

**CONSIDERACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO  
DE LA RELACION PRECIPITACION Y LA  
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN LA  
DEPRESION DE BARLOVENTO, ESTADO MIRANDA**

Vidal Sáez Sáez\*

**RESUMEN**

El reconocimiento de las condiciones climáticas del país tiene especial relevancia para el ordenamiento del territorio y de los recursos hídricos. El objetivo del trabajo es caracterizar el comportamiento que se establece entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (ETP) en la Depresión de Barlovento, en el Estado Miranda. Se empleó como información básica la precipitación mensual para 30 años (1967-1992) y la ETP estimada para el área. Se calcularon las fechas de ocurrencia del período de crecimiento (como el momento en que la  $Pp \geq 1/2ETP$  y tiempo que dura esta relación) y húmedo (como el momento en que la  $Pp \geq ETP$  y tiempo que dura la relación). A partir de las series se evaluaron las fechas medias (frecuencia de ocurrencia del 50%) y confiables (frecuencia de ocurrencia del 75%) considerando también las duraciones de los períodos mencionados. Con los resultados de balances hídricos consecutivos para el período de estudio se analizó el comportamiento espacial y temporal de los índices de almacenamiento de agua en el suelo, excesos hídricos y déficits. Se encontró que el período de crecimiento medio en la Depresión de Barlovento comienza a finales de marzo y dura hasta 300 días. Existe una ocurrencia del 40% de que este período se prolongue de 360 a 450 días, por lo que se hace uno de los más largos en el país. Asociado a

estos períodos están las láminas de excesos de agua las cuales alcanzando los mayores valores en los meses de junio a septiembre (100 a 150 mm, respectivamente). Finalmente se observan en el área déficits hídricos con láminas de 20 a 40 mm de mayo y junio, asociadas a una frecuencia de 40 al 30% de ocurrencia, respectivamente.

**Palabras clave:** balance hídrico, exceso hídrico, déficit hídrico.

## ABSTRACT

The recognition of the climatic conditions of the country has special relevance for the classification of the territory and the resources. The objective of the present paper is to determine the behavior of relationships between precipitation and evapotranspiration potential in the region of Barlovento in the Miranda State. It have been employment basic information the monthly precipitation for 30 years (1967-1996) and values of evapotranspiration. It were considered the dates of occurrence of the period of growth (moment in that the  $Pp^{3/2ETP}$  and duration) and humid (moment in that the  $Pp^{3ETP}$  and duration), and the dates were evaluated (50% of occurrence frequency) and reliable (75% occurrence frequency); it was also considered the duration of the mentioned periods. With results of balances water serial for the period of study and the indexes of storage of water in the soils, deficits and excesses were analyzed. It was obtained as a result that the period of half growth in Barlovento Area begins at the end of March and it lasts up to 300 days in term average; it stands out that it exists an occurrence of 40% that this period is prolonged from 360 to 450 days, being one of the longest in the country. Associated to these periods one has that the sheets of excesses of water are considerable of 50% occurrence, for the months of June to September (100 to 150 mm, respectively). Finally water deficit are observed with small sheets that vary from 20 to 40 mm, May and June, associated to a frequency from 40 to 30% occurrence, respectively.

**Key words:** water balance, excess index, deficit index.

## 1. INTRODUCCION

Una de las regiones más lluviosas del país se emplaza en Barlovento, en el Estado Miranda, lo cual ha dado características particulares a las actividades que allí se realizan y en particular a las agrícolas. El estudio del comportamiento de las lluvias que

caracterizan a esta área, se hace necesario a los fines de planificar el aprovechamiento de los recursos hídricos y agrícolas en esa región. Este trabajo tiene como objetivo principal determinar el comportamiento entre la precipitación y evapotranspiración potencial (Pp - ETP) en la Depresión de Barlovento, Estado Miranda basado en la observación de 30 años de registros comprendidos entre 1967-1996 (cuadro 1). Para alcanzar este umbral, se plantearon varios como objetivos:

Caracterizar las fechas y duraciones del período de crecimiento y húmedo, en dos posibilidades de ocurrencia para la Depresión de Barlovento para el período 1967-1996.

