 4. Balance hídrico en las estaciones de la zona de estudio.

Temperatura (Figura 5a):

Máxima: El promedio mensual es 27.29°C; desde Enero hasta Abril y en Agosto se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (28.4°C); desde Mayo hasta Julio y desde Septiembre hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Mayo y Junio (26.9°C).

Media: El promedio mensual es 26.05°C; desde Octubre hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (26.7°C); desde Junio hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.4°C).

Mínima: El promedio mensual es 24.98°C; desde Octubre hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (25.7°C); desde Junio hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (24°C).

Unidad climática E (>2.200 – 2.600 mm de precipitación anual). Clima muy húmedo con régimen de distribución de las lluvias unimodal-biestival.

Estación Morichal (6° 34' N / 71° 42' W) alt. 300 m snm. Tame, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.467 mm, con una media mensual de 206 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestival.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre, se recibe el 83% del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (361 mm). La época menos lluviosa va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 412 mm (17%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 32 mm (Figura 1c). En el promedio multianual (1990-2010) en varios años los valores en los meses secos son de cero.

Variación interanual: En un periodo de 18 años, predominan los años secos con valores inferiores al promedio (14), mientras que hay cuatro años con valores superiores al promedio; 1997 es el año con menor valor con 1.592 mm; 1992 es el año con Mayor valor con 5.100 mm (Figura 2c).

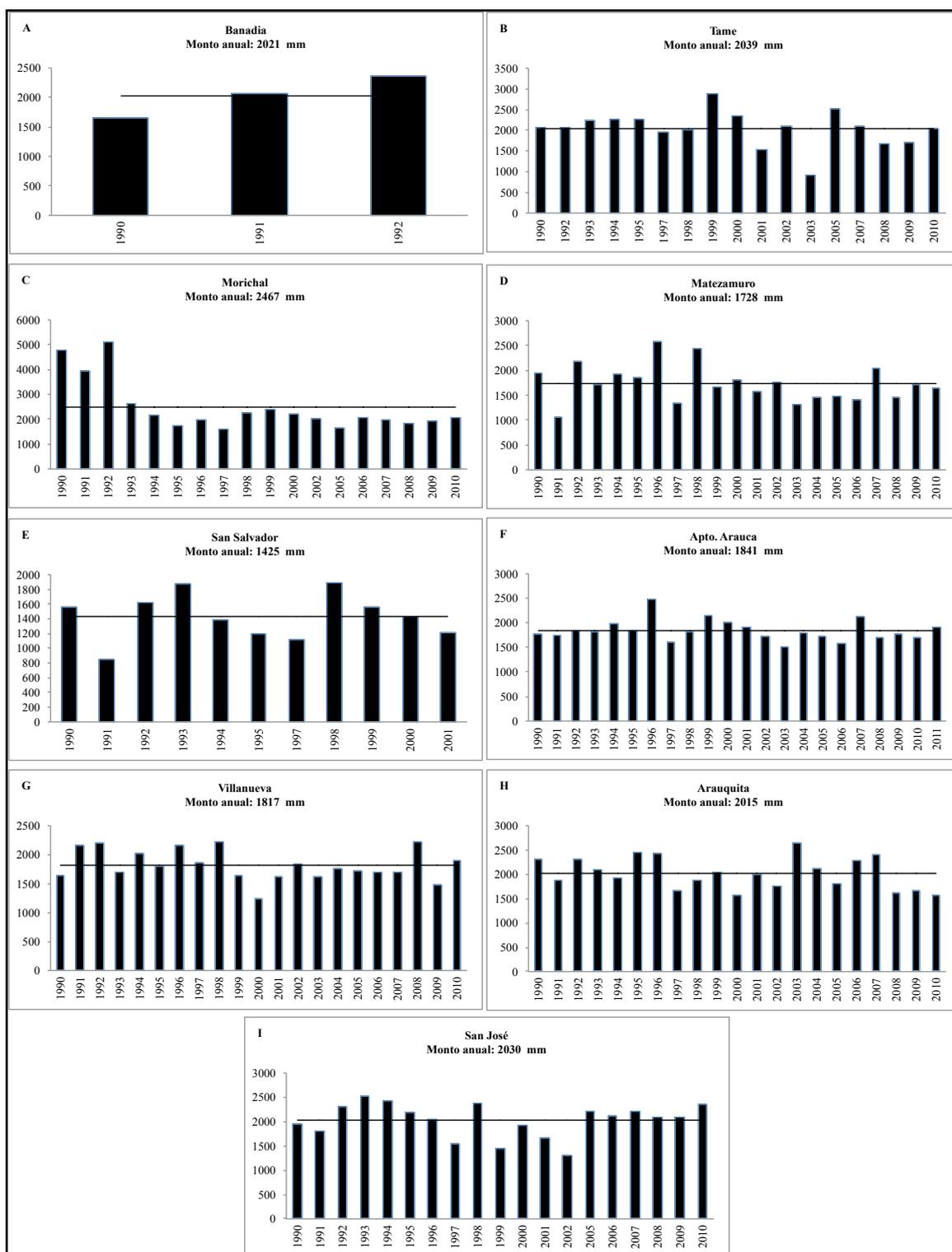


Figura 5. Variación de la temperatura máxima, media y mínima en las estaciones de la zona de estudio.

Contrastes en los montos extremos de precipitación
Año seco vs año húmedo: En un año seco (1997) se reciben 1.592 mm, es decir 875 mm por

debajo del promedio, lo cual corresponde a un 35% menos del promedio multianual. En un año húmedo (1992) se reciben 5.100 mm,

es decir 2.633 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 107% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica durante el primer trimestre del año (Figura 3c).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B2RA' moderadamente húmedo con deficiencia de agua en los tres primeros meses del año (megatermal). Entre Diciembre y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo, tendencia que se prolonga hasta Noviembre (Figura 4c).

Llanura aluvial

Unidad climática C (>1.400 – 1.800 mm de precipitación anual). Clima húmedo con régimen de distribución de las lluvias bimodal-tetraestacional.

Estación Matezámuro (6° 58' N / 70° 51' W) alt. 150 m snm. Arauca, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 1728 mm, con una media mensual de 144 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional. El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre, ciclo el cual se reciben 1.386 mm (80%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (337 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Abril cuando se reciben 343 mm (20%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 16 mm. En el promedio multianual (1.990-2.010) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 1d).

Variación interanual: En un periodo de 21 años, predominan los años secos con valores inferiores al promedio (12), mientras que hay nueve años con valores superiores al promedio; 1991 es el año con menor valor con 1.046 mm, mientras que 1996 es el año con Mayor valor con 2.575 mm (Figura 2d).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (1991) se reciben 1.046 mm, es decir 682 mm por

debajo del promedio, lo cual corresponde a un 39% menos del promedio multianual. En un año húmedo (1996) se reciben 2.575 mm, es decir 847 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 49% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica durante el primer trimestre del año (Figura 3d).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua entre Diciembre y Marzo (megatermal). Entre Marzo y Mayo se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen entre Junio y Septiembre; aumenta nuevamente en Octubre y en Febrero disminuye (Figura 4d).

Estación San Salvador (6° 14' N / 71° 37' W) alt. 220 m snm. Hato Corozal, Casanare.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 1.425 mm, con una media mensual de 119 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1.264 mm (89%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (223 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 160 mm (11%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 8 mm. En el promedio multianual (1990-2001) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 1e).

Variación interanual: En un periodo de once años, predominan los años con valores superiores al promedio (seis), mientras que hay cinco años secos con valores inferiores al promedio; 1991 es el año con menor valor con 851 mm. El año con Mayor valor es 1998 con 1890 mm (Figura 2e).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (1991) se reciben 851 mm, es decir 575 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a

un 40% menos del promedio multianual. En un año húmedo (1998) se reciben 1.890 mm, es decir 465 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 33% más. En el año seco hay ausencia de lluvias desde Diciembre hasta Abril e igualmente en Agosto. En el año húmedo se presenta deficiencia de agua durante los primeros tres meses (Figura 3e).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es C1SA' semi seco con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Abril (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen entre Mayo y Septiembre; aumenta nuevamente en Octubre y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 4e).

Unidad climática D (> 1800 — 2200 mm de precipitación anual). *Clima húmedo con régimen de distribución de las lluvias unimodal-biestacional.*

Estación Apto Arauca (7° 04' N / 70° 44' W) alt. 128 m snm. Arauca, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 1841 mm, con una media mensual de 153 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre cuando se reciben 1.441 mm (78%) del total de precipitación anual, con Julio como el mes más húmedo (301 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre hasta Abril cuando se reciben 395 mm (22%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 15 mm. En el promedio multianual (1990-2010) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 1f).

Variación interanual: En un periodo de 22 años, predominan los años secos con valores inferiores al promedio (14), mientras que hay ocho años con valores superiores al promedio; 2003 es el año con menor valor con 1.514 mm. El año con Mayor valor es 1996 con 2.470 mm (Figura 2f).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (2003) se reciben 1.514 mm, es decir 327 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 18% menos del promedio multianual. En un año húmedo (1996) se reciben 2.470 mm, es decir 629 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 34% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica durante el primer trimestre del año (Figura 3f).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es C2SA' semi húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Abril (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen desde Mayo hasta Septiembre, en Octubre hay un monto igual al promedio anual y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 4f).

Temperatura (Figura 5b):

Máxima: El promedio mensual es 28.13°C; desde Diciembre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (30.5°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos, en Octubre aumenta ligeramente y en Noviembre vuelve a descender, con expresión mínima en Junio (26.8°C).

Media: El promedio mensual es 26.96°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (28.6°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.8°C).

Mínima: El promedio mensual es 26.06°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (27.1°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.4°C).

Estación Villanueva (6° 56' N / 70° 15' W) alt. 100 m snm. Arauca, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 1.817 mm, con una media mensual de 151 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional. El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1.617 mm (89%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (299 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 200 mm (11%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 16 mm. En el promedio multianual (1990-2010) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 1g).

Variación interanual: En un periodo de 21 años, predominan los años secos con valores inferiores al promedio (12), mientras que hay nueve años con valores superiores al promedio; 2000 es el año con menor valor con 1231 mm. 2008 es el año con Mayor valor con 2223 mm (Figura 2g).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (2000) se reciben 1.231 mm, es decir 586 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 32% menos del promedio multianual. En un año húmedo (2008) se reciben 2.223 mm, es decir 406 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 22% más. En el año seco hay deficiencia hídrica desde Noviembre hasta Abril, en el año húmedo entre Enero y Abril (Figura 3g).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es C2SA' semi húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Abril (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo, tendencia que se prolonga hasta Septiembre; aumenta en Octubre y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 4g).

Estación Virtual 3 (6° 20' N / 71° 16' W) alt. 148 m snm. Tame, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.138 mm, con una media mensual de 178 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1.812 mm (85%) del total de precipitación anual, con Julio como el mes más húmedo (317 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 326 mm (15%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 22 mm (Figura 1h).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B2SA' moderadamente húmedo con deficiencia de agua desde Enero hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Mayo se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Junio hasta Septiembre; aumenta nuevamente en Octubre y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 4h).

Temperatura (Figura 5c):

Máxima: El promedio mensual es 30.78°C; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (31.7°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.3°C).

Media: El promedio mensual es 26.42°C; desde Octubre hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (27.8°C); desde Junio hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.2°C).

Mínima: El promedio mensual es 22.09°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (24°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (20.4°C).

Estación Virtual 9 (6° 32' 13.39"/-70° 32' 29.33") alt. 117 m snm. Cravo Norte, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.040 mm, con una media mensual de 170 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional. El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre cuando se reciben 1.654 mm (81%) del total de precipitación anual, Junio es mes más húmedo (388 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Abril cuando se reciben 386 mm (19%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 11 mm (Figura 1i).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Diciembre (Figura 6a).

Temperatura (Figura 5d):

Máxima: El promedio mensual es 30.98°C; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (32.3°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.5°C).

Media: El promedio mensual es 27.07°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (28.7°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.7°C).

Mínima: El promedio mensual es 23.19°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (25.2°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.5°C).

Estación Virtual 11 (6° 36' N / 70° 49' W) alt. 110 m snm. Puerto Rondón, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.185 mm, con una media mensual de

182 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1979 mm (91%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (395 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 206 mm (9%) de la lluvia total. Febrero es el mes más seco con 11 mm (Figura 1j).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Mayo se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Junio hasta Septiembre; aumenta nuevamente en Octubre y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 6b).

Temperatura (Figura 5e):

Máxima: El promedio mensual es 30.86°C; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (32°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.4°C).

Media: El promedio mensual es 26.9°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (28.4°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.6°C).

Mínima: El promedio mensual es 22.96°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (24.9°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.3°C).

Estación Virtual 12 (6° 41' N / 71° 0' W) alt. 132 m snm. Arauquita, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2030 mm, con una media mensual de

169 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

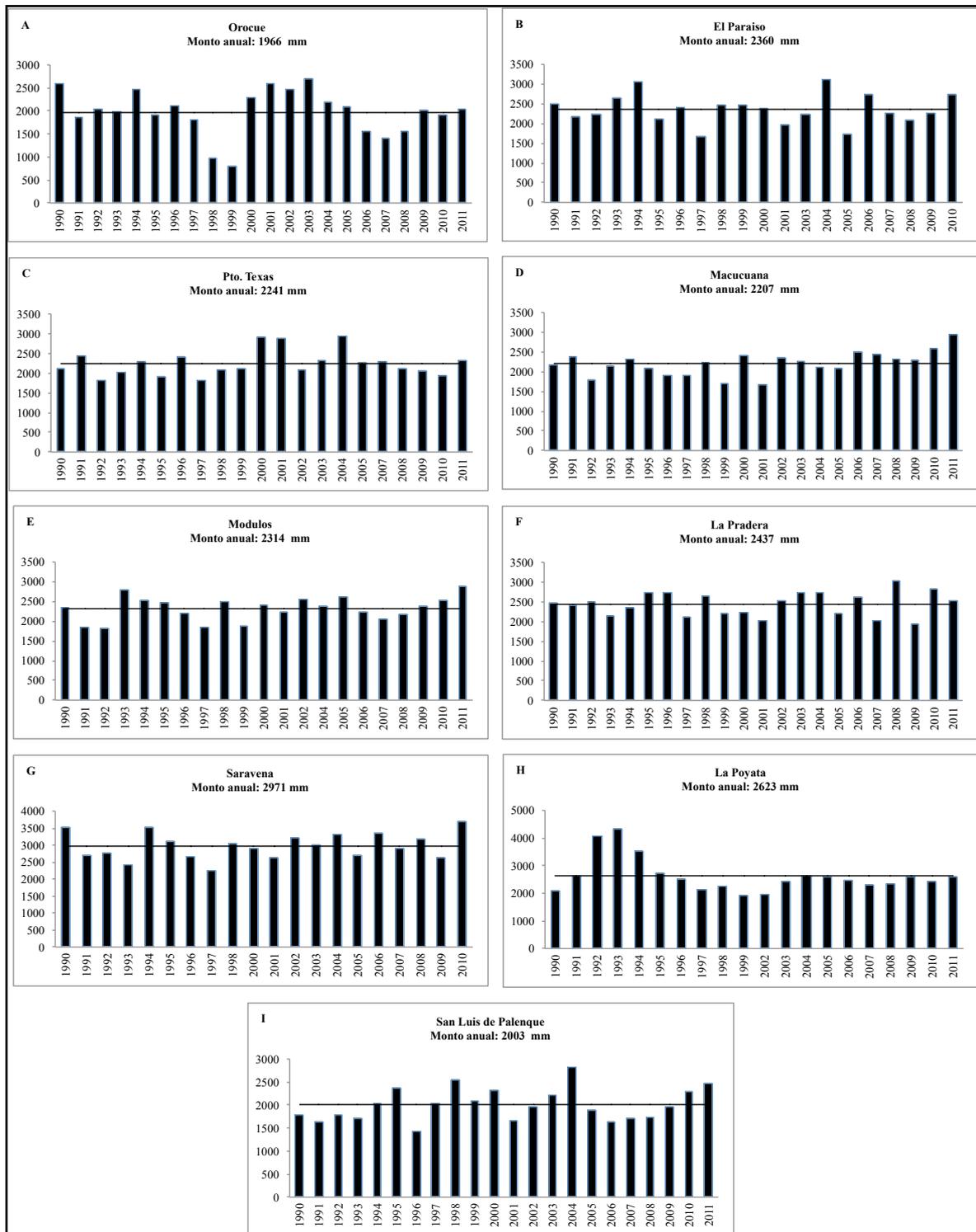


Figura 6. Balance hídrico en las estaciones de la zona de estudio.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1785 mm (88%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (358 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre

a Marzo cuando se reciben 245 mm (12%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 11 mm (Figura 7a).