Caracterizar el comportamiento de los índices climáticos almacenamiento, excesos y déficits para la Depresión de Barlovento para el período 1967-1996.

## **2. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA**

El Estado Miranda se encuentra emplazado en el centro-norte del país, ocupa una superficie aproximada de 7950 km<sup>2</sup>. Físicamente compuesto por tres regiones naturales (MARNR, 1983a) y una de ellas la región de la Depresión de Barlovento (figuras 1 y 2).

La Depresión de Barlovento con una superficie de aproximadamente 2.000 km<sup>2</sup>, separa la Serranía del Litoral y del Interior, por su extremo Este, formando una especie de cuña triangular desde la costa hasta Araguaita. Corresponde a una amplia planicie de origen sedimentario, donde la acción fluvio-marina ha jugado un papel en el proceso de deposición de los sedimentos acarreados desde los sectores montañosos de las serranías. Se identifican paisajes bajos y planos, tales como valles, planicies de explayamiento y litoral marinos. En general, el clima de la región se caracteriza por presentar lluvias de 8 a 10 meses al año, aumen-

tando considerablemente su volumen desde la costa hacia el oeste. Los suelos son de muy alta fertilidad en los valles húmedos y las planicies de explayamiento, propicias para el desarrollo de plantaciones, especialmente cacao.

Los montos de registros de la precipitación anual se encuentran afectados por los aportes de humedad que hacen los vientos Alisios al penetrar por Este-Noreste de la región y ocasionar lluvias orográficas que llegan hasta 2.600 mm anuales, y disminuyen progresivamente desde el centro de la Depresión hacia su periferia llegando a totalizar entre 1.400 a 1.200 en las localidades de Curiepe, Río Chico y Cúpira (cuadros 1, 2 y figura 3). La evaporación media anual se presenta con registros de 1.800 mm a 1.600 mm anuales, en donde el mes de mayor pérdida corresponde a mayo. Estos valores se incrementan desde el centro de la Depresión de Barlovento y hacia los extremos de la región con valores que oscilan entre 2.000 mm a 2.200 mm (cuadro 2). En cuanto a las temperaturas máximas medias están en el orden de 29° a 31°C, mientras las mínimas varían entre 19° a 22°C. El comportamiento de las medias mensuales a lo largo del año se caracteriza por presentar dos máximos, ubicándose el principal en marzo o abril, y las mínimas en enero (cuadro 2).

### **3. INFORMACION BASICA UTILIZADA**

La información cartográfica usada la conforman las cartas NC 19-8 (Caracas), NC 20-5 (Pto. La Cruz), NC 19-12 (San Juan de los Morros), NC 20-9 (Zaraza), escala 1:250.000 del Servicio Autónomo de Cartografía Nacional. Los datos climáticos (precipitación, evaporación, y temperatura del aire) fueron obtenidos de la Dirección de Hidrología y Meteorología del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN), con un período de registro de 30 años desde 1967 a 1996, y a nivel mensual. La información básica referente a suelos y características fisiográficas del área, fue obtenida de revisión

bibliográfica.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Tratamiento de la Información Climática.**

La información mensual de precipitación se completó mediante los métodos de desenglobe y correlación simple; luego se estimó la homogeneidad de las series. Para la revisión y estimación de valores de temperatura del aire se utilizó el método de sustitución por el promedio.

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) se utilizaron los datos de evaporación medida en tina tipo A de seis estaciones climatológicas, la cual fue ajustada a un coeficiente de 0.70 (para las estaciones ubicadas dentro de la región de la Depresión de Barlovento) y 0.75 (para las estaciones ubicadas cerca de la costa), en la estimación de la ETP. Luego se efectuó el cálculo de balances hídricos continuos para el período de estudio, es decir, a partir del primer año de la serie (1967) hasta el último (1996), con el apoyo de un programa computarizado (en Fortran) denominado Balance, perteneciente a la Dirección de Hidrología y Meteorología del MARN. La ventaja de este procedimiento es que al momento del inicio del balance se mantienen las condiciones de un año (ciclo) al otro, tales como el almacenamiento de agua en el suelo, láminas de excesos o déficits, las cuales serán modificadas en la medida como se presente la precipitación y la ETP.

### **4.2. Determinación del Periodo de Crecimiento y del Periodo Húmedo.**

Se utilizó la propuesta metodológica de Franquin (tomado de Martelo, 1995) para estimar los períodos de crecimiento y el húmedo. Este método es de gran aplicación en las áreas tropicales con limitaciones de humedad en el continente africano, y sirve de

criterio de ajuste a las actividades agrícolas, a partir de la estimación de fechas y sus duraciones, tales como determinar el comienzo de las siembras y disponibilidad de agua para el desarrollo de los cultivos, es decir, el método propone determinar los períodos en que la lluvia supera a la ETP, y de acá surgen varias situaciones que se deben definir (gráfico 1).

Según el procedimiento, el período de crecimiento se define como el lapso de tiempo durante el cual la precipitación es mayor o igual a la mitad de la ETP. En áreas con régimen de lluvias estacionales puede durar algunos meses a la fecha de iniciarse este evento. El período húmedo es definido como el lapso tiempo durante el cual la precipitación supera o iguala a la ETP, por lo general suele durar menos que el período de crecimiento. El período de siembra es el lapso de tiempo que transcurre cuando la lluvia supera a un medio de la ETP hasta llegar a superar los valores de ETP, es decir coincide con el comienzo del período de crecimiento hasta el comienzo del período húmedo, suele durar de algunos días a semanas (gráfico 1). También en el período de siembra o pre-húmedo se considera que la resistencia mecánica del terreno permite el tránsito de maquinaria (no se hunda) y el laboreo para actividades propias de preparación de las tierras, y de allí en parte su nombre. En el gráfico 1 se puede observar que cuando se cruzan o cortan las curvas ( $P_p$  y  $1/2ETP$ ;  $P_p$  y  $ETP$ ), éstas coinciden con una fecha en particular en el eje horizontal representada por el tiempo y ello permite fijar el inicio del evento de interés e incluso su duración en el momento en que las curvas se encuentran al final del ciclo.

Dado el comportamiento de las lluvias entre un año y el siguiente, el inicio y la duración de los eventos pueden cambiar, llegando a presentarse situaciones donde no ocurra el período húmedo si el año fuese relativamente “seco”. También el período de siembra pueda ser muy corto si las lluvias se establecen rápidamente o definirse “falso inicio” si comienzan las lluvias y

luego cesarán por algunas semanas. En fin, estimar el corte o cruce de estos valores año a año para un período de consideración (por ejemplo de 25 a 30 años), permite establecer umbrales de frecuencia de ocurrencia o percentiles para cada uno de los períodos antes mencionados. Según la metodología, se define como período normal: el valor se acerca al percentil 50%, y período confiable: el valor se asocia al percentil 75%, que por lo general en términos de precipitación éste último percentil es más bajo y fácil de ser superado. Por otra parte, y en términos de tiempo, el percentil 75% corresponde a las fechas más tardías, en tanto que para las series el percentil del 50% se asocia a las duraciones normales.

Reiterando, estos períodos son básicamente climáticos, pero de gran significado agronómico, debido que la ETP puede ser entendida como la demanda hídrica del ambiente. El período de crecimiento representa el tiempo durante el cual se cubre al menos la mitad de la demanda (se incluyen por supuesto a los cultivos, corresponde en equivalente al período en que éstos se siembran y se establecen), mientras que el período húmedo representa el tiempo durante el cual la demanda es totalmente satisfecha (en el caso de los cultivos, éstos se encuentran en sus fases críticas o de máxima demanda hídrica: floración, fructificación). La ETP se define como la demanda hídrica de un ambiente natural, pero se utiliza como una primera aproximación en el cálculo de la demanda hídrica de los cultivos.