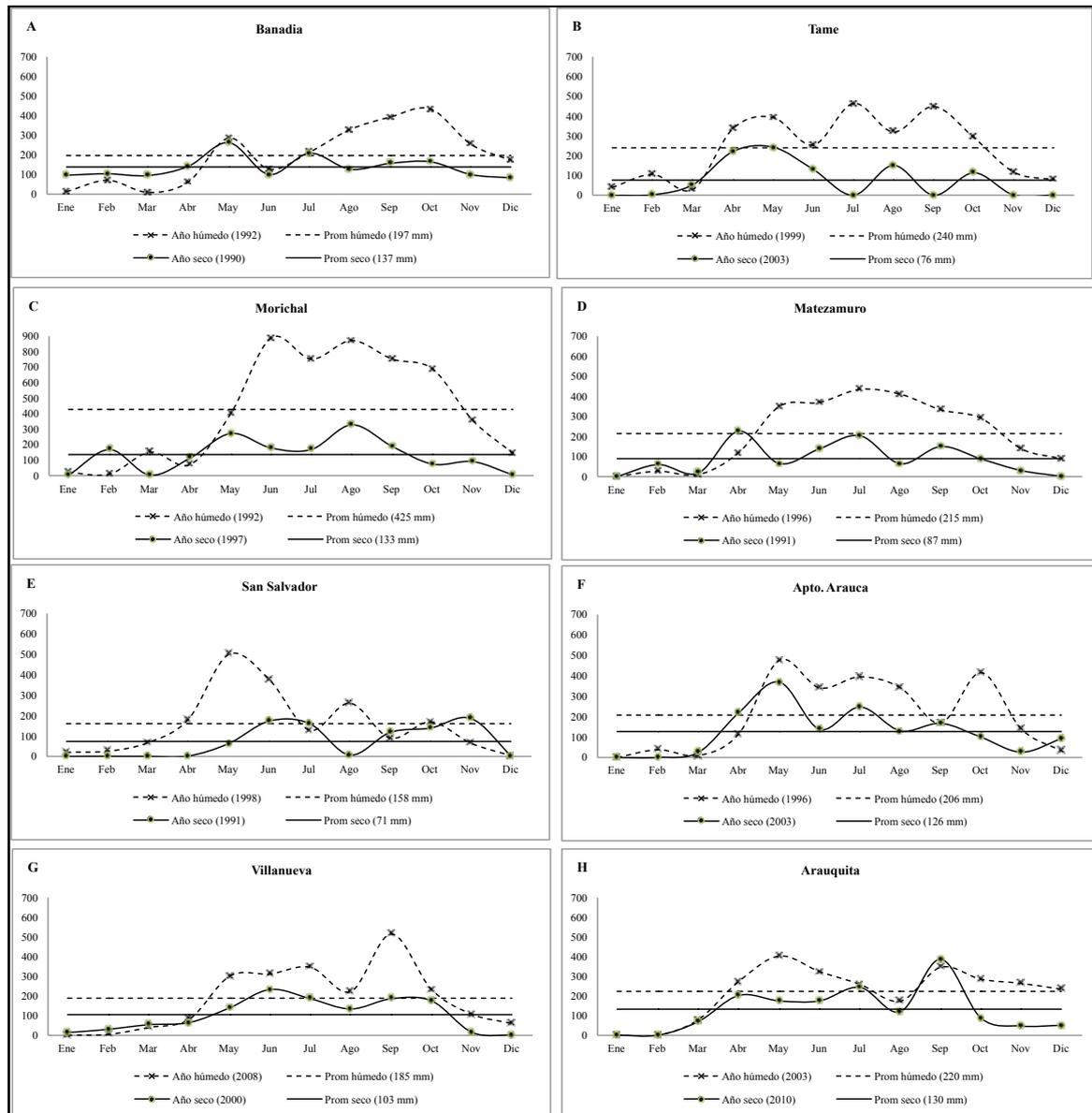


Figura 7. Marcha anual de la precipitación en estaciones de las unidades climáticas D y E en la zona de estudio.

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Mayo se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Junio hasta Septiembre; aumenta nuevamente en Octubre y disminuye

ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 6c).

Temperatura (Figura 5f):

Máxima. El promedio mensual es 30.79°C; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los

valores Mayores con expresión alta en Marzo (31.8°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.4°C).

Media: El promedio mensual es 26.72°C; desde Enero hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (28.1°C); desde Mayo hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.5°C).

Mínima: El promedio mensual es 22.71°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (24.5°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.1°C).

Estación Virtual 13 (6° 45' N / 71° 1' W) alt. 144 m. Arauquita, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2088 mm, con una media mensual de 174 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1796 mm (86%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (335 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 292 mm (14%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 15 mm (Figura 7b).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Enero hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Mayo se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Junio hasta Septiembre; aumenta nuevamente en Octubre y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 6d).

Temperatura (Figura 8a):

Máxima: El promedio mensual es 30.86; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (31.9°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.5°C).

Media: El promedio mensual es 26.72°C; desde Enero hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (28.1°C); desde Mayo hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.5°C).

Mínima: El promedio mensual es 22.62°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (24.4°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21°C).

Estación Arauquita (7° 02' N / 71 25' W) alt. 100 m snm. Arauquita, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es 2.015 mm, con una media mensual de 168 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1.653 mm (82%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (330 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 362 mm (18%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 30 mm. En el promedio multianual (1990-2010) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 7c).

Variación interanual: En un periodo de 21 años, predominan los años secos con valores inferiores al promedio (11), mientras que hay diez años con valores superiores al promedio, 2010 fue el año con menor valor con 1.560 mm y el 2003 con 2.643 mm fue el año con Mayor valor (Figura 2h).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (2010) se reciben 1.560 mm, es decir 455 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 22% menos del promedio multianual. En un año húmedo (2003) se reciben 2.643 mm, es decir 628 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 31% más. En ambos

casos, se presenta deficiencia hídrica durante el primer trimestre del año; en el año seco Noviembre y Diciembre son meses con disminución marcada de la precipitación (Figura 3h).

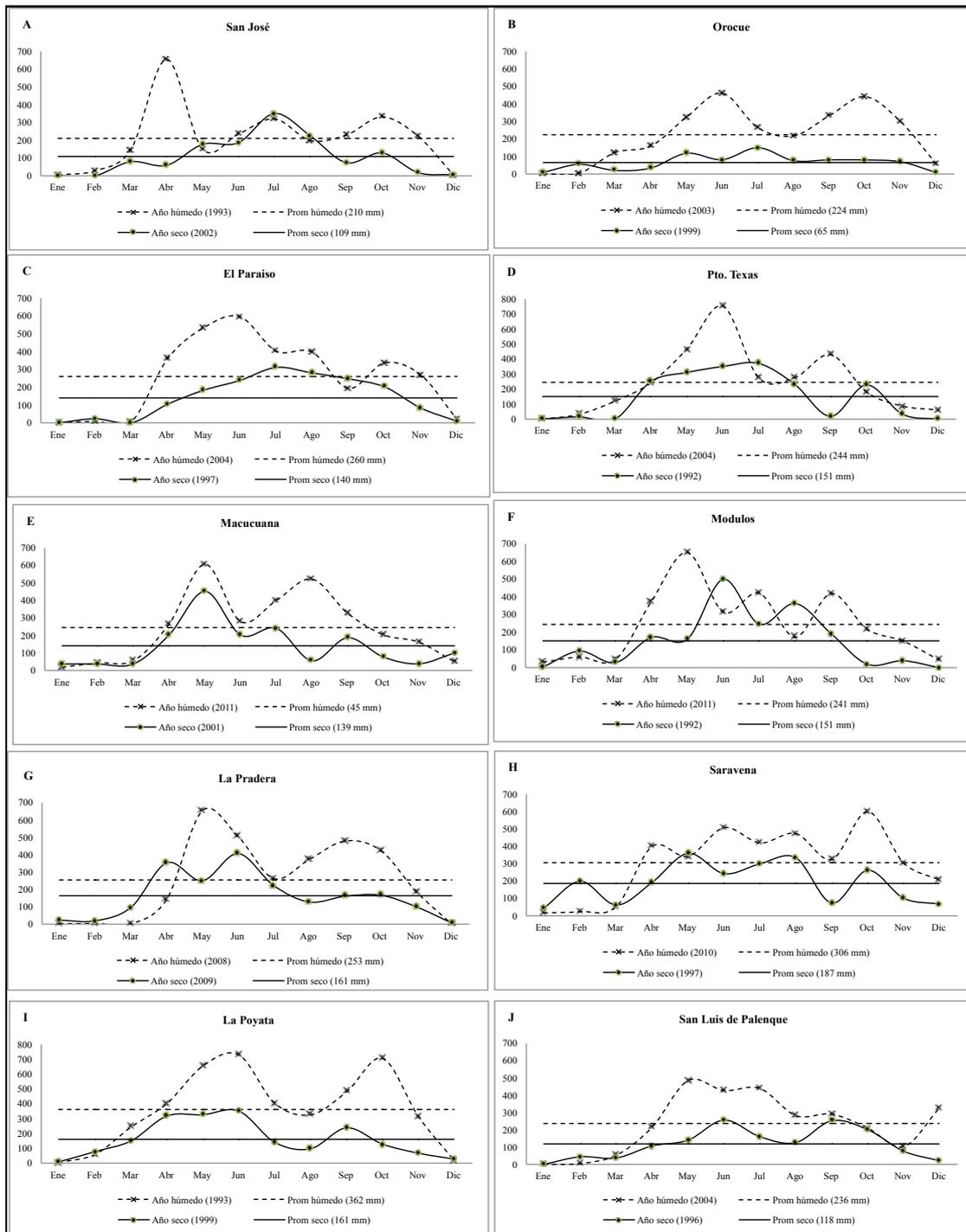


Figura 8. Variación de la temperatura máxima, media y mínima en las estaciones de la zona de estudio.

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es C2SA' semi húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Abril (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen entre Mayo y Septiembre; Octubre es ligeramente superior al monto anual y Noviembre y Diciembre son ligeramente inferiores (Figura 6e).

Estación San José (5° 05' N / 72° 27' W) alt. 190 m snm. Aguazul, Casanare.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2030 mm, con una media mensual de 169 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1748 mm (86%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (301 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 282 mm (14%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 9 mm. En el promedio multianual (1990-2010) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 7d).

Variación interanual: En un periodo de 19 años, predominan los años con valores superiores al promedio (12), mientras que hay siete años secos con valores inferiores al promedio; 2002 es el año con menor valor con 1.307 mm. 1993 es el año con Mayor valor con 2.524 mm (Figura 2i).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (2002) se reciben 1.307 mm, es decir 723 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 36% menos del promedio multianual. En un año húmedo (1993) se reciben 2.524 mm, es decir 494 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 24% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica durante el primer trimestre del año, en el año seco

Noviembre y Diciembre son meses con valores extremadamente bajos de precipitación (Figura 9a).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Diciembre y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen desde Mayo hasta Septiembre; aumentan en Octubre y disminuyen ligeramente en Noviembre (Figura 6f).

Estación Patagonia La (4° 34' N / 71° 50' W) alt. 140 m snm. Mani, Casanare.

Precipitación: El monto anual del único año con registro (1990) es 1.975 mm, con una media mensual de 165 mm. El régimen de distribución de la precipitación es bimodal-tetraestacional.

El periodo lluvioso de Mayor intensidad va desde Mayo a Julio cuando se reciben 1.254 mm (64%) del total de precipitación anual, el otro periodo lluvioso está representado por el mes de Marzo con 289 mm (15%) del total de precipitación anual. El mes más lluvioso es Junio con 579 mm. El periodo seco de Mayor intensidad va de Agosto a Febrero cuando se reciben 374 mm (19%) del total de precipitación anual, el otro mes seco es Abril con 58 mm (3%). El mes más seco es Enero con 14 mm (Figura 7e)

Estación Orocué (4° 47' N / 71°19' W) alt. 130 m snm. Orocué, Casanare.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 1.966 mm, con una media mensual de 164 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1.664 mm (85%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (311 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre

a Marzo cuando se reciben 302 mm (15%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 13 mm. En el promedio multianual

(1990-2011) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 7f).

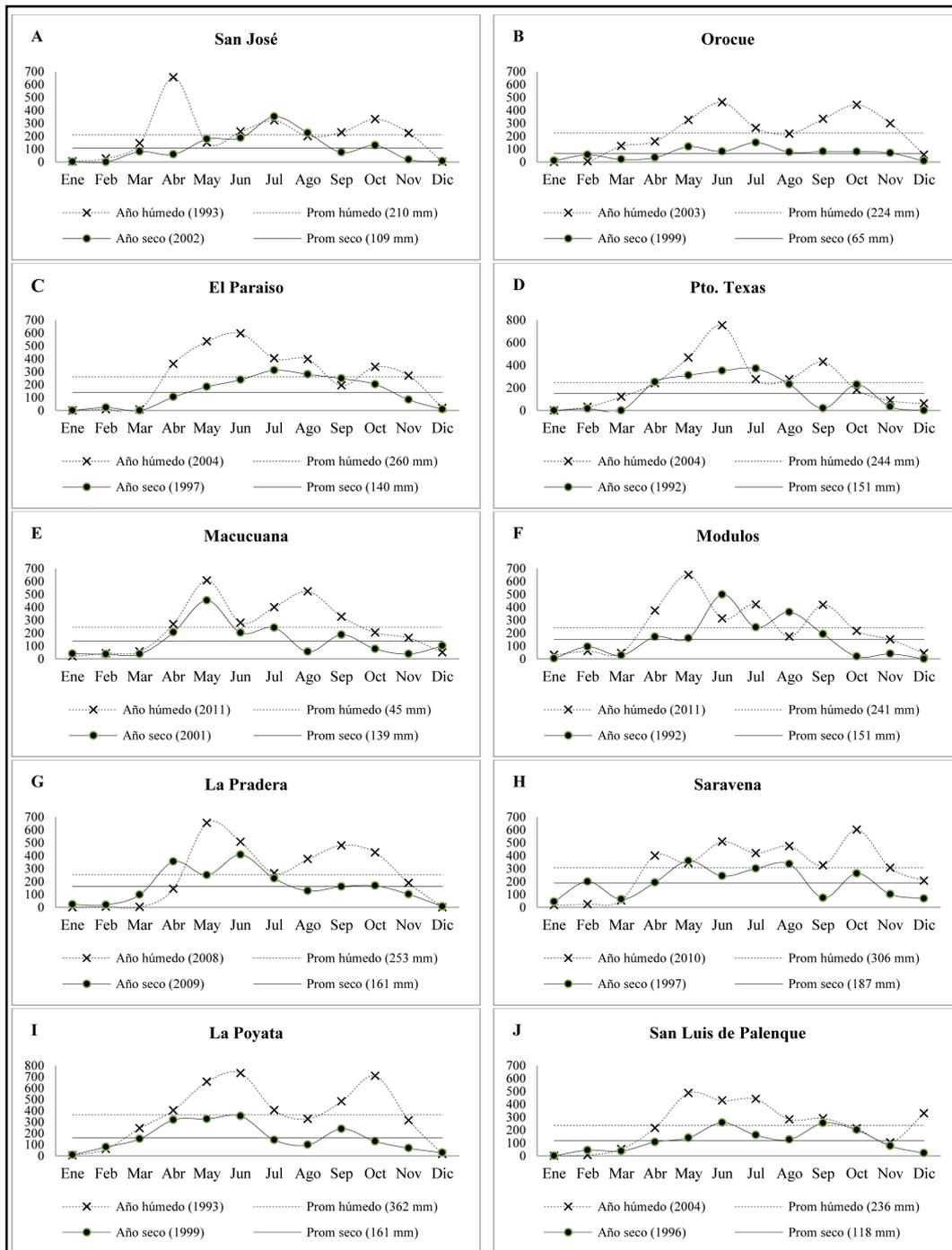


Figura 9. Marcha anual de la precipitación en un año seco vs. un año húmedo en estaciones de la zona de estudio.

Variación interanual: En un periodo de 22 años, predominan los años con valores superiores al promedio (13), mientras que hay nueve años

secos con valores inferiores al promedio; 1999 es el año con menor valor con 785 mm.

El año con Mayor valor es 2003 con 2.686 mm (Figura 10a).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (1999) se reciben 785 mm, es decir 1.181 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a

un 60% menos del promedio multianual. En un año húmedo (2003) se reciben 2.686 mm, es decir 720 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 37% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica entre Enero y Abril (Figura 9b).

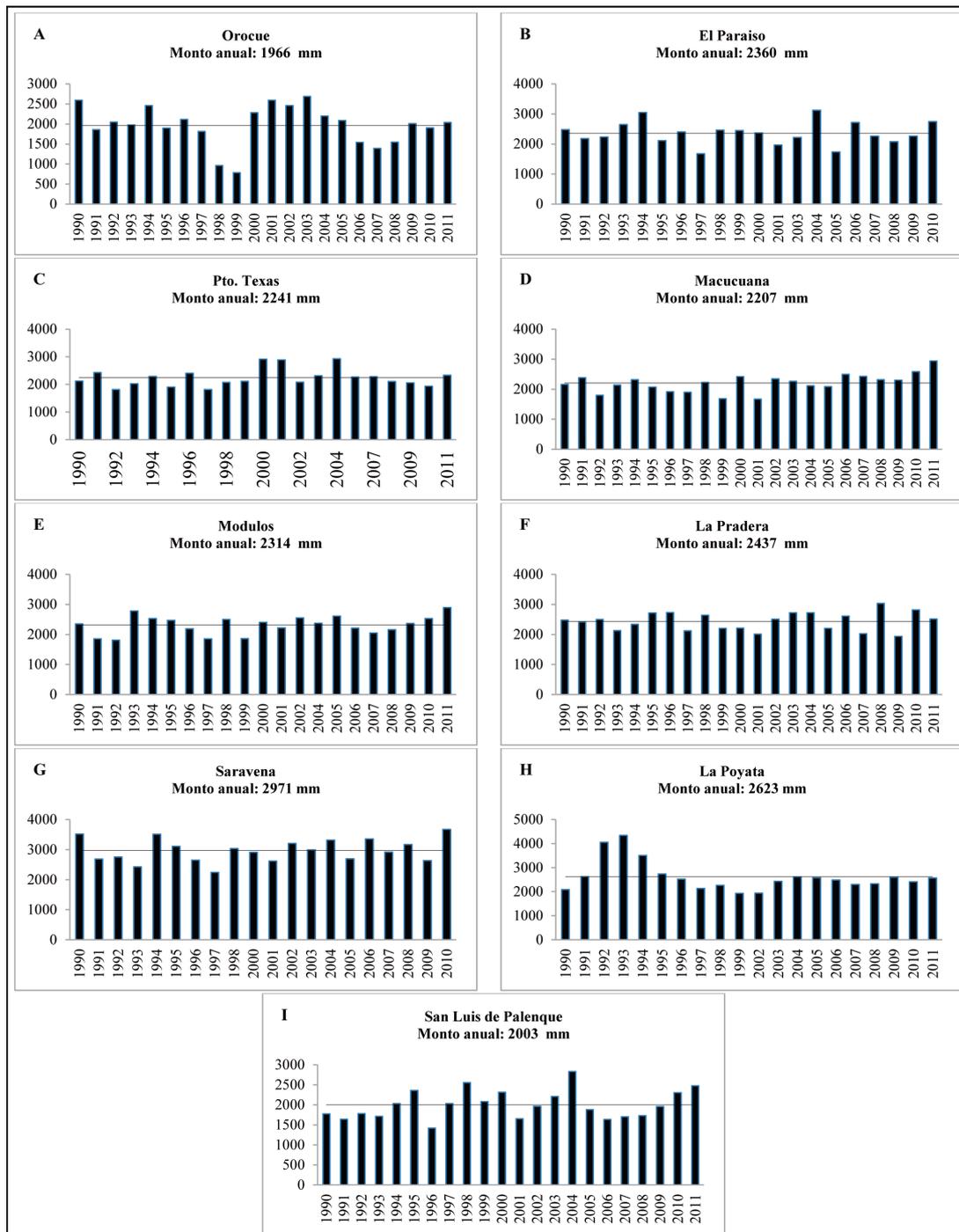


Figura 10. Variación interanual de la precipitación en la zona de estudio.

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen desde Mayo hasta Septiembre; en Octubre se presenta un monto igual a la media y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 6g).

Unidad climática E (>2.200–2.600 mm de precipitación anual). *Clima Muy húmedo con régimen de distribución de las lluvias unimodal-biestacional*

Estación Paraíso El (6° 2' N / 69° 38' W) alt. 87 m snm. Cravo Norte, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.360 mm, con una media mensual de 197 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre cuando se reciben 1.886 mm (80%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (416 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Abril cuando se reciben 473 mm (20%) de la lluvia total. Febrero es el mes más seco con 19 mm. En el promedio multianual (1990-2010) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 7g).

Variación interanual: En un periodo de 20 años, hay una repartición equilibrada entre años húmedos (con valores inferiores al promedio) y años secos (con valores superiores al promedio); 1997 es el año con menor valor con 1.680 mm. 2004 es el año con Mayor valor con 3.122 mm (Figura 10b).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (1997) se reciben 1.680 mm, es decir 680 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 29% menos del promedio multianual. En

un año húmedo (2004) se reciben 3.122 mm, es decir 762 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 32% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica durante el primer trimestre del año (Figura 9c).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B2SA' moderadamente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Septiembre; en Octubre se presenta un monto aproximadamente igual a la media y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 6h).

Estación Virtual 1 (6° 15' N / 70° 38' W) alt. 114 m snm. Cravo Norte, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.233 mm, con una media mensual de 186 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre cuando se reciben 1.820 mm (82%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (417 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Abril cuando se reciben 413 mm (18%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 16 mm (Figura 7h).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Enero hasta Abril (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Septiembre; en Octubre se presenta un monto igual al promedio anual y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 12a).

Temperatura (Figura 8b):

Máxima: El promedio mensual es 30.85°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los

valores Mayores, que tienen una expresión alta en Marzo (32.1°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.3°C).

Media: El promedio mensual es 26.94°C; desde Noviembre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (28.6°C); desde Mayo hasta Octubre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.6°C).

Mínima: El promedio mensual es 23.03°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (25.1°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.3°C).

Estación Virtual 2 (6° 15' N / 70° 32' W) alt. 109 m snm. Cravo Norte, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es 2.269 mm, con una media mensual de 189 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 2.024 mm (89%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (417 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 245 mm (11%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 15 mm (Figura 7i).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B2SA' moderadamente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen desde Mayo hasta Diciembre (Figura 12b).

Temperatura (Figura 8c):

Máxima: El promedio mensual es 30.93°C; entre Septiembre y Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo

(32.2°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.4°C).

Media: El promedio mensual es 26.98°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (28.6°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.6°C).

Mínima: El promedio mensual es 23.04; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (25.1°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.3°C).

Estación Virtual 4 (6° 23' N / 70° 32' W) alt. 105 m snm. Cravo Norte, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2,266 mm, con una media mensual de 188 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional. El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre cuando se reciben 1.850 mm (82%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (408 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Abril cuando se reciben 416 mm (18%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 14 mm (Figura 7j).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo, megatermal. Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen desde Mayo hasta Diciembre (Figura 12c).

Temperatura (Figura 8d):

Máxima: El promedio mensual es 31.01°C; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (32.3°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.5°C).

Media: El promedio mensual es 27.05°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (28.7°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.7°C).

Mínima: El promedio mensual es 23.07°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (25.1°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.3°C).

Estación Virtual 5 (6° 23' N / 70° 39' W) alt. 111 m snm. Cravo Norte, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.263 mm, con una media mensual de 188 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre cuando se reciben 1871 mm (83%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (411 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Abril cuando se reciben 392 mm (17%) de la lluvia total. Febrero es el mes más seco con 11 mm (Figura 11a).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B2SA' moderadamente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Diciembre (Figura 12d).

Temperatura (Figura 8e):

Máxima: El promedio mensual es 30.99°C; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (32.2°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.5°C).

Media: El promedio mensual es 26.98°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (28.6°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.6°C).

Mínima: El promedio mensual es 22.98°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (25°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.2°C).

Estación Virtual 6 (6° 24' N / 70° 46' W) alt. 124 m snm. Puerto Rondón, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.315 mm, con una media mensual de 192 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre cuando se reciben 1.896 mm (82%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (409 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Abril cuando se reciben 419 mm (18%) de la lluvia total. Febrero es el mes más seco con 13 mm (Figura 11b).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B2SA' moderadamente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Septiembre; aumenta nuevamente en Octubre y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 12e).

Temperatura (Figura 8f):

Máxima: El promedio mensual es 30.88°C; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (32.1°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.4°C).

Media: El promedio mensual es 26.92°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (28.5°C); desde Mayo hasta Septiembre se

alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.6°C).

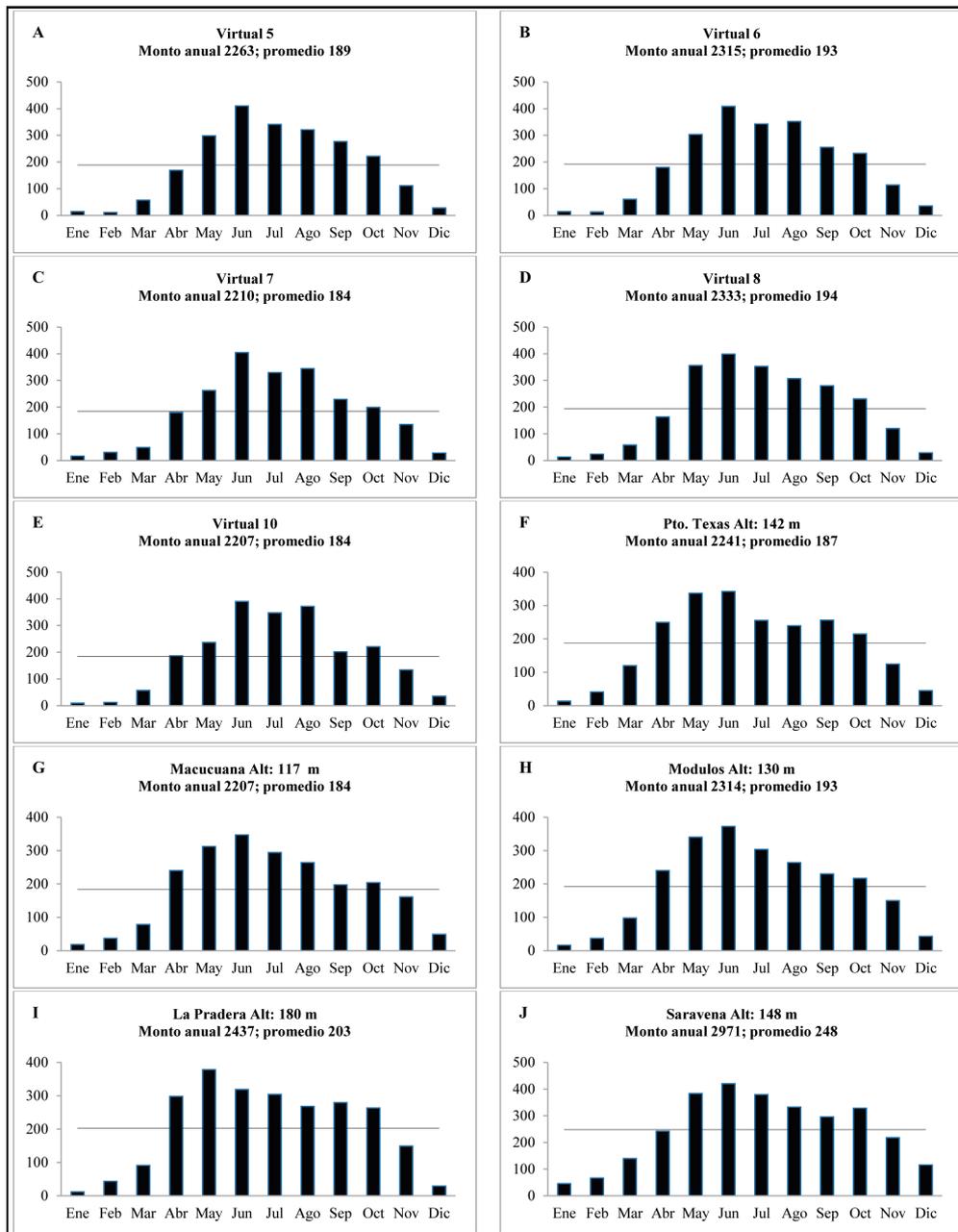


Figura 11. Marcha anual de la precipitación en estaciones de las unidades climáticas D y F en la zona de estudio

Mínima: El promedio mensual es 22.98°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (24.9°C); desde Junio hasta Diciembre se

alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.3°C).

Estación Virtual 7 (6° 28' N / 70° 39' W) alt. 128 m snm. Cravo Norte, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.210 mm, con una media mensual de 184 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre cuando se reciben 1.771 mm (80%) del total de precipitación anual, con Junio

como el mes más húmedo (405 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Abril cuando se reciben 439 mm (20%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 16 mm (Figura 11c).

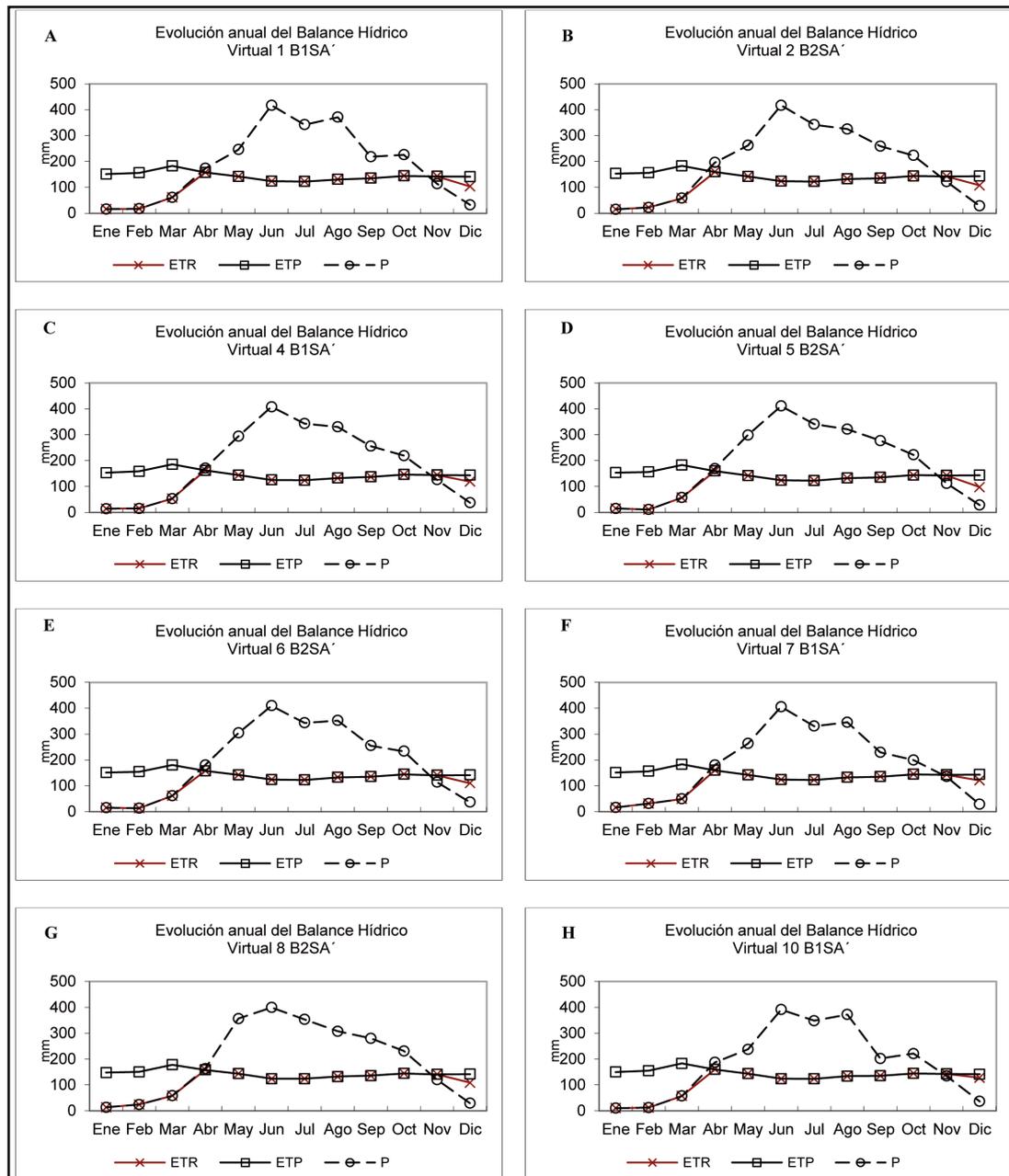


Figura 12. Balance hídrico en las estaciones de la zona de estudio.