El procedimiento de Franquin se aplicó a cada uno de los años, determinando tanto las fechas de inicio como las duraciones de los períodos de crecimiento y húmedo. Luego se estimaron las frecuencias de ocurrencia normal y confiable para estas fechas y duraciones. Se calculó la precipitación acumulada durante los períodos de crecimiento y húmedo, para cada uno de los años del período de registro, lo cual generó otra serie de registros y a partir de ésta se determinó la lámina acumulada

que se vincula con la frecuencia de ocurrencia normal (50%) y frecuencia de ocurrencia confiable (75%).

#### **4.3. Balances Hídricos.**

Se estimó un balance hídrico continuo para todos los años del período de registro, utilizando referencias edáficas y de ETP para cada estación. A partir de estos balances se obtuvo información sobre tres aspectos en el comportamiento del régimen de humedad: a) Almacenamiento de agua en el suelo, en porcentaje de la capacidad máxima de almacenamiento, b) Exceso de agua en el suelo (mm), en ambos casos la frecuencia de ocurrencia (normal y confiable) y cantidad de los excesos en mm a partir del total de años de registro para las series climáticas, c) Déficits (mm) frecuencia de ocurrencia en láminas y porcentaje. En el caso del almacenamiento de agua en el suelo, se determinó la frecuencia en que se supera o es igualado el 40% de la capacidad máxima de almacenamiento (CMA) de agua en el suelo. Para los excesos se calculó tanto la frecuencia de ocurrencia como las láminas aceptando como registro las láminas mayores a 1 mm.

### **5. ANALISIS DE RESULTADOS**

#### **5.1. Precipitación.**

El comportamiento espacio - temporal de la precipitación en el área de estudio está determinada por tres factores relacionados con su génesis. En primer lugar, por las lluvias originadas por el avance hacia el Norte y posterior retorno, de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), generalmente de abril a noviembre. En segundo lugar, se tienen las precipitaciones debidas a situaciones que conjugan inestabilidad atmosférica, factores orográficos y dirección del viento; pueden ocurrir en cualquier momento del año. En este caso se encuentran especialmente aquellas zonas con laderas

orientadas en dirección NE-SW, N-S, o NW-SE, es decir, las que interceptan el paso de los vientos alisios provenientes del Este y Noreste, los cuales soplan constantemente sobre el país, aunque con mayor frecuencia y velocidad durante la temporada seca. En tercer lugar, a la ocurrencia de precipitaciones asociadas a situaciones meteorológicas “Norte” (vaguadas en la altura, y restos de frentes fríos), que generalmente se manifiestan entre diciembre y febrero, y afecta en especial a la costa. En el presente estudio se utilizaron 22 estaciones meteorológicas, con un período común homogéneo, que en la mayoría de los casos abarcó desde 1967 a 1996 (30 años). Sólo dos estaciones registran un período menor al señalado pero se emplearon como puntos de referencia (Cuadro 1).

La precipitación media anual varía de 2800 mm al Suroeste de la Depresión de Barlovento para disminuir progresivamente a los extremos del área hasta llegar a 1200 mm y menos hacia la costa al oeste de la región. Se caracterizan los registros medios mensuales por presentar una distribución unimodal con máximo principal que varía de septiembre a octubre, con registros que llegan a superar los 300 mm hacia el Suroeste del área. Los menores registros se presentan en los meses de febrero y marzo, respectivamente, con valores que llegan a 30 mm y menos hacia la costa de la región (cuadro 2).