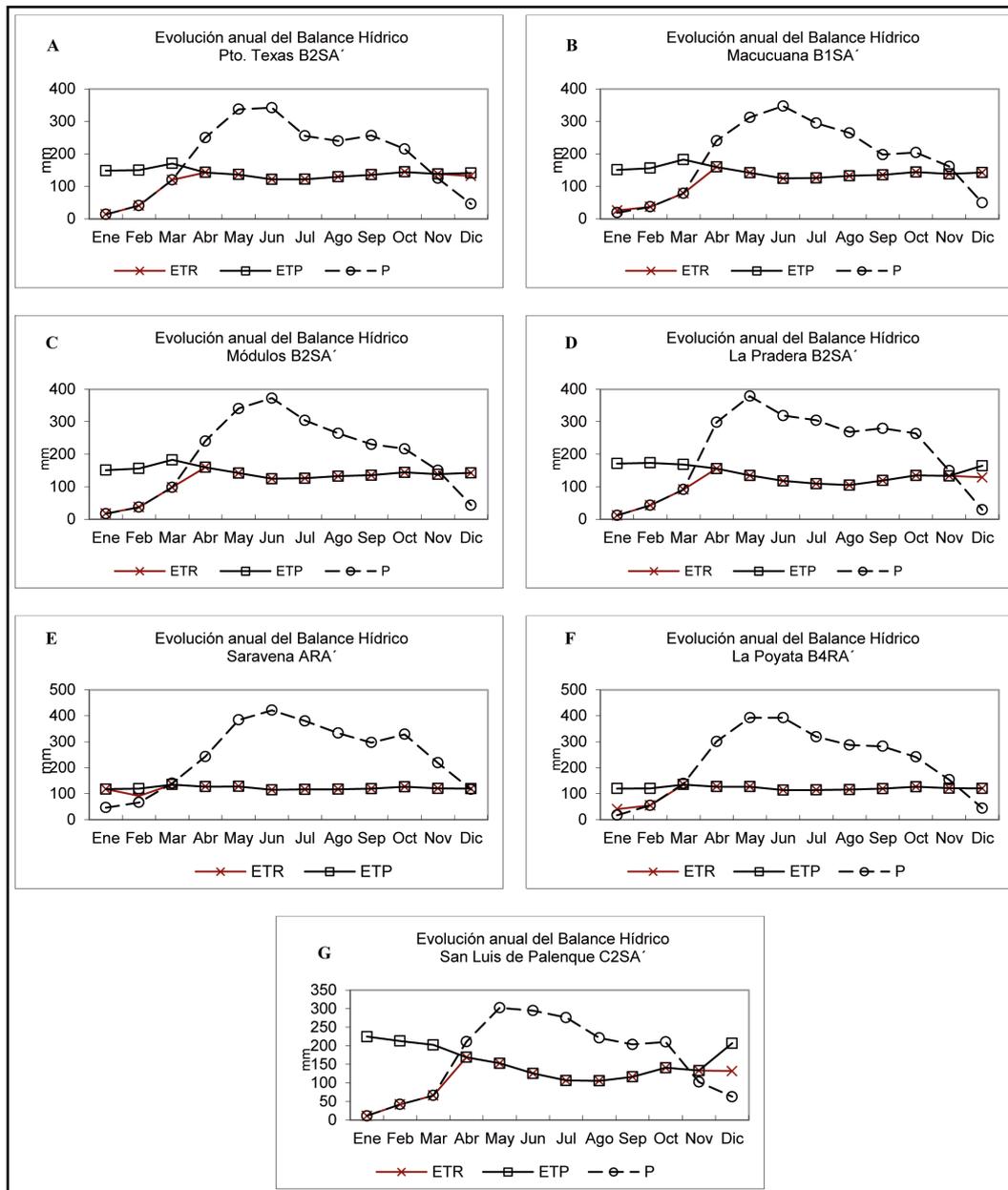


Figura 13. Balance hídrico en las estaciones de la zona de estudio.

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Septiembre; en Octubre se alcanza un monto casi igual al promedio; hay una ligera disminución en Noviembre y Diciembre (Figura 12f).

Temperatura (Figura 14a):

Máxima: El promedio mensual es 30.9°C; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (32.1°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.4°C).

Media: El promedio mensual es 26.97°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (28.6°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.6°C).

Mínima: El promedio mensual es 23.03°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (25°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.3°C).

Estación Virtual 8 (6° 30' N / 70° 49' W) alt. 122 m snm. Puerto Rondón, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.333 mm, con una media mensual de 194 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre cuando se reciben 1.926 mm (83%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (399 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Abril cuando se reciben 407 mm (17%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 13 mm (Figura 11d).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B2SA' moderadamente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Mayo se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen desde Junio hasta Septiembre; aumentan nuevamente en Octubre y disminuyen en Noviembre y Diciembre (Figura 12g).

Temperatura (Figura 8b):

Máxima: El promedio mensual es 30.96°C; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (32.1°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.5°C).

Media: El promedio mensual es 26.89°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (28.4°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.6°C).

Mínima: El promedio mensual es 22.80°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (24.7°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.1°C).

Estación Virtual 10 (6° 35' N / 70° 44' W) alt. 112 m snm. Puerto Rondón, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.207 mm, con una media mensual de 183 mm. El régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1.958 mm (89%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (391 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 249 mm (11%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 10 mm (Figura 11e).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Septiembre; en Octubre se alcanza un monto casi igual al promedio y disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 12h).

Temperatura (Figura 14c):

Máxima: El promedio mensual es 30.91°C; desde Septiembre hasta Abril se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (32.2°C); desde Mayo hasta Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Junio (29.4°C).

Media: El promedio mensual es 26.95°C; desde Octubre hasta Abril se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (28.6°C); desde Mayo hasta Septiembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (25.6°C).

Mínima: El promedio mensual es 23°C; desde Enero hasta Mayo se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Marzo (25°C); desde Junio hasta Diciembre se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (21.3°C).

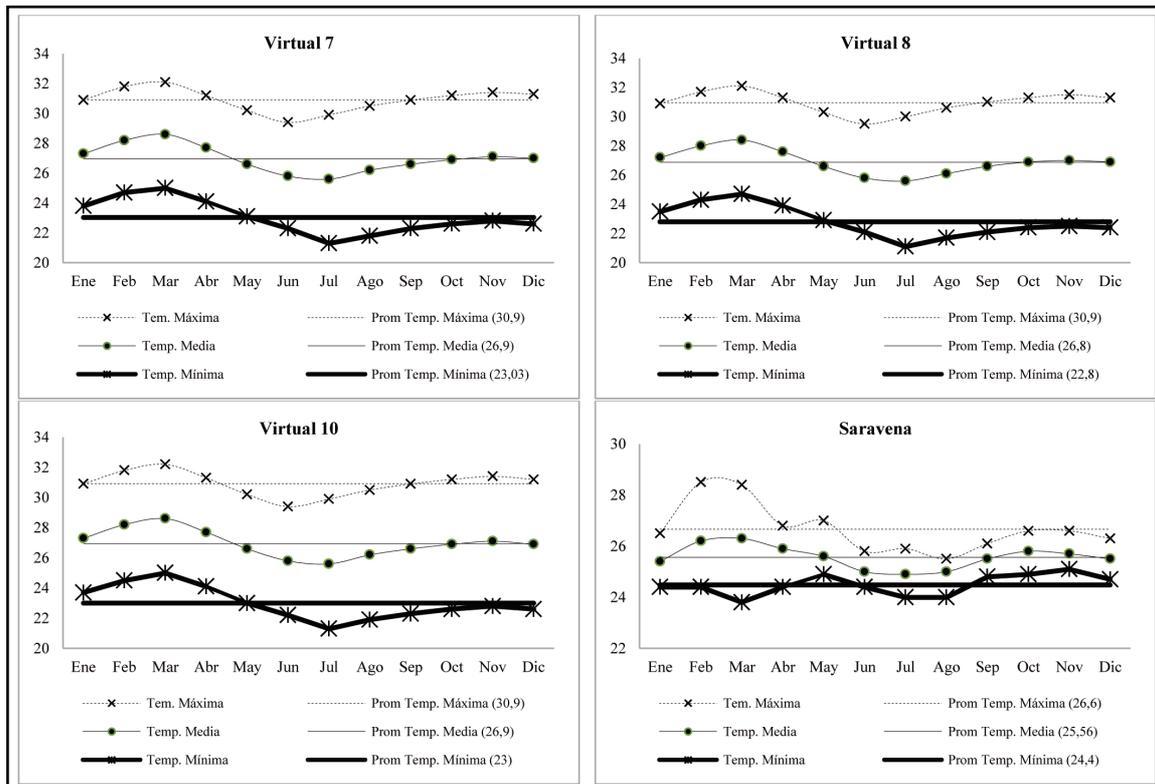


Figura 14. Variación de la temperatura máxima, media y mínima en las estaciones de la zona de estudio.

Estación Pto. Texas (4° 25' N / 71° 57' W) alt. 142 m snm. Maní, Casanare.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.241 mm, con una media mensual de 187 mm. El régimen de distribución de la lluvia es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1.896 mm (85%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (342 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 345 mm (15%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 14 mm. En el promedio multianual

(1990-2011) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 11f).

Variación interanual: En un periodo de 21 años, predominan los años secos con valores inferiores al promedio (11), mientras que hay diez años con valores superiores al promedio; 1992 es el año con menor valor con 1.811 mm. 2004 es el año con mayor valor con 2.925 mm (Figura 10c).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (1992) se reciben 1.811 mm, es decir 430 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 19% menos del promedio multianual. En

un año húmedo (2004) se reciben 2.925 mm, es decir 684 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 30% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica desde Diciembre hasta Marzo (Figura 9d).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B2SA' moderadamente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Diciembre y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen desde Mayo hasta Septiembre; aumentan nuevamente en Octubre y disminuyen ligeramente en Noviembre (Figura 13a).

Estación Macacuana (4° 54' N / 71° 31' W) alt. 117 m snm. Orocué, Casanare.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.207 mm, con una media mensual de 184 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional. El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1.862 mm (84%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (347 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre hasta Marzo cuando se reciben 345 mm (16%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 19 mm. En el promedio multianual (1990-2011) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 11g).

Variación interanual: En un periodo de 22 años, predominan los años con valores superiores al promedio (12), mientras que hay diez años secos con valores inferiores al promedio; 2001 es el año con menor valor con 1.671 mm. El año con mayor valor es 2011 con 2.937 mm (Figura 10d).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (2001) se reciben 1.671 mm, es decir 536 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 24% menos del promedio multianual. En

un año húmedo (2011) se reciben 2.937 mm, es decir 730 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 33% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica durante el primer trimestre del año (Figura 9e).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B1SA' ligeramente húmedo con deficiencia de agua desde Enero hasta Marzo (megatermal). Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Septiembre; aumentan nuevamente en Octubre y disminuyen ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 13b).

Estación Modulos (4° 54' N / 71°25' W) alt. 130 m snm. Orocué, Casanare.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.314 mm, con una media mensual de 193 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1.969 mm (85%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (373 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 345 mm (15%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 17 mm. En el promedio multianual (1990-2011) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 11h).

Variación interanual: En un periodo de 21 años, predominan los años con valores superiores al promedio (12), mientras que hay nueve años secos con valores inferiores al promedio; 1992 es el año con menor valor con 1.811 mm. El año con mayor valor es 2011 con 2.892 mm (Figura 10e).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (1992) se reciben 1.811 mm, es decir 503 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 22% menos del promedio multianual. En

un año húmedo (2011) se reciben 2.892 mm, es decir 578 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 25% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica desde Diciembre hasta Marzo (Figura 9f).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B2SA' moderadamente húmedo con deficiencia de agua desde Enero hasta Marzo, megatermal. Entre Enero y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Septiembre; en Octubre se presenta un monto igual al promedio, disminuye ligeramente en Noviembre y Diciembre (Figura 13c).

Estación Pradera La (4° 56' N / 72° 39' W) alt. 180 m snm. Tauramena, Casanare.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.437 mm, con una media mensual de 203 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional. El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 2.113 mm (87%) del total de precipitación anual, con Mayo como el mes más húmedo (379 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 324 mm (13%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 11 mm. En el promedio multianual (1990-2011) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 11i).

Variación interanual: En un periodo de 22 años, predominan los años con valores superiores al promedio (12), mientras que hay diez años secos con valores inferiores al promedio; 2009 es el año con menor valor con 1.934 mm. 2008 es el año con mayor valor con 3.037 mm (Figura 10f).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (2009) se reciben 1.934 mm, es decir 503 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 21% menos del promedio multianual. En

un año húmedo (2008) se reciben 3.037 mm, es decir 600 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 25% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica desde Diciembre hasta Marzo (Figura 9g).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B2SA' moderadamente húmedo con deficiencia de agua desde Diciembre hasta Marzo (megatermal). Entre Diciembre y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Noviembre (Figura 13d).

Unidad climática F (>2600 - 3000 mm de precipitación anual). *Clima Súper-húmedo con régimen de distribución de las lluvias unimodal-biestacional*

Estación Saravena (6° 56' N / 71° 53' W) alt. 148 m snm. Saravena, Arauca.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.971 mm, con una media mensual de 248 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Mayo hasta Octubre cuando se reciben 2.142 mm (72%) del total de precipitación anual, con Junio como el mes más húmedo (421 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre hasta Abril cuando se reciben 829 mm (28%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 46 mm (Figura 11j).

Variación interanual: En un periodo de 20 años, hay diez años secos con valores inferiores al promedio y diez años con valores superiores al promedio; 1997 es el año con menor valor con 2.239 mm. 2010 es el año con mayor valor con 3.674 mm (Figura 10g).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (1997) se reciben 2.239 mm, es decir 732 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 25% menos del promedio multianual. En un año húmedo (2010) se reciben 3.674 mm,

es decir 703 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 24% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica en el primer trimestre y en el año seco también en Noviembre y Diciembre (Figura 9h).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es ARA' súper húmedo con deficiencia de agua en Febrero (megatermal). Entre Marzo y Mayo se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Junio hasta Septiembre; aumentan nuevamente en Octubre y disminuyen ligeramente en Noviembre hasta Febrero (Figura 13e).

Temperatura (Figura 14d):

Máxima: El promedio mensual es 26.66°C; desde Febrero hasta Mayo se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (28.4°C); desde Junio hasta Enero se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Agosto (25.5°C).

Media: El promedio mensual es 25.56°C; desde Septiembre hasta Diciembre y desde Febrero hasta Mayo se alcanzan los valores mayores con expresión alta en Marzo (26.3°C); desde Junio hasta Agosto y Enero se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio (24.9°C).

Mínima: El promedio mensual es 24.48°C; desde Septiembre hasta Febrero y desde Abril hasta Junio se alcanzan los valores Mayores con expresión alta en Noviembre (25.1°C); en Marzo, Julio y Agosto se alcanzan los valores más bajos con expresión mínima en Julio y Agosto (24°C).

Estación Poyata La (4° 26' N / 72° 09' W) alt. 147 m snm. Mani, Casanare.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.623 mm, con una media mensual de 219 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 2.215 mm (84%) del total de precipitación anual, con Mayo como el mes más húmedo (393 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre hasta Marzo cuando se reciben 408 mm (16%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 17 mm. En el promedio multianual (1990-2011) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 16a).

Variación interanual: En un periodo de 20 años, predominan los años secos con valores inferiores al promedio (15), mientras que hay cinco años con valores superiores al promedio; 1999 es el año con menor valor con 1.927 mm. 1993 es el año con mayor valor con 4.338 mm (Figura 11h).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (1999) se reciben 1.927 mm, es decir 696 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 26% menos del promedio multianual. En un año húmedo (1993) se reciben 4.338 mm, es decir 1.715 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 65% más. En el año seco se presenta deficiencia hídrica desde Noviembre hasta Marzo, en el año húmedo se presenta deficiencia hídrica en Enero y Febrero (Figura 10i).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es B4RA' muy húmedo con deficiencia de agua entre Febrero y Marzo, megatermal. Entre Marzo y Mayo se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Junio hasta Septiembre; aumenta nuevamente en Octubre y disminuye ligeramente en Noviembre hasta Febrero (Figura 15).

Llanura Eólica

Unidad climática D (>1.800 – 2.200 mm de precipitación anual). Clima húmedo con régimen de distribución de las lluvias unimodal-biestacional

Estación San Luis de Palenque (5° 25' N / 71° 43' W) alt. 170 m snm. San Luis de Palenque, Casanare.

Precipitación: El monto promedio multi-anual es de 2.003 mm, con una media mensual de 167 mm. El régimen de precipitación es unimodal-biestacional.

El periodo lluvioso va desde Abril hasta Octubre cuando se reciben 1.719 mm (86%) del total de precipitación anual, con Mayo como el mes más húmedo (302 mm). La época menos lluviosa (seca) va de Noviembre a Marzo cuando se reciben 284 mm (14%) de la lluvia total. Enero es el mes más seco con 11 mm. En el promedio multianual (1990-2011) en varios años los valores en los meses secos son de cero (Figura 16b).

Variación interanual: En un periodo de 22 años, predominan los años secos con valores inferiores al promedio (12), mientras que hay diez años con valores superiores al promedio; 1996 es el año con menor valor con 1.418

mm. 2004 es el año con mayor valor con 2.835 mm (Figura 11i).

Contrastes en los montos extremos de precipitación

Año seco vs año húmedo: En un año seco (1996) se reciben 1.418 mm, es decir 585 mm por debajo del promedio, lo cual corresponde a un 29% menos del promedio multianual. En un año húmedo (2004) se reciben 2.835 mm, es decir 832 mm por encima del promedio, lo cual corresponde a un 41% más. En ambos casos, se presenta deficiencia hídrica en el primer trimestre del año, en el año seco también en Noviembre y Diciembre (Figura 10j).

Balance hídrico (Thornthwaite). El tipo de clima es C2SA' semi húmedo con deficiencia de agua entre Diciembre y Marzo (megatermal). Entre Diciembre y Abril se presentan los valores máximos de ETP que disminuyen en Mayo hasta Noviembre (Figura 15).

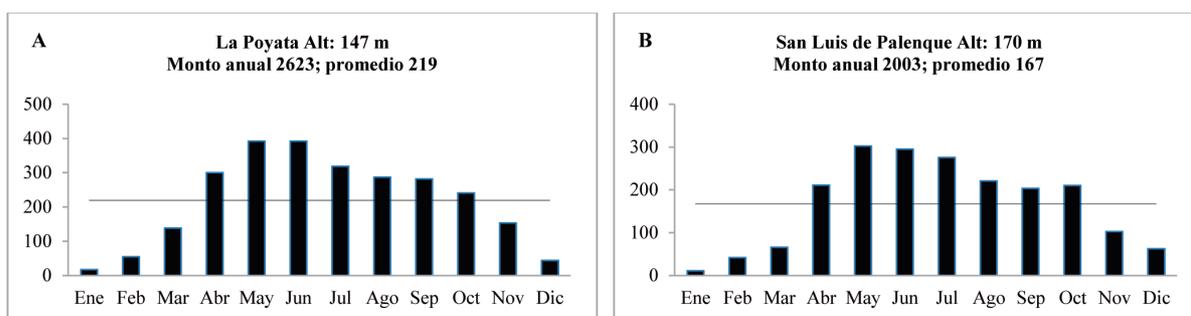


Figura 15. Marcha anual de la precipitación en estaciones de las unidades climáticas D y F en la zona de estudio.

Temperatura

Temperatura máxima. El promedio para la región es 30.24°C. El valor máximo se presentó en Marzo con una media de 31.52°C, la expresión Mayor se presentó en las estaciones virtuales 4 y 9 y la menor en las estaciones de Saravena y Tame. El valor más bajo de la temperatura máxima se presenta en Julio con una media de 29.33°C, la expresión

mayor se presentó en las estaciones virtuales 13 y 3 y la menor en la estación Saravena (Tabla 2).

Temperatura media. El promedio para la región es 26.76°C. El valor máximo se presentó en Marzo con una media de 28.21°C, la expresión mayor se presentó en las estaciones virtuales 2 y 4 y la menor en la estación Saravena. El valor más bajo de la temperatura

media se presentó en Julio con una media de 25.5°C, la expresión mayor se presentó en la estación Apto Arauca y la menor en la estación Saravena (Tabla 3).

Tabla 2. Marcha mensual de la temperatura máxima (°C) en estaciones de la zona de estudio.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	T_prom
Virtual 1	27.3	28.2	28.6	27.6	26.6	25.8	25.6	26.1	26.6	26.9	27.1	26.9	26.94
Virtual 2	27.4	28.2	28.6	27.7	26.6	25.8	25.6	26.2	26.6	26.9	27.1	27.0	26.98
Virtual 3	26.7	27.5	27.8	27.1	26.3	25.4	25.2	25.7	26.1	26.4	26.5	26.4	26.42
Virtual 4	27.4	28.3	28.7	27.8	26.7	25.9	25.7	26.2	26.7	27.0	27.2	27.0	27.05
Virtual 5	27.4	28.2	28.6	27.7	26.6	25.8	25.6	26.2	26.6	26.9	27.1	27.0	26.98
Virtual 6	27.3	28.1	28.5	27.6	26.6	25.8	25.6	26.2	26.6	26.9	27.0	26.9	26.92
Virtual 7	27.3	28.2	28.6	27.7	26.6	25.8	25.6	26.2	26.6	26.9	27.1	27.0	26.97
Virtual 8	27.2	28.0	28.4	27.6	26.6	25.8	25.6	26.1	26.6	26.9	27.0	26.9	26.89
Virtual 9	27.4	28.3	28.7	27.8	26.7	25.9	25.7	26.3	26.8	27.0	27.2	27.0	27.07
Virtual 10	27.3	28.2	28.6	27.7	26.6	25.8	25.6	26.2	26.6	26.9	27.1	26.9	26.95
Virtual 11	27.2	28.1	28.4	27.6	26.6	25.8	25.6	26.2	26.6	26.9	27.0	26.9	26.90
Virtual 12	26.9	27.7	28.1	27.4	26.5	25.8	25.5	26.1	26.5	26.8	26.8	26.6	26.72
Virtual 13	26.9	27.7	28.1	27.4	26.5	25.8	25.5	26.1	26.5	26.8	26.8	26.6	26.72
Apto Arauca	27.3	28.2	28.6	27.7	26.6	25.9	25.8	26.2	26.6	26.9	26.9	26.9	26.96
Saravena	25.4	26.2	26.3	25.9	25.6	25	24.9	25	25.5	25.8	25.7	25.5	25.56
Tame	26.4	26.6	26.7	26.2	26.1	25.5	25.4	25.6	25.8	26	26.1	26.3	26.05
Media regional	27.0	27.86	28.21	27.41	26.49	25.73	25.53	26.04	26.46	26.74	26.86	26.74	

Tabla 3. Marcha mensual de la temperatura media (°C) en estaciones de la zona de estudio.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	T_prom
Virtual 1	30.8	31.7	32.1	31.1	30.1	29.3	29.9	30.4	30.9	31.2	31.4	31.3	30.85
Virtual 2	30.9	31.8	32.2	31.3	30.2	29.4	29.9	30.5	30.9	31.3	31.4	31.3	30.93
Virtual 3	30.6	31.3	31.7	31.0	30.1	29.3	30.1	30.5	30.9	31.3	31.4	31.2	30.78
Virtual 4	31.0	31.9	32.3	31.4	30.2	29.5	30.0	30.6	31.0	31.3	31.5	31.4	31.01
Virtual 5	31.0	31.9	32.2	31.3	30.3	29.5	30.0	30.6	31.0	31.3	31.5	31.3	30.99
Virtual 6	30.9	31.7	32.1	31.2	30.2	29.4	29.9	30.5	30.9	31.2	31.3	31.2	30.88
Virtual 7	30.9	31.8	32.1	31.2	30.2	29.4	29.9	30.5	30.9	31.2	31.4	31.3	30.90
Virtual 8	30.9	31.7	32.1	31.3	30.3	29.5	30.0	30.6	31.0	31.3	31.5	31.3	30.96
Virtual 9	31.0	31.9	32.3	31.3	30.2	29.5	30.0	30.5	31.0	31.3	31.4	31.3	30.98
Virtual 10	30.9	31.8	32.2	31.3	30.2	29.4	29.9	30.5	30.9	31.2	31.4	31.2	30.91
Virtual 11	30.8	31.7	32.0	31.2	30.2	29.4	29.9	30.5	30.9	31.2	31.3	31.2	30.86
Virtual 12	30.6	31.4	31.8	31.1	30.2	29.4	30.0	30.5	30.9	31.2	31.3	31.1	30.79
Virtual 13	30.6	31.4	31.9	31.2	30.3	29.5	30.1	30.6	31.0	31.3	31.3	31.1	30.86
Apto Arauca	29	30.1	30.5	28.7	27.2	26.8	26.7	26.9	27.4	28.2	28	28.1	28.13
Saravena	26.5	28.5	28.4	26.8	27	25.8	25.9	25.5	26.1	26.6	26.6	26.3	26.66
Tame	27.3	27.8	28.4	27.4	26.9	26.9	27.1	27.3	27	27.1	27.1	27.2	27.29
Media regional	30.23	31.15	31.52	30.55	29.61	28.88	29.33	29.78	30.17	30.51	30.61	30.49	

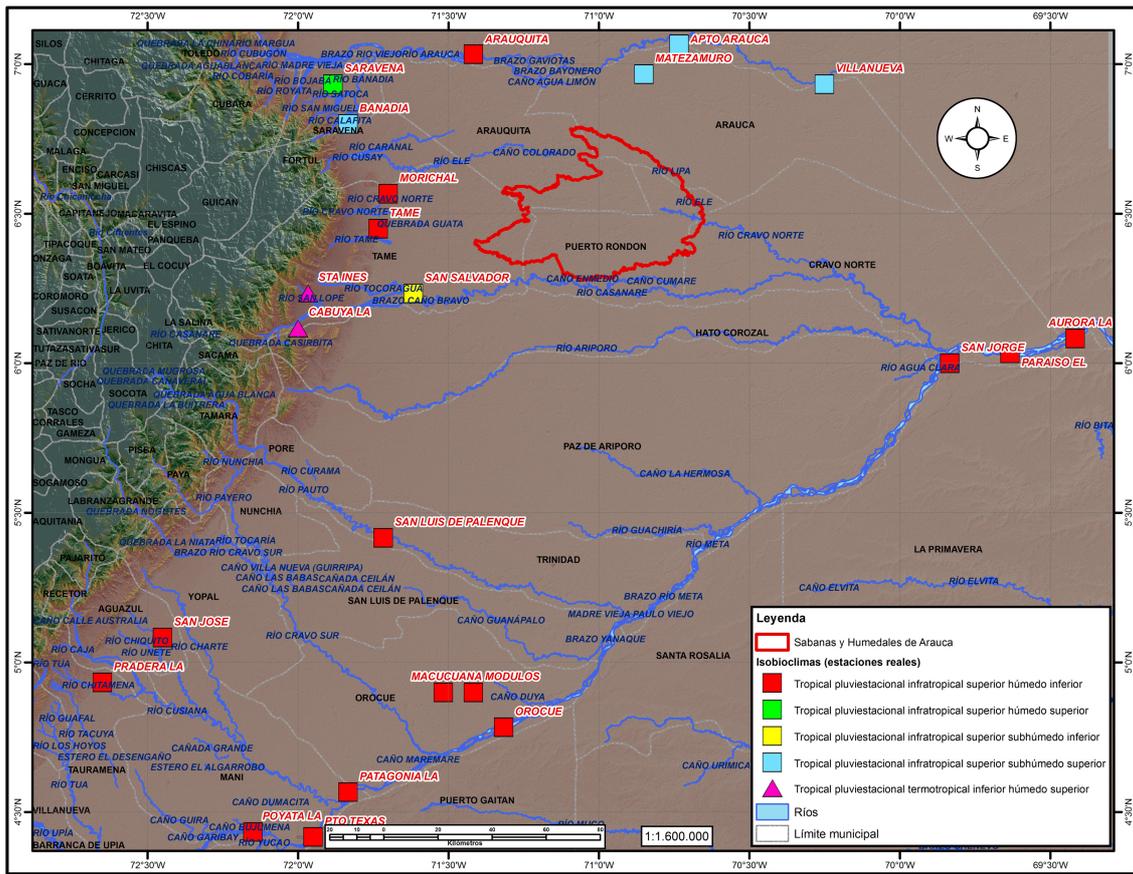


Figura 16. Isobioclimas de las estaciones meteorológicas reales localizados en la periferia del polígono propuesta de Parque Nacional Sabanas y Humedales de Arauca.

Temperatura mínima. El promedio para la región es 23.31°C. El valor máximo se presentó en Marzo con una media de 24.97°C, la expresión mayor se presentó en la estación Apto Arauca y la menor en la estación Virtual 13. El valor más bajo de la temperatura mínima se presenta en Julio con una media de 21.78°C, la expresión mayor se presentó en la estación Apto Arauca y la menor en la estación Virtual 3 (Tabla 4).

Análisis bioclimático

Con el análisis bioclimático se estableció un solo macrobioclima (Tropical), un solo bioclima (pluviestacional), dos termotipos (infratropical superior e inferior) y cuatro ombrotipos (húmedo y subhúmedo inferior y superior). La combinación de los anteriores tipos bioclimáticos delimitó cuatro isobioclimas, de los cuales el Tropical

pluviestacional infratropical superior húmedo inferior predomina en la zona. (Tabla 5; Figura 17)

Discusión - Consideraciones finales.

En la Tabla 6 se presentan de manera resumida los valores de varios parámetros para las estaciones involucradas en el área de estudio según las unidades a las cuales pertenece. Un patrón general sobre la marcha anual de estos parámetros nos muestra que la época con valores mayores de la temperatura media va desde Enero hasta Abril y coincide con los valores más altos en evapotranspiración potencial (ETP) y con los meses en los cuales se presenta deficiencia de agua. La época de concentración de las lluvias generalmente va de Abril (Mayo) hasta Octubre; durante este periodo se presenta un exceso de agua en el suelo..

Tabla 4. Marcha mensual de la temperatura mínima (°C) en estaciones de la zona de estudio.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	T_prom
Virtual 1	23.8	24.7	25.1	24.1	23.1	22.3	21.3	21.8	22.2	22.6	22.7	22.6	23.03
Virtual 2	23.8	24.7	25.1	24.1	23.0	22.2	21.3	21.9	22.3	22.6	22.8	22.7	23.04
Virtual 3	22.8	23.6	24.0	23.2	22.4	21.6	20.4	20.9	21.3	21.6	21.7	21.6	22.09
Virtual 4	23.8	24.7	25.1	24.2	23.1	22.3	21.3	21.9	22.3	22.6	22.8	22.7	23.07
Virtual 5	23.7	24.6	25.0	24.1	23.0	22.2	21.2	21.8	22.3	22.6	22.7	22.6	22.98
Virtual 6	23.7	24.5	24.9	24.0	23.0	22.2	21.3	21.9	22.3	22.6	22.7	22.6	22.98
Virtual 7	23.8	24.7	25.0	24.1	23.1	22.3	21.3	21.8	22.3	22.6	22.8	22.6	23.03
Virtual 8	23.5	24.3	24.7	23.9	22.9	22.1	21.1	21.7	22.1	22.4	22.5	22.4	22.80
Virtual 9	23.9	24.8	25.2	24.3	23.2	22.4	21.5	22.0	22.5	22.8	22.9	22.8	23.19
Virtual 10	23.7	24.5	25.0	24.1	23.0	22.2	21.3	21.9	22.3	22.6	22.8	22.6	23.00
Virtual 11	23.6	24.5	24.9	24.0	23.0	22.2	21.3	21.9	22.3	22.6	22.7	22.5	22.96
Virtual 12	23.3	24.1	24.5	23.8	22.9	22.1	21.1	21.7	22.1	22.3	22.4	22.2	22.71
Virtual 13	23.2	24.0	24.4	23.7	22.8	22.1	21.0	21.6	22.0	22.2	22.3	22.1	22.62
Apto Arauca	26.2	26.7	27.1	26.4	25.9	25.4	25.1	25.5	25.9	26.1	26.2	26.3	26.06
Saravena	24.4	24.4	23.8	24.4	24.9	24.4	24	24	24.8	24.9	25.1	24.7	24.48
Tame	25.5	25.5	25.7	25.3	25.2	24.4	24	24.2	24.3	25	25.5	25.2	24.98
Media regional	23.92	24.64	24.97	24.23	23.41	22.65	21.78	22.28	22.71	23.01	23.16	23.01	

Unidades climáticas – tipo de clima

En la Tabla 7 se muestra la información sobre las unidades climáticas, tipo de clima según Thornthwaite, montos anuales de lluvia en años húmedos y años secos y valores del índice de aridez y el índice de humedad. En la región de estudio se definieron cuatro unidades climáticas (C, D, E y F), la más representada con 14 estaciones fue la unidad E (>2.200 – 2.600 mm de precipitación anual); le sigue la unidad D (>1.800 – 2.200 mm de precipitación anual) con 13 estaciones; la unidad C (>1.400 – 1.800 mm de precipitación anual) con los valores más bajos, está representada por dos estaciones y la unidad F (>2.600 – 3.000 mm de

precipitación anual) con los valores más altos, también está representada por dos estaciones. El monto anual de precipitación más bajo (1.425 mm) se presentó en la estación San Salvador, Hato Corozal, Casanare, con un tipo de clima según Thornthwaite C1SA' semiseco, con el valor más bajo en el índice de humedad. El valor más alto (2.971 mm) en la estación Saravena, Saravena, Arauca, con un tipo de clima según Thornthwaite ARA' superhúmedo y el valor más alto en el índice de humedad. En todas las estaciones el régimen de distribución de la precipitación es unimodal-biestacional. Predomina el tipo de clima ligeramente húmedo B1SA' (14 estaciones), le sigue moderadamente húmedo B2SA' (diez estaciones).

Tabla 5. Índices y categorías bioclimáticas de las estaciones reales ubicadas en la periferia del polígono propuesta de Parque Nacional Natural Sabanas y Humedales de Arauca.