## **5.2. Evapotranspiración Potencial.**

Las estaciones empleadas para el cálculo de este índice fueron: 1534 (El Café), 1589 (El Jobito), 1555 (Caucagua), 1536 (Tacarigua Mamporal), 0575 (Taguacita) y 1519 (Mondragón). Los valores de evaporación media mensual de las 6 estaciones fueron ajustados con el coeficiente de 0.70 (1534, 1536) y 0.75 (1589, 1555, 0575, 1519), estimando así la ETP media mensual (cuadros 2 y 3). Estos valores de

ETP media mensual fueron los mismos para cada año en los balances hídricos de cada estación, asumiendo en términos comparativos, que la variabilidad del índice en el tiempo es relativamente menor con respecto a otros elementos meteorológicos, como por ejemplo el caso de la lluvia.

La ETP media anual en el área de estudio varía de 1045 mm (1589) a 1744 mm (1519) en la que los mayores registros se presentan al Noreste y Este del área. Se observa que los valores de distribución mensual tienen un comportamiento bimodal, donde los máximos registros se esperan ocurran durante el mes de marzo y un segundo máximo en el mes de agosto.

### **5.3. Período de Crecimiento.**

En el cuadro 4, se muestran los resultados encontrados a partir de la aplicación del método de Franquin y los balances hídricos para las estaciones consideradas para el estudio. Se tienen las fechas y duraciones de los diferentes eventos antes mencionados bajo dos frecuencias de ocurrencia asociadas a las láminas de agua.

**Frecuencia Normal (50%). Fecha de inicio, duración y lámina.** Equivale también al de inicio del período pre-húmedo, momento de inicio de la época de labores agrícolas, se observa que las fechas más tempranas de inicio en esta región están al Suroeste de la Depresión de Barlovento, a partir de marzo y se desplazan estas fechas al Oeste de la región hasta comienzos de mayo con una duración que varía en 200 hasta más de 300 días (ver cuadro 4 y figura 4). Se asocia una lámina de agua acumulada de más de 2.600 mm al Suroeste del área, para luego disminuir progresivamente hasta menos de 1.200 mm al Oeste de la depresión.

La frecuencia de tener un período de crecimiento que dure 360 días (todo el año) es del 20 a un 50 % para la región, según

análisis efectuados a las series climáticas. Estos límites de frecuencia de ocurrencia se mantienen relativamente similares, para lapsos mayores, hasta 450 días o más, entre las localidades al Suroeste del área de estudio, es decir, puede ocurrir que durante 12 a 15 meses los valores de lluvia superen a 1/2 de la ETP de manera continua, de 3 a 5 veces en 10 años.

**Frecuencia Confiable (75 %) *Fecha de inicio, duración y lámina.*** A diferencia del nivel anterior las fechas de inicio se observan para casi todas las estaciones a mediados de mayo, con una duración de 200 a 300 días. Se considera que este umbral es más restringido para el inicio y duración de las precipitaciones, puesto que puede ocurrir como por ejemplo un retardo en la temporada de lluvias, y a pesar de ello en la región los valores encontrados son altos. La precipitación acumulada asociada esperada a este período está en 2.000 mm en el Suroeste de la región a 1.000 mm hacia el Oeste, cerca de las costas de la Depresión de Barlovento.

#### **5.4 Período Húmedo.**

**Frecuencia Normal (50 %) *Fecha de inicio, duración y lámina.*** Este período de tiempo comienza en promedio a principios de abril, al Suroeste del área y extiende su comienzo hasta finales de mayo hacia la costa, lo que hace que presente una duración de 250 a 200 días al centro del área, para disminuir a casi 50 días en las cercanías de la costa (Figura 5). La precipitación acumulada asociada que se espera en este nivel de ocurrencia es de 2.000 mm al Suroeste de la región y de 600 a 400 mm al Oeste, Norte y costa perteneciente al área de estudio.