Estación real	Io	Iod ₂	It	Macro-bioclima	Bioclima	Termotipo	Ombro-tipo	Isobioclima
Matezamuro	5.3	0.6	782	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	subhúmedo superior	Tropical pluviestacional infratropical superior subhúmedo superior
San Salvador	4.5	0.6	766	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	subhúmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior subhúmedo inferior
Banadía	5.4	1.9	740	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	subhúmedo superior	Tropical pluviestacional infratropical superior subhúmedo superior
Apto Arauca	5.7	0.8	786	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	subhúmedo superior	Tropical pluviestacional infratropical superior subhúmedo superior
Villanueva	5.6	0.9	789	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	subhúmedo superior	Tropical pluviestacional infratropical superior subhúmedo superior
Araucuita	6.3	1.2	780	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Tame	6.6	1.2	750	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
San José	6.4	0.6	770	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Orocue	6.1	0.8	771	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
San Luis de Palenque	6.3	1.0	769	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 3	6.2	0.71	781	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 9	6.7	0.50	782	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 11	7.2	0.61	775	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 12	7.2	0.89	770	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 13	6.2	0.95	7.69	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Paraíso, El	7.2	0.7	791	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Morichal	8.0	1.7	751	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior

Estación real	Io	Iod ₂	It	Macro-bioclíma	Bioclíma	Termotipo	Ombro-tipo	Isobioclíma
Pto. Texas	7.0	1.0	768	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Macucua	6.9	1.0	774	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Módulos	7.2	1.0	774	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Pradera, La	7.6	1.0	769	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 1	6.4	0.66	775	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 2	6.5	0.73	778	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 4	5.9	0.47	781	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 5	6.3	0.46	778	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 6	6.7	0.64	774	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 7	6.4	0.53	779	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 8	6.8	0.40	782	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Virtual 10	7.0	0.67	779	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Saravena	9.8	2.3	742	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo superior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo superior
Poyata, La	8.2	1.3	766	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior
Patagonia, La	6.2	0.6	771	Tropical	pluviestacional	infratropical superior	húmedo inferior	Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior

Tabla 6. Síntesis de la marcha de los parámetros climáticos en las estaciones de humedales y sabanas de Arauca – Casanare.

UNIDAD C													
Matezamuro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	25,4	26,2	26,3	25,9	25,6	25	24,9	25	25,5	25,8	25,7	25,5	25,6
ETP	117,6	119,0	135,0	126,9	127,9	114,7	116,4	116,9	119,1	126,4	119,9	119,1	121,6
Deficiencia agua	101,6	99,0	87,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,9	T. 306,5
Precipitación	16	20	48	139	239	337	266	210	158	176	95	25	144,1
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	23,2	222,3	149,7	93,2	39,1	49,3	0,0	0,0	T. 576,8
San Salvador	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,3	28,2	28,6	27,6	26,6	25,8	25,6	26,1	26,6	26,9	27,1	26,9	26,9
ETP	151	156,1	182,6	158	141,9	124	122	130,6	135,2	144	143	141	144,05
Deficiencia agua	143	130,1	133,6	15,7	0	0	0	0	0	0	0	119	T. 541,1
Precipitación	8	26	49	142	217	223	191	200	159	132	58	19	118,6
Exceso agua	0	0	0	0	0	74,1	68,8	69,4	24,3	0	0	0	T. 236,6
UNIDAD D													
Banadia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	26,7	27,5	28	27,3	26,5	25,7	25,5	26	26,4	26,7	26,7	26,5	26,6
ETP	137,9	140,3	168,1	151	142	123	123	130,9	132,1	141	135	134	138,2
Deficiencia agua	26	63	124,1	67,7	0	0	0	0	0	0	0	0	T. 280,9
Precipitación	39	77	44	84	257	167	237	267	310	297	127	115	168,4
Exceso agua	0	0	0	0	14,7	44,2	114	136,1	177,9	156	0	0	T. 643,3
Apto Arauca	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,3	28,2	28,6	27,7	26,6	25,9	25,8	26,2	26,6	26,9	26,9	26,9	27
ETP	149,5	154,5	182,6	160	143,2	126	127	133,7	135,2	144	138	141	144,5
Deficiencia agua	134,5	131,5	122,5	11,8	0	0	0	0	0	0	0	30,4	T. 430,6
Precipitación	15	23	60	148	270	300	301	219	171	180	118	31	153,05
Exceso agua	0	0	0	0	26,9	174	174	85,2	36,3	36,3	0	0	T. 532,7
Villanueva	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	29	30,1	30,5	28,7	27,2	26,8	26,7	26,9	27,4	28,2	28	28,1	28,1
ETP	190,9	204,4	242,3	184	153,1	140	141	144,6	149,2	172	161	167	170,7
Deficiencia agua	174,9	173,4	188,3	10,3	0	0	0	0	0	0	0	141	T. 688,1
Precipitación	16	31	54	174	253	299	291	221	220	159	77	22	151,4
Exceso agua	0	0	0	0	0,1	159	150	76,1	70,8	0	0	0	T. 456,1
Araucuita	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	29	30,1	30,5	28,7	27,2	26,8	26,7	26,9	27,4	28,2	28	28,1	28,1
ETP	190,9	204,4	242,3	184	153,1	140	141	144,6	149,2	172	161	167	170,7
Deficiencia agua	160,9	170,4	162,3	15,3	0	0	0	0	0	0	0	9,2	T. 518,1
Precipitación	30	34	80	169	265	330	265	225	195	204	152	66	167,9
Exceso agua	0	0	0	0	11,9	190	124	80,4	45,8	31,6	0	0	T. 483,8
Tame	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	26,4	26,6	26,7	26,2	26,1	25,5	25,4	25,6	25,8	26	26,1	26,3	26,1
ETP	134,7	126,1	141,6	131	134,3	121	122	124,2	122,8	129	126	132	128,6

Deficiencia agua	104.7	91.1	65.4	0	0	0	0	0	0	0	0	13	T. 274,2
Precipitación	30	35	76	196	294	316	287	245	200	216	108	36	169.9
Exceso agua	0	0	0	0	124.6	195	165	120.4	77.2	87.6	0	0	T. 769,4
San Jose	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27.3	27.6	27.5	26.6	26.2	25.7	25.5	25.9	26.5	26.7	26.8	27.1	26.6
ETP	151.4	143.8	157.1	137	134.8	122	122	127.9	134.1	141	137	147	137.9
Deficiencia agua	142.4	117.8	64	0	0	0	0	0	0	0	0	32.3	T. 356,5
Precipitación	9	26	93	245	290	301	255	225	185	246	138	15	169.1
Exceso agua	0	0	0	8	155	180	134	97.2	51.2	105	1.4	0	T. 731,0
Orocue	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,3	28,2	28,6	27,7	26,6	25,9	25,8	26,2	26,6	26,9	26,9	26,9	27,0
ETP	151,0	156,1	182,6	159,8	141,8	124,3	126,0	132,5	135,2	144,0	138,4	142,6	144,5
Deficiencia agua	137,8	122,7	103,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	T. 368,3
Precipitación	13	33	79	191	273	311	255	210	202	221	124	52	163.8
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	63,2	186,8	129,2	77,3	67,2	76,6	0,0	0,0	T. 600,2
San Luis De Palenque	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	30,2	30,5	29,3	28,1	27,1	26	24,8	24,8	25,7	26,8	26,7	29,6	27,5
ETP	224,3	212,8	202,2	168,8	152,7	125,4	106,3	105,4	116,1	140,5	133,0	206,7	157.8
Deficiencia agua	213,2	170,8	136,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,9	T. 595,2
Precipitación	11	42	66	211	302	295	276	221	203	210	102	62	166.8
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	91,7	169,4	169,7	115,7	87,4	69,7	0,0	0,0	T. 703,6
Virtual 3	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	26,7	27,5	27,8	27,1	26,3	25,4	25,2	25,7	26,1	26,4	26,5	26,4	26,4
ETP	139,6	142,0	163,6	147,5	137,2	118,4	117,2	124,8	127,1	135,2	131,8	132,6	134.7
Deficiencia agua	111,2	113,0	93,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	T. 317,8
Precipitación	22	29	70	217	271	221	317	286	254	246	166	39	178.1
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	103,3	102,6	199,8	161,2	126,9	110,8	34,2	0,0	T. 838,7
Virtual 9	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,4	28,3	28,7	27,8	26,7	25,9	25,7	26,3	26,8	27,0	27,2	27,0	27,1
ETP	151,5	156,6	185,3	162,0	145,0	125,1	124,9	135,4	138,9	145,8	144,3	143,0	146.4
Deficiencia agua	140,5	142,6	148,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,3	T. 456,7
Precipitación	11	14	37	161	234	388	301	327	208	196	134	29	170
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	251,9	176,1	191,6	69,1	50,2	0,0	0,0	T. 738,8
Virtual 11	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,2	28,1	28,4	27,6	26,6	25,8	25,6	26,2	26,6	26,9	27,0	26,9	26,9
ETP	147,5	152,3	177,7	157,6	143,3	123,8	123,6	133,9	135,3	144,1	140,5	141,3	143.4
Deficiencia agua	133,5	141,3	138,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,8	T. 453,3
Precipitación	14	11	39	226	299	395	350	272	242	195	113	29	182.08
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	124,1	271,2	226,4	138,1	106,7	50,9	0,0	0,0	T. 917,4
Virtual 12	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	26,9	27,7	28,1	27,4	26,5	25,8	25,5	26,1	26,5	26,8	26,8	26,6	26,7
ETP	141,6	144,2	170,5	153,4	141,8	124,5	122,5	132,5	133,8	142,4	136,9	135,7	139.9
Deficiencia agua	130,6	130,2	110,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	T. 383,9

Precipitación	11	14	60	169	240	358	339	239	225	215	126	34	169,1
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	233,5	216,5	106,5	91,2	72,6	0,0	0,0	T. 734,1
Virtual 13	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	26,9	27,7	28,1	27,4	26,5	25,8	25,5	26,1	26,5	26,8	26,8	26,6	26,7
ETP	141,6	144,2	170,5	153,4	141,8	124,5	122,5	132,5	133,8	142,4	136,9	135,7	139,9
Deficiencia agua	120,4	119,2	116,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	T. 356,0
Precipitación	15	25	54	184	272	335	305	261	223	216	156	42	174
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	60,9	210,5	182,5	128,5	89,2	73,6	19,1	0,0	T. 764,2
UNIDAD E													
El Paraiso	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,3	28,2	28,6	27,7	26,6	25,9	25,8	26,2	26,6	26,9	26,9	26,9	27,0
ETP	151,0	156,1	182,6	159,8	141,8	125,5	126,0	132,5	135,2	144,0	138,4	141,2	144,4
Deficiencia agua	131,0	137,1	119,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	T. 391,9
Precipitación	20	19	63	187	309	416	404	259	258	240	147	37	196,6
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	95,1	290,6	277,9	126,3	123,3	95,7	8,7	0,0	T. 1017,5
Morichal	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,90	28,30	27,90	26,90	26,10	25,60	25,10	25,50	26,10	26,50	26,70	27,00	26,6
ETP	162,7	156,3	165,9	143,2	134,1	121,2	115,7	121,7	126,5	136,7	135,1	143,8	138,5
Deficiencia agua	121,9	107,3	22,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	T. 252,2
Precipitación	32	49	143	258	318	361	320	306	244	250	130	58	205,7
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	14,8	183,7	239,8	204,3	183,8	117,7	113,8	0,0	0,0	T. 1058,0
Pto Texas	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,1	27,9	28,1	26,9	26,3	25,7	25,6	26	26,6	26,9	26,8	26,8	26,7
ETP	148,6	149,8	170,5	143,0	136,4	121,5	122,0	129,4	135,7	144,4	138,3	141,0	140,05
Deficiencia agua	134,9	108,8	50,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	T. 303,1
Precipitación	14	41	120	250	337	342	255	240	256	215	125	45	186,7
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	6,9	200,9	220,8	133,4	110,3	120,7	70,6	0,0	0,0	T. 863,6
Macacuana	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,3	28,2	28,6	27,7	26,6	25,9	25,8	26,2	26,6	26,9	26,9	26,9	27,0
ETP	151,0	156,1	182,6	159,8	141,8	124,3	126,0	132,5	135,2	144,0	138,4	142,6	144,5
Deficiencia agua	125,4	119,1	103,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	T. 348,4
Precipitación	19	37	79	241	313	347	295	265	198	204	162	49	183,9
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	151,6	223,1	168,7	132,1	62,7	60,4	23,1	0,0	T. 821,7
Modulos	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,3	28,2	28,6	27,7	26,6	25,9	25,8	26,2	26,6	26,9	26,9	26,9	27,0
ETP	151,0	156,1	182,6	159,8	141,8	124,3	126,0	132,5	135,2	144,0	138,4	142,6	144,5
Deficiencia agua	133,8	119,1	84,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	T. 337,4
Precipitación	17	37	98	240	341	373	304	264	230	217	150	43	192,8
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	179,7	248,3	178,0	131,8	95,3	72,7	11,8	0,0	T. 917,7
Pradera La	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	28,2	29	28	27,5	26,2	25,5	24,8	24,6	25,7	26,4	26,6	27,9	26,7
ETP	171,1	173,5	168,2	155,5	134,5	118,0	109,2	104,9	119,1	134,5	133,1	164,3	140,5
Deficiencia agua	159,6	130,6	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,5	T. 402,2

Precipitación	11	43	92	298	379	319	304	269	280	264	149	29	203.1
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	42,8	244,4	201,0	195,2	163,7	160,6	129,4	16,4	0,0	T. 1153,5
Virtual 1	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,3	28,2	28,6	27,6	26,6	25,8	25,6	26,1	26,6	26,9	27,1	26,9	26,9
ETP	151,0	156,1	182,6	157,5	141,9	123,7	122,3	130,6	135,2	144,0	142,5	141,2	144,05
Deficiencia agua	135,0	139,1	121,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,7	T. 433,4
Precipitación	16	17	61	173	246	417	342	371	218	226	114	32	186,08
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	293,3	219,7	240,4	82,8	82,0	0,0	0,0	T. 937,7
Virtual 2	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,4	28,2	28,6	27,7	26,6	25,8	25,6	26,2	26,6	26,9	27,1	27,0	27,0
ETP	153,1	156,1	182,7	159,7	141,8	123,6	122,2	132,4	135,1	143,9	142,4	143,2	144,7
Deficiencia agua	138,1	134,1	124,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,6	T. 432,5
Precipitación	15	22	58	196	262	417	342	325	259	223	122	28	189,08
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	56,4	293,4	219,8	192,6	123,9	79,1	0,0	0,0	T. 965,2
Virtual 4	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,4	28,3	28,6	27,8	26,7	25,9	25,7	26,2	26,7	27,0	27,2	27,0	27,1
ETP	153,0	158,3	185,3	162,0	143,7	125,2	123,8	132,2	136,9	145,9	144,3	143,1	146,1
Deficiencia agua	139,0	143,3	132,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,4	T. 439,0
Precipitación	14	15	53	171	294	408	343	330	256	219	126	37	188,8
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	59,3	282,8	219,2	197,8	119,1	73,1	0,0	0,0	T. 951,4
Virtual 5	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,4	28,2	28,6	27,7	26,6	25,8	25,6	26,2	26,6	26,9	27,1	27,0	27,0
ETP	153,1	156,1	182,7	159,7	141,8	123,6	122,2	132,4	135,1	143,9	142,4	143,2	144,7
Deficiencia agua	138,1	145,1	125,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,6	T. 454,5
Precipitación	15	11	57	169	299	411	341	321	277	222	112	28	188,5
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	66,4	287,4	218,8	188,6	141,9	78,1	0,0	0,0	T. 981,2
Virtual 6	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,3	28,1	28,5	27,6	26,6	25,8	25,6	26,2	26,6	26,9	27,0	26,9	26,9
ETP	151,0	154,0	180,1	157,6	142,0	123,8	122,4	132,6	135,3	144,1	140,5	141,3	143,7
Deficiencia agua	136,0	141,0	119,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,7	T. 427,9
Precipitación	15	13	61	180	304	409	343	352	255	233	114	36	192,9
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	84,5	285,2	220,6	219,4	119,7	88,9	0,0	0,0	T. 1018,4
Virtual 7	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,3	28,2	28,6	27,7	26,6	25,8	25,6	26,2	26,6	26,9	27,1	27,0	27,0
ETP	151,0	156,1	182,6	159,7	141,8	123,6	122,2	132,5	135,1	144,0	142,4	143,2	144,5
Deficiencia agua	135,0	125,1	133,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,6	T. 416,4
Precipitación	16	31	49	180	263	405	330	345	229	199	135	28	184,1
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	41,4	281,4	207,8	212,5	93,9	55,0	0,0	0,0	T. 892,0
Virtual 8	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,2	28,0	28,4	27,6	26,6	25,8	25,6	26,1	26,6	26,9	27,0	26,9	26,9
ETP	147,5	150,2	177,7	157,6	143,4	123,9	123,7	132,0	135,3	144,1	140,5	141,3	143,1
Deficiencia agua	134,5	126,2	119,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,8	T. 413,2
Precipitación	13	24	58	163	356	399	353	307	280	231	120	29	194,4

Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	118,0	275,1	229,3	175,0	144,7	86,9	0,0	0,0	T. 1029,0
Virtual 10	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	27,3	28,2	28,6	27,7	26,6	25,8	25,6	26,2	26,6	26,9	27,1	26,9	27,0
ETP	149,5	154,5	182,6	159,8	143,2	123,6	123,4	133,8	135,2	144,0	142,4	141,2	144,4
Deficiencia agua	139,5	142,5	125,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	T. 421,2
Precipitación	10	12	57	187	237	391	348	372	202	221	134	36	183,9
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	267,4	224,6	238,2	66,8	77,0	0,0	0,0	T. 895,1
UNIDAD F													
Saravena	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	25,4	26,2	26,3	25,9	25,6	25	24,9	25	25,5	25,8	25,7	25,5	25,6
ETP	117,6	119,0	135,0	126,9	127,9	114,7	116,4	116,9	119,1	126,4	119,9	119,1	121,5
Deficiencia agua	0,0	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	T. 27,7
Precipitación	46	66	140	243	384	421	380	333	297	328	219	116	247,6
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	20,9	256,0	306,1	263,3	215,8	177,4	202,0	98,8	0,0	T. 1540,3
Poyata La	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media / total
Temp. media	25,4	26,2	26,3	25,9	25,6	25	24,9	25	25,5	25,8	25,7	25,5	25,6
ETP	119,9	120,3	135,0	126,9	126,7	113,6	114,2	115,8	119,1	126,4	121,1	120,3	121,6
Deficiencia agua	79,4	65,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	T. 144,7
Precipitación	17	55	139	301	393	392	319	287	282	241	154	44	218,5
Exceso agua	0,0	0,0	0,0	77,4	265,9	278,8	204,8	171,4	162,9	114,9	32,4	0,0	T. 1308,5

Distribución de la precipitación según variación latitudinal

En la Tabla 8 se muestra la distribución de las estaciones reales y virtuales según la posición latitudinal. La segregación arbitraria en este arreglo en clases permite tener la siguiente diferenciación:

Franja muy húmeda (4° 25' N – 4° 56' N): incluye los valores de siete estaciones reales con variación entre 1966 mm (Orocúe) y 2623 mm (La Poyata), con una media de 2.252.

Franja moderadamente húmeda (5° 5' N – 5° 25' N): incluye dos estaciones del Casanare, con una media de 2016.

Franja húmeda (6° 2' N – 6° 30' N): incluye once estaciones, tres reales y ocho virtuales, con variación entre 1425 (San Salvador) mm y 2.360 mm (El Paraiso) y una media de 2168.

Franja húmeda (6° 32' N – 6° 58' N): incluye diez estaciones, cuatro virtuales y seis reales,

con variación entre 1.728 mm (Matezamuro) y 2.971 mm (Saravena) y una media de 2.155.

Franja moderadamente húmeda (7° 2' N – 7° 4' N): incluye dos estaciones de Arauca, con una media de 1.928 mm.

Se puede concluir que hay un patrón de distribución que va desde sitios húmedos (al sur) con Mayor monto de precipitación hasta sitios moderadamente húmedos al norte

Variación en el monto de precipitación según años para toda la región de estudio

En la Tabla 9 se muestra la variación anual para todas las estaciones contempladas en el área de estudio. Los años 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 2001, 2002, 2004, 2009 mostraron montos por debajo del promedio multianual, es decir fueron años secos. Los años con valores más bajos que el promedio multianual en la mayoría de las estaciones son 1992, 1993, 1994 y 2002. Según Minorta & Rangel (2014) para la Orinoquia de Colombia

los años 1992, 1997, 2000, 2002, 2001 y 2008, con montos de precipitación por debajo del promedio, fueron años secos. Para la zona de estudio hay coincidencia en esta denominación en los años 1992, 2001 y 2002.

Los años 1992 y 1997, fueron catalogados como años típicamente Niño a nivel mundial. El año 1994 fue catalogado como húmedo para la Orinoquia. Los años con predominio de condiciones húmedas con montos por encima del promedio multianual fueron 1996,

1997 (según la NOAA fue un año niño, seco), 1998, 2000, 2003, 2005, 2008, 2011. Los años con valores más altos que el promedio multianual en la mayoría de las estaciones son 1998, 2000 y 2003. Para la Orinoquia, los años 1996, 1998 y 2010 fueron catalogados como años húmedos, de los cuales 1996 y 2010 son años típicamente Niña a nivel mundial (NOOA, 2013). Finalmente, los años sin un patrón definido para la zona de estudio fueron 1999, 2006, 2007, 2010 (según la NOAA fue un año niña).

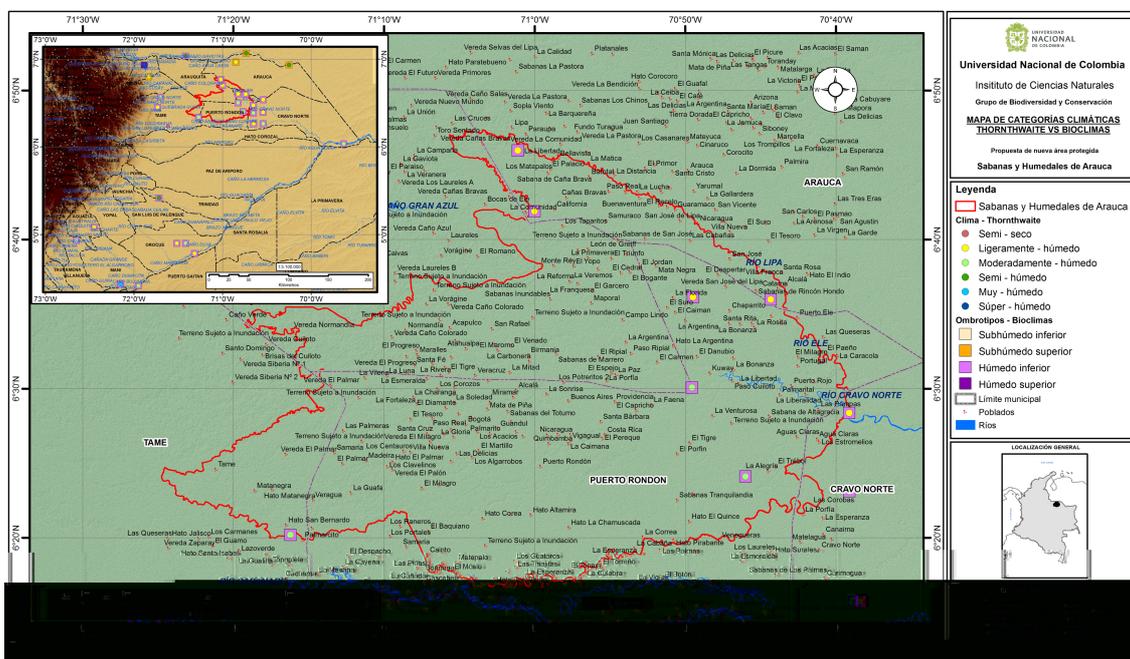


Figura 17. Distribución de las diferentes categorías climáticas caracterizadas en cada uno de los enfoques representados en el presente documento.

Variación en el monto de precipitación anual según estación climatológica

En la Tabla 9, cuando se compara la media según años (sentido horizontal) para todas las estaciones se obtiene las siguientes consideraciones: En las estaciones Pto. Texas, La Poyata, San Luis de Palenque, Morichal, Villanueva, Matezamuro, Arauquita y Apto. Arauca, predomina la condición seca, es decir mayor número de años con montos por debajo del promedio multianual. En Orocué, Macucua, Modulos, La Pradera, San Jose, San Salvador, Tame Banadia y Saravena, es

mayor la frecuencia de condiciones húmedas en el monto anual, mientras que en El Paraíso hay repartición equilibrada entre años húmedos y secos (50%). Estos resultados junto con la calificación de condición húmedo seco para los años consolidan las consideraciones de Rangel y Carvajal (2012) y Briceno et al. (2016) sobre la necesidad de buscar patrones, al menos regionales, para poder asumir con aceptable grado de certeza la presencia de condiciones de años niño o niña a esta escala. El alcance de las clasificaciones del clima en la zona de estudio.

Tabla 7. Síntesis estaciones climáticas húmedales y áreas inundables de Arauca.

Un. Fis.	Dpto.	Mpio.	Estación	Alt. m	Monto anual	Año húmedo/seco	Exceso/deficiencia (%)	Distr. lluvias	Clima según Thortnthwaite	Tipo de clima	Índice humedad	Índice aridez
UNIDAD C (>1400 - 1800 mm de precipitación anual)												
Lln. Al.	ARA.	Arauca	Matezamuro	150	1728	2575/1046	49/39	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-Húmedo	39,54	21,01
Lln. Al.	CAS.	Hato corozal	San Salvador	220	1425	1890/851	33/40	U-B	C ₁ SA'	Semi-seco	13,69	31,30
UNIDAD D (>1800 - 2200 mm de precipitación anual)												
Pdmt.	ARA.	Saravena	Banadía	300	2021	2364/1642	17/19	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-Húmedo	38,79	16,94
Lln. Al.	ARA.	Arauca	Apto Arauca	128	1841	2470/1514	34/18	U-B	C ₂ SA'	Semi-Húmedo	30,71	24,82
Lln. Al.	ARA.	Arauca	Villanueva	100	1817	2223/1231	22/32	U-B	C ₂ SA'	Semi-Húmedo	22,26	33,58
Lln. Al.	ARA.	Araucquita	Araucquita	100	2015	2643/1560	31/22	U-B	C ₂ SA'	Semi-Húmedo	23,61	25,28
Pdmt.	ARA.	Tame	Tame	350	2039	2879/915	41/55	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-Húmedo	49,84	17,76
Lln. Al.	CAS.	Aguazul	San Jose	190	2030	2524/1307	24/36	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-Húmedo	44,17	21,54
Lln. Al.	CAS.	Orocue	Orocue	130	1966	2686/785	37/60	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-Húmedo	34,61	21,24
Lln. El.	CAS.	San Luis de Palenque	San Luis de Palenque	170	2003	2835/1418		U-B	C ₂ SA'	Semi-Húmedo	37,15	31,42
Lln. Al.	ARA.	Tame	Virtual 3	148	2138	NA	NA	U-B	B ₂ SA'	Moderadamente-Húmedo	51,86	19,65
Lln. Al.	ARA.	Cravo Norte	Virtual 9	117	2040	NA	NA	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-Húmedo	42,03	25,98
Lln. Al.	ARA.	Puerto Rondón	Virtual 11	110	2185	NA	NA	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-Húmedo	53,31	26,34
Lln. Al.	ARA.	Araucquita	Virtual 12	132	2030	NA	NA	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-Húmedo	43,7	22,85
Lln. Al.	ARA.	Araucquita	Virtual 13	144	2088	NA	NA	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-Húmedo	45,50	21,19
UNIDAD E (>2200 - 2600 mm de precipitación anual)												
Lln. Al.	ARA.	Cravo norte	El Paraiso	87	2360	3122/1680	32/29	U-B	B ₂ SA'	Moderadamente-Húmedo	58,68	22,60
Pdmt.	ARA.	Tame	Morichal	300	2467	5100/1592	107/35	U-B	B ₂ RA'	Moderadamente-Húmedo	63,63	15,16
Lln. Al.	CAS.	Mani	Pro Texas	142	2241	2925/1811	30/19	U-B	B ₂ SA'	Moderadamente-Húmedo	51,39	18,04
Lln. Al.	CAS.	Orocue	Macucuaana	117	2207	2937/1671	33/24	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-húmedo	47,39	20,09
Lln. Al.	CAS.	Orocue	Modulos	130	2314	2892/1811	25/22	U-B	B ₂ SA'	Moderadamente-Húmedo	59,92	19,46
Lln. Al.	CAS.	Tauramena	Pradera La	180	2437	3037/1934	25/21	U-B	B ₂ SA'	Moderadamente-Húmedo	68,42	23,86
Lln. Al.	ARA.	Cravo Norte	Virtual 1	114	2233	NA	NA	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-húmedo	54,24	25,07
Lln. Al.	ARA.	Cravo Norte	Virtual 2	109	2269	NA	NA	U-B	B ₂ SA'	Moderadamente-Húmedo	55,59	24,91
Lln. Al.	ARA.	Cravo Norte	Virtual 4	105	2266	NA	NA	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-húmedo	54,25	25,03
Lln. Al.	ARA.	Cravo Norte	Virtual 5	111	2263	NA	NA	U-B	B ₂ SA'	Moderadamente-Húmedo	56,51	26,18
Lln. Al.	ARA.	Puerto Rondón	Virtual 6	124	2315	NA	NA	U-B	B ₂ SA'	Moderadamente-Húmedo	59,06	24,81
Lln. Al.	ARA.	Cravo Norte	Virtual 7	128	2210	NA	NA	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-húmedo	51,43	24,01
Lln. Al.	ARA.	Puerto Rondón	Virtual 8	122	2333	NA	NA	U-B	B ₂ SA'	Moderadamente-Húmedo	59,92	24,06
Lln. Al.	ARA.	Puerto Rondón	Virtual 10	112	2207	NA	NA	U-B	B ₁ SA'	Ligeramente-húmedo	51,65	24,3
UNIDAD F (>2600 - 3000 mm de precipitación anual)												
Lln. Al.	ARA.	Saravena	Saravena	148	2971	3674/2239	24/25	U-B	ARA'	Súper-húmedo	105,58	1,9
Lln. Al.	CAS.	Mani	Poyata La	147	2623	4338/1927	65/26	U-B	BaRA'	Muy-Húmedo	89,66	9,92

Pdmt.=Piedemonte; Alt.=Altillanura; Lln. Al.= Llanura aluvial; Lln. El.= Llanura eólica; MET.= Meta; ARA.= Arauca; CAS.= Casanare; VCHD.= Vichada; B-T= Bimodal-Tetraestacional; U-B= Unimodal-Biestacional

Tabla 8. Distribución en clases según latitud del monto anual de precipitación en las estaciones de la zona de estudio.

ID	Dpto.	Mpio.	Unidad fisiográfica	Altitud m	Lat.	Long.	Estación	Promedio multianual mm
78	Casanare	Mani	Llanura aluvial	142	4° 25'	71° 57'	Pto Texas	2241
77	Casanare	Mani	Llanura aluvial	147	4° 26'	72° 09'	Poyata La	2623
76	Casanare	Mani	Llanura aluvial	140	4° 34'	71° 50'	Patagonia La	1975
82	Casanare	Orocue	Llanura aluvial	130	4° 47'	71° 19'	Orocue	1966
80	Casanare	Orocue	Llanura aluvial	117	4° 54'	71° 31'	Macucuana	2207
81	Casanare	Orocue	Llanura aluvial	130	4° 54'	71° 25'	Modulos	2314
93	Casanare	Tauramena	Llanura aluvial	180	4°56'	72° 39'	Pradera La	2437
70	Casanare	Aguazul	Llanura aluvial	190	5° 05'	72° 27'	San Jose	2030
90	Casanare	San Luis de Palenque	Llanura eólica	170	5° 25'	71° 43'	San Luis de Palenque	2003
63	Arauca	Cravo Norte	Llanura aluvial	87	6° 02'	69° 38'	Paraiso El	2360
74	Casanare	Hato Corozal	Llanura aluvial	220	6° 14'	71° 37'	San Salvador	1425
27	Arauca	Cravo Norte	Llanura aluvial	114	6° 15'	70° 38'	Virtual 1	2233
30	Arauca	Cravo Norte	Llanura aluvial	109	6° 15'	70° 32'	Virtual 2	2269
24	Arauca	Tame	Llanura aluvial	148	6° 20'	71° 16'	Virtual 3	2138
29	Arauca	Cravo Norte	Llanura aluvial	105	6° 23'	70° 32'	Virtual 4	2266
26	Arauca	Cravo Norte	Llanura aluvial	111	6° 23'	70° 39'	Virtual 5	2263
17	Arauca	Puerto Rondon	Llanura aluvial	124	6° 24'	70° 46'	Virtual 6	2315
68	Arauca	Tame	Piedemonte	350	6° 27'	71° 44'	Tame	2039
25	Arauca	Cravo Norte	Llanura aluvial	128	6° 28'	70° 39'	Virtual 7	2210
22	Arauca	Puerto Rondon	Llanura aluvial	122	6° 30'	70° 49'	Virtual 8	2333
28	Arauca	Cravo Norte	Llanura aluvial	117	6° 32'	70° 32'	Virtual 9	2040
66	Arauca	Tame	Piedemonte	300	6° 34'	71° 42'	Morichal	2467
8	Arauca	Puerto Rondon	Llanura aluvial	112	6° 35'	70° 44'	Virtual 10	2207
21	Arauca	Puerto Rondon	Llanura aluvial	110	6° 36'	70° 49'	Virtual 11	2185
5	Arauca	Arauquita	Llanura aluvial	132	6° 41'	71° 0'	Virtual 12	2030
2	Arauca	Arauquita	Llanura aluvial	144	6° 45'	71° 1'	Virtual 13	2088
64	Arauca	Saravena	Piedemonte	300	6° 48'	71° 50'	Banadia	2021
61	Arauca	Arauca	Llanura aluvial	100	6° 56'	70° 15'	Villanueva	1817
65	Arauca	Saravena	Llanura aluvial	148	6° 56'	71° 53'	Saravena	2971
60	Arauca	Arauca	Llanura aluvial	150	6° 58'	70° 51'	Matezamuro	1728
62	Arauca	Arauquita	Llanura aluvial	100	7° 02'	71° 25'	Arauquita	2015
59	Arauca	Arauca	Llanura aluvial	128	7° 04'	70° 44'	Apto Arauca	1841

La caracterización bioclimática (Rivas-Martínez et al. 2011) en la zona de estudio (Gopar-Merino et al. 2017) estableció lo siguiente: un macrobioclima (Tropical), un bioclima (pluviestacional), un termotipo

(infratropical superior) y dos ombrotipos (húmedo inferior y sub húmedo superior). El Isobioclima predominante en el área fue el Tropical pluviestacional infratropical superior húmedo inferior.