**Frecuencia Confiable (75 %) *Fecha de inicio, duración y lámina.*** Considerando una situación extrema o retardo en el

establecimiento de la temporada de lluvia se espera que la fecha de inicio del período húmedo esté a mediados de mayo, al Suroeste de la región, hasta el mes de junio, con una duración de 250 a 20 días, manteniendo similares condiciones en su distribución con la frecuencia normal, según estimaciones de las series observadas. La precipitación acumulada asociada a esta frecuencia de ocurrencia está en 600 mm y menos al Oeste de la Depresión de Barlovento, se incrementa progresivamente a 1.600 mm al Suroeste del área (figura 6). Concluyendo con estos resultados que existe una alta disponibilidad de humedad en tiempo y monto, para el período más exigente del método.

### **5.5 Descripción del Período Prehúmedo o de Siembra.**

En la Depresión de Barlovento la duración del período de siembra (prehúmedo) varía de 15 a 10 días (cuadro 5). Las menores duraciones se presentan al Suroeste y centro del la Depresión de Barlovento, luego estos lapsos se incrementan hasta 20 días y más, al Oeste, Norte y costa de la región. En el caso de presentarse años relativamente húmedos las duraciones se hacen aún más cortas con intervalos de 10 días y menos, inclusive se pudieran observar áreas en la que no hay duración para este período, lo que indica el alto riesgo que presenta el área para el desarrollo de las actividades asociadas a la preparación de tierras, al encontrarse los suelos relativamente saturados de humedad (cuadro 5).

### **5.6. Almacenamiento de Agua en el Suelo.**

Si se considera que la capacidad máxima almacenamiento (CMA) de agua en el suelo es aprovechable en un 100% para las plantas, se obtuviese de los resultados de los balances hídricos que la disponibilidad es todo el año. En realidad, es una fracción del

agua la que es aprovechada por las plantas, dada una serie de relaciones físicas que se establecen entre el suelo y las raíces de las plantas. En este caso se considera que el 40% de la CMA puede ser utilizada por las plantas (Martelo, 1995).

### **Frecuencia Normal (50%). Fecha de inicio y duración.**

De los resultados obtenidos de los balances hídricos, se tiene que la fecha de inicio de los almacenamientos, en la Depresión de Barlovento, se observan a partir del mes de junio y presentan una duración entre 200 a 250 días y más. **Frecuencia Confiable (50%). Fecha de inicio y duración.** Considerando una situación desfavorable en el comportamiento de las lluvias, por ejemplo un retardo en el comienzo, se tiene que la fecha inicio en el almacenamiento de agua, se espera que ocurra a finales del mes de junio a julio asociada a una duración de menos de 100 a 200 días, aproximadamente.

### **5.7. Comportamiento del Déficit.**

De los resultados obtenidos de los balances hídricos para las distintas estaciones climáticas para el área se tiene que en los meses de mayo, junio y septiembre se presentan las más altas frecuencias de ocurrencias y láminas de déficit. En el mes de mayo se tiene que las frecuencias de ocurrencia de este evento, son del 70 al 50 %, con las láminas de déficit medios que varían entre 40 a 20 mm, a los extremos Oeste, Noroeste y Suroeste de la Depresión de Barlovento. En junio disminuye el déficit, con una frecuencia de ocurrencia del 40 al 30 %, con láminas asociadas de déficits medios en 20 mm y menos, con similar patrón espacial de distribución. En septiembre las frecuencias de ocurrencias de déficit son bajas y oscilan de un 20 a 0 % con láminas de déficit bajas a nulas.

En cuanto a las duraciones asociadas al déficit éstas varían de 100 a 50 días y menos. Al contabilizar los montos asociados a estos lapsos de déficit, se estima la intensidad del “período seco” y para 100 días (duración más extrema) las láminas acumuladas de déficit están de 200 a 400 mm, aproximadamente.

### **5.8. Comportamiento de los Excesos**

El período de exceso es definido, desde el punto de vista de demanda de la vegetación o de los cultivos, como la época durante la cual la presencia de láminas de agua remanentes afecte el desarrollo de las especies. La fecha de comienzo del período exceso está entre junio y julio, haciéndose más tardía hacia las áreas periféricas de la región central de la Depresión de Barlovento, hasta llegar a comienzos de agosto. Las duraciones asociadas a estas fechas, se presentan con un fuerte gradiente que va de 200 días y más en la parte central, disminuyendo hacia las partes periféricas del área en 150 a 50 días aproximadamente.

Las más altas frecuencias de ocurrencias y láminas asociadas a los cuantos mencionados, se observan en el mes de junio con frecuencias de un 20 a 40 % y las láminas asociadas entre 60 a 80 mm y más (Cuadros 6 y 7). Para el mes de julio se tiene un incremento de la frecuencia de ocurrencia de excesos con porcentajes que van del 40 al 60 % y más y sus láminas asociadas varían entre 100 a 150 mm y más. Durante el mes de agosto se espera que la frecuencia sea de un 60 a 80 % y más con láminas medias esperadas de 100 a 160 mm e incluso más. (Figuras 7 y 8).

## CONCLUSIONES.

Es conocido el alto registro de las lluvias que se presentan anualmente en la Depresión de Barlovento, en el Estado Miranda, por lo que una caracterización al detalle de las mismas se hace necesario. A través de la evaluación, precipitación y evapotranspiración potencial, se puede hacer un reconocimiento de la relación que se establece entre estos índices. La metodología propuesta de Franquin, y por medio de los balances hídricos, se presentan como alternativas y con su aplicación se obtuvieron los siguientes resultados:

- El período de crecimiento, en el área de estudio, en sus frecuencias media y confiable, es de larga duración y extendida en toda la Depresión de Barlovento.
- El período húmedo, tiende a ser menos corto en su duración al extremo Norte, Oeste y costa de la Depresión de Barlovento, pero aún de considerable en la parte central y Suroeste del área.
- Dado el comportamiento de las precipitaciones y su relación con las fechas de inicio del período de crecimiento y húmedo se observa que el período de siembra es relativamente corto, extendiendo su duración al Norte, Oeste y costa de la región.
- En general, los almacenamientos de agua en el suelo y los excesos de humedad, se presentan durante gran parte del año.
- A pesar de que la Depresión de Barlovento, presenta condiciones de altos registros de precipitación los balances hídricos señalan la frecuencia de ocurrencia de déficits de humedad, en períodos y láminas de poca consideración, en

comparación con los excesos.

### **BIBLIOGRAFIA.**

- GIMENEZ, R. (1984). **Zonificación agroclimática de la cuenca del Río Tuy.** MARNR, D.H.M., Departamento de Agrometeorología. Caracas. 188 p.
- MARNR (1982a). **Sistemas Ambientales Venezolanos. Región Natural 20 - Serranía del Litoral.** Proyecto VEN/79/001. DGSPOA. Caracas. 370 p.
- (1982b). **Sistemas Ambientales Venezolanos. Región Natural 26 - Barlovento.** Proyecto VEN/79/001. DGSPOA. Caracas.
- (1983a). **Sistemas Ambientales Venezolanos. Región Natural 22 - Serranía del Interior.** Proyecto VEN/79/001 DGSPOA. Caracas. 372p.
- (1983b). **Sistemas ambientales venezolanos. Región Central-Capital.** Proyecto VEN/79/001 DGSPOA. Caracas. 1000 p.
- MARTELO, M. T. (1995). **Agroclimatología del Estado Aragua.** MARNR, Dirección de Hidrología y Meteorología, Dpto. de Agrometeorología. Caracas. 123 p.
- OSORIO, L., (1992). **Calendarios de Siembra del Estado Anzoátegui.** MARNR, Dirección de Hidrología y Meteorología, Dpto. de Agrometeorología. Caracas.
- SUAREZ, J., HERNANDEZ, R. (1994). **Calendarios de Siembra del Estado Guárico.** MARNR, Dirección de Hidrología y Meteorología. Dpto. de Agrometeorología. Caracas. 95 p.