Tabla 9. Variaciones en el monto de precipitación según años en las estaciones del área de estudio.

ID	Estación	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Monto anual	Ponderación	
78	Pto Texas	2122	2425	1811	2022	2291	1902	2406	1812	2076	2114	2911	2883	2079	2316	2925	2266	NA	2282	2103	2058	1934	2331	2241	52%	
77	Poyata La	2086	2624	4058	4338	3504	2733	2525	2135	2261	1927	NA	NA	1937	2434	2619	2583	2484	2301	2327	2595	2417	2574	2623	75%	
82	Orocue	2592	1861	2048	1974	2461	1897	2114	1818	961	785	2284	2596	2461	2686	2196	2089	1543	1393	1550	2009	1902	2035	1966	41%	
80	Macucuaana	2161	2382	1793	2141	2313	2072	1915	1902	2225	1685	2420	1671	2344	2267	2117	2086	2493	2428	2317	2302	2586	2937	2207	45%	
81	Modulos	2354	1855	1811	2784	2533	2475	2193	1856	2500	1864	2405	2220	2554	NA	2376	2610	2215	2046	2159	2367	2532	2892	2314	43%	
93	Pradera La	2476	2419	2498	2130	2341	2719	2734	2121	2639	2208	2215	2014	2510	2721	2725	2206	2615	2025	3037	1934	2820	2513	2437	45%	
70	San Jose	1938	1801	2298	2524	2415	2190	2049	1552	2390	1436	1916	1653	1307	NA	NA	2215	2125	2207	2089	2099	2364	NA	2030	37%	
90	San Luis de Palenque	1776	1640	1781	1712	2030	2361	1418	2034	2553	2080	2318	1655	1965	2211	2835	1883	1639	1704	1731	1957	2303	2477	2003	55%	
63	Paraiso El	2480	2180	2235	2650	3049	2116	2405	1680	2465	2451	2368	1967	NA	2222	3122	1734	2719	2261	2080	2267	2745	NA	2360	50%	
74	San Salvador	1561	851	1621	1879	1377	1190	NA	1113	1890	1554	1429	1213	NA	1425	45%										
68	Tame	2078	NA	2075	2247	2260	2263	NA	1961	2024	2879	2351	1528	2082	915	NA	2503	NA	2091	1671	1701	2034	NA	2039	41%	
66	Morichal	4804	3962	5100	2638	2177	1758	1964	1592	2233	2401	2194	NA	2042	NA	NA	1641	2081	1959	1850	1930	2089	NA	2467	78%	
64	Banadia	1642	2057	2364	NA	2021	33%																			
61	Villanueva	1640	2166	2204	1701	2018	1792	2161	1858	2210	1642	1231	1622	1842	1625	1751	1721	1688	1690	2223	1470	1902	NA	1817	57%	
65	Saravena	3515	2685	2754	2429	3510	3111	2648	2239	3038	NA	2911	2619	3208	2990	3317	2694	3356	2913	3172	2638	3674	NA	2971	45%	
60	Matezamor	1954	1046	2171	1703	1933	1853	2575	1328	2441	1663	1801	1575	1749	1325	1448	1484	1414	2050	1452	1702	1632	NA	1728	57%	
62	Araucuita	2305	1879	2311	2083	1914	2442	2436	1653	1869	2035	1571	1997	1752	2643	2104	1801	2286	2396	1615	1656	1560	NA	2015	52%	
59	Apto Arauca	1772	1743	1845	1818	1979	1838	2470	1614	1822	2138	2009	1906	1721	1514	1799	1726	1577	2118	1694	1769	1704	1916	1841	64%	
Promedio regional (todas las estaciones)		2292	2093	2377	2281	2359	2160	2268	1780	2212	1929	2146	1941	2104	2144	2410	2078	2160	2117	2067	2028	2262	2459			
Ponderación (precipitación)		61%	53%	72%	65%	65%	53%	47%	47%	35%	50%	37%	53%	67%	31%	54%	44%	50%	50%	44%	57%	50%	38%			

La aproximación bioclimática de amplio uso en la península ibérica igualmente viene siendo implementada en otros lugares como México. En razón a que, en Colombia, particularmente en las áreas que se han caracterizado por el grupo biodiversidad y conservación del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional se utiliza la aproximación de Thornthwaite (véase Rangel y Carvajal, 2012), estos estudios se realizó una comparación de los tipos de clima que se logran caracterizar con cada uno de los enfoques. En la Tabla 10 aparece la información sobre los tipos de clima (isobioclima) en las estaciones del área de estudio incluyendo algunas virtuales. En la caracterización climática de acuerdo con el enfoque de Rangel & Carvajal (2012) permitió diferenciar cuatro grandes unidades climáticas: C (>1.400 – 1.800 mm de precipitación anual); D (>1.800 – 2.200 mm de precipitación anual); E (>2.200 – 2.600

mm de precipitación anual) y F (>2.600 – 3.000 mm de precipitación anual). En estas grandes unidades hay diferentes tipos de clima según Thornthwaite: semiseco (C1SA'), ligeramente húmedo (B1SA'), semihúmedo (C2SA'), moderadamente húmedo (B2SA'), super húmedo (ARA') y muy húmedo (B4RA').

En la caracterización bioclimática se definió solamente el termotipo Infratropical superior y los ombrotipos Subhúmedo superior, Subhúmedo inferior, Húmedo inferior, que se manifiestan en tres isobioclimas a saber Tropical pluviestacional Infratropical superior Subhúmedo superior; Tropical pluviestacional Infratropical superior Subhúmedo inferior y Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior. En la Figura 17 se muestra la distribución de las diferentes categorías caracterizadas en cada uno de los enfoques.

Tabla 10. Comparación entre los tipos de clima según Thornthwaite y las categorías bioclimáticas en el área de estudio.

Un. Fis.	Dpto.	Mpio.	Estación	Alt. m	Monto anual	Clima según Thornthwaite	Tipo de clima	Índice humedad	Termotipo	Ombrotipo	Isobioclima
UNIDAD C (>1400 - 1800 mm de precipitación anual)											
Lln. Al.	Ara.	Arauca	Matezamuro	150	1728	B1SA'	Ligeramente -húmedo	39,54	Infratropical superior	Subhúmedo superior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Subhúmedo superior
Lln. Al.	Cas.	Hato Corozal	San Salvador	220	1425	C1SA'	Semi-seco	13,69	Infratropical superior	Subhúmedo inferior	Tropical pluviestacional Infratropical superior Subhúmedo inferior
UNIDAD D (>1800 - 2200 mm de precipitación anual)											
Pdmt.	Ara.	Saravena	Banadía	300	2021	B1SA'	Ligeramente -húmedo	38,79	Infratropical superior	Subhúmedo superior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Subhúmedo superior
Lln. Al.	Ara.	Arauca	Apto Arauca	128	1841	C2SA'	Semi-húmedo	30,71	Infratropical superior	Subhúmedo superior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Subhúmedo superior
Lln. Al.	Ara.	Arauca	Villanueva	100	1817	C2SA'	Semi-húmedo	22,26	Infratropical superior	Subhúmedo superior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Subhúmedo superior

Un. Fis.	Dpto.	Mpio.	Estación	Alt. m	Monto anual	Clima según Thornthwaite	Tipo de clima	Índice humedad	Termostipo	Ombrotipo	Isobioclíma
Lln. AL	Ara.	Araucuita	Araucuita	100	2015	C2SA'	Semi-húmedo	23,61	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Pdmt.	Ara.	Tame	Tame	350	2039	B1SA'	Ligeramente húmedo	49,84	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Cas.	Aguazul	San Jose	190	2030	B1SA'	Ligeramente húmedo	44,17	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Cas.	Orocue	Orocue	130	1966	B1SA'	Ligeramente húmedo	34,61	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. EL	Cas.	San Luis De Palenque	San Luis De Palenque	170	2003	C2SA'	Semi-húmedo	37,15	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Tame	Virtual 3	148	2138	B2SA'	Moderadamente húmedo	51,86	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Cravo Norte	Virtual 9	117	2040	B1SA'	Ligeramente húmedo	42,03	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Puerto Rondón	Virtual 11	110	2185	B1SA'	Ligeramente húmedo	53,31	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Araucuita	Virtual 12	132	2030	B1SA'	Ligeramente húmedo	43,7	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Araucuita	Virtual 13	144	2088	B1SA'	Ligeramente húmedo	45,5	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
UNIDAD E (>2200 - 2600 mm de precipitación anual)											
Lln. AL	Ara.	Cravo Norte	El Paraiso	87	2360	B2SA'	Moderadamente húmedo	58,68	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Pdmt.	Ara.	Tame	Morichal	300	2467	B2RA'	Moderadamente húmedo	63,63	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Cas.	Mani	Pto Texas	142	2241	B2SA'	Moderadamente húmedo	51,39	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluviestacional Infratropical superior Húmedo inferior

Un. Fis.	Dpto.	Mpio.	Estación	Alt. m	Monto anual	Clima según Thornthwaite	Tipo de clima	Índice humedad	Termotipo	Ombrotipo	Isobioclíma
Lln. AL	Cas.	Orocue	Macucuana	117	2207	B1SA'	Ligeramente - húmedo	47,39	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Cas.	Orocue	Modulos	130	2314	B2SA'	Moderadam ente-húmedo	59,92	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Cas.	Taurame na	Pradera La	180	2437	B2SA'	Moderadam ente-húmedo	68,42	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Cravo Norte	Virtual 1	114	2233	B1SA'	Ligeramente - húmedo	54,24	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Cravo Norte	Virtual 2	109	2269	B2SA'	Moderadam ente-húmedo	55,59	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Cravo Norte	Virtual 4	105	2266	B1SA'	Ligeramente - húmedo	54,25	Infratropical superior	Subhúmedo superior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Subhúmedo superior
Lln. AL	Ara.	Cravo Norte	Virtual 5	111	2263	B2SA'	Moderadam ente-húmedo	56,51	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Puerto Rondón	Virtual 6	124	2315	B2SA'	Moderadam ente-húmedo	59,06	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Cravo Norte	Virtual 7	128	2210	B1SA'	Ligeramente - húmedo	51,43	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Puerto Rondón	Virtual 8	122	2333	B2SA'	Moderadam ente-húmedo	59,92	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Ara.	Puerto Rondón	Virtual 10	112	2207	B1SA'	Ligeramente - húmedo	51,65	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
UNIDAD F (>2600 - 3000 mm de precipitación anual)											
Lln. AL	Ara.	Saravena	Saravena	148	2971	ARA'	Súper-húmedo	105,58	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior
Lln. AL	Cas.	Mani	Poyata La	147	2623	B4RA'	Muy-húmedo	89,66	Infratropical superior	Húmedo inferior	Tropical, pluvistacional Infratropical superior Húmedo inferior

Agradecimientos

Los autores agradecen a tres evaluadores anónimos y G. Aymard (PORT) por la revisión del manuscrito original. La presente contribución se enmarca en el convenio entre Parques Nacionales Naturales y La Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia.

Literatura citada

- Arellano-P., H., J. O. Rangel-Ch. & A. M. García-M. 2007. Clima y topoclima. Pp. 19-41. En: Colombia Diversidad Biótica V. La alta montaña de la serranía de Perijá. J. O. Rangel-Ch. (Ed.), Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales-CORPOCESAR. Bogotá D.C.
- Beltrán J. E. 2012. Formulación de un modelo dinámico de simulación ecológica del humedal de Jaboque-Bogotá D.C., con fines de restauración y conservación. Tesis de Doctor. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
- Blydenstein, J. 1967. Tropical savanna vegetation of the llanos of Colombia. *Ecology* 48:1-15.
- Briceño, A.M., J. O. Rangel-Ch. & S. Bogino. 2016. Estudio de los anillos de crecimiento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en Colombia. *Colombia Forestal* 19(2): 219-232.
- Brunschweiler, D. 1972. The Llanos frontier of Colombia: Environment and changing land use in Meta. Michigan State University, East Lansing Michigan. U.S.A, 55 p.
- Del Río, S. 2005. El cambio climático y su influencia en la vegetación de Castilla y León (España). *Itinera Geobotanica* 16:1-534.
- Gopar-Merino, L., A. Velázquez & J. Giménez. 2015. Bioclimatic mapping as a new method to assess effects of climatic change. *Ecosphere* 6(1): 1-13.
- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones & A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25(15): 1965-1978.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt Colombia - IAVH. 2004. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano. Instituto Alexander von Humboldt. Series Colombia. Biodiversidad por Naturaleza. Bogotá D.C. Colombia. 189 p.
- IDEAM. 1998. El medio ambiente en Colombia. Bogotá D.C., Colombia. 495 p.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) 2005. Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá D.C. Colombia. 217 p.
- IDEAM 2010. Sistemas morfogénicos del territorio Colombiano. Bogotá, D.C. Colombia. 252 p., 2 anexos, 26 planchas en DVD.
- Jaramillo-J., A y J.O. Rangel-Ch. 2014. Las unidades del paisaje y los bloques del territorio de la Orinoquia. Pp. 101-152. En: Colombia Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia, J. O. Rangel-Ch. (ed.), Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo & A. Rial. (eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, Colombia, WWF-Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia. 609 p.
- Minorta-C., V. y J.O. Rangel-Ch. 2014. El clima de la Orinoquia colombiana. Pp. 153-206. En: Colombia Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia, J. O. Rangel-Ch. (ed.), Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- NOAA (National Oceanic And Atmospheric Administration) United States Department of Commerce. 2013. www.noaa.gov visitada el 6 de Agosto de 2014.

- Pacheco, Y. y G. León-A. 2001. Clasificación climática de la Orinoquia colombiana a partir de los patrones de circulación atmosférica. *Meteorología colombiana* 4: 117-120.
- Peinado, M., M. Macías, F. Ocaña-peinado, J. Aguirre & J. Delgadillo. 2010. Bioclimates and vegetation along the Pacific basin of northwestern Mexico. *Plant Ecology* 212(2): 263-281.
- Rangel-Ch., J.O., H. Sánchez-C., P. Lowy-C., M. Aguilar-P. Y A. Castillo. 1995. Región de la Orinoquia. Pp. 239-254. En: Colombia Diversidad Biótica 1. J. O. Rangel-Ch. (ed.), Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Rangel-Ch., J. O. y H. Arellano-P. 2010. Clima Pp. 1-13 En: Colombia Diversidad Biótica IX. Ciénagas de Córdoba: Biodiversidad, Ecología y Manejo Ambiental. J.O. Rangel-Ch. (ed.), Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales-CVS. Bogotá D.C.
- Rangel-Ch., J. O y J. E. Carvajal-C. 2012. Clima de la región Caribe colombiana. Pp. 67-129. En: Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia. J. O. Rangel-Ch. (ed.), Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- Rippstein, G., E. Escobar, J. M. Toledo, M. Fisher y E. Mesa. 2001. Caracterización de comunidades vegetales de la altillanura en el centro de investigación agropecuaria Carimagua, en Meta, Colombia. Pp. 22-46. En: Agroecología y Biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia. G. Rippstein, E. Escobar y F. Motta (eds). CIAT & CIRAD. Cali, Colombia.
- Rivas-Martínez, S., S. Rivas & A. Penas. 2011. Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany* 1: 1-634.
- Rudas, A. 2010. Unidades ecogeográficas y su relación con la diversidad vegetal de la Amazonia colombiana. Tesis de Doctor. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
- Thorntwaite, C. 1931. The climates of North America: according to a new classification. *Geographical Review* 21(4): 633-55.
- Van Der Hammen, T. 1984. Ecosistemas zonales en el flanco Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta (transecto Buritaca - La Cumbre). Pp. 589-603. En: La Sierra Nevada de Santa Marta (transecto Buritaca - La Cumbre). Estudio de ecosistemas tropandinos 2. T. Van der Hammen & P.M. Ruiz (eds). J. Cramer. Berlín-Stuttgart.