**ANEXOS**

**Cuadro 1. Lista de Estaciones Seleccionadas**

SERIAL	ESTACION	Período.	LATITUD	LONGITUD	ALT msnm
0575	Taguacita	67-80	101300	640400	205
1505	Casupito-El Cerro	67-83	101200	662500	80
1508	Carenero	67-96	103224	660730	10
1516	Curiepe	67-96	102830	661000	30
1519	Mondragón	67-96	102820	660640	15
1534	El Café	67-96	102500	660848	40
1536	Tacarigua-Mampo.	67-96	102422	663000	500
1546	El Tigre	67-96	102055	660730	25
1548	Puerto Sotillo	67-96	102413	660500	39
1551	Portachuelo	67-96	101925	662400	280
1571	Araguita	67-96	101340	662735	80
1580	Casupito Caserio	67-96	101100	661600	155
1582	Aguita-Ramal	67-96	101045	663010	580
1585	Agua Blanca	67-96	100358	662747	321
1586	Panaquire	67-96	101326	661415	30
1587	Apa	67-96	100800	661800	85
1589	El Jobito	67-96	100600	661600	78
1661	Tacarigua la Laguna	67-96	101827	655236	2
1662	San José de Río C	67-96	101825	660040	8
1671	Cúpira Tesoro	67-96	100925	654255	22
1674	Machurucuto	67-96	101226	653912	4
1682	El Guapo	67-96	100909	655810	20

Fuente: Marnr, Dhm

**Cuadro 2. Valores medios de los elementos meteorológicos considerados para algunas estaciones en la Depresión de Barlovento. Estado Miranda. Período 1967-1996**

Estac.		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0575	Evap	111	130	179	168	163	143	132	140	138	140	131	116
	Prec.	133	46	39	71	100	232	287	263	156	132	181	180
1519	tmax	28.3	28.5	28.8	29.3	30.2	29.8	30.0	30.6	31.1	30.9	29.9	28.7
	tmin	22.8	21.3	21.7	22.0	22.9	23.0	22.5	22.2	22.0	22.0	22.0	21.2
	Evap	118	197	249	226	234	206	220	221	208	180	171	208
	Prec.	57	40	32	73	71	102	88	118	113	148	212	178
1534	tmax	29.3	29.9	31.1	31.6	32.8	32.1	31.7	32.1	32.5	32.2	31.3	29.9
	tmin	20.1	20.1	20.8	21.5	22.9	23.1	22.6	22.4	22.2	22.1	22.0	20.7
	Evap	111	120	155	149	161	142	144	152	151	144	118	108
	Prec.	110	85	65	88	128	184	241	240	165	181	286	268
1536	tmax	29.3	29.7	30.6	31.2	32.3	31.5	31.4	32.0	32.4	32.2	31.3	29.8
	tmin	20.7	21.0	21.3	22.0	23.0	23.0	22.7	22.6	22.4	22.4	22.3	21.0
	Evap	129	134	171	167	177	159	162	164	161	150	133	127
	Prec.	90	66	61	97	84	139	142	159	155	160	246	198
1554	tmax	29.1	30.3	31.4	32.8	33.8	33.0	32.1	32.7	33.2	32.5	31.2	29.8
	tmin	19.5	20.1	20.7	21.9	22.6	22.4	22.4	22.2	22.1	22.0	21.8	21.6
	Evap	113	124	161	156	167	150	142	154	149	143	120	109
	Prec.	117	78	55	99	135	201	294	288	207	183	264	269
1589	Evap	113	115	137	139	148	128	130	134	135	135	113	106
	Prec.	137	63	58	108	132	163	203	188	135	155	183	144
1505	Prec.	157	83	67	173	147	203	249	243	160	132	161	201
1508	Prec.	44	33	29	39	50	101	89	131	109	147	239	156
1516	Prec.	72	49	42	47	80	108	132	181	138	170	279	209
1546	Prec.	73	56	49	72	88	132	170	181	162	164	298	194
1548	Prec.	121	46	39	72	76	110	114	136	130	132	221	169
1551	Prec.	127	56	49	54	90	198	275	223	158	154	218	232
1571	Prec.	145	87	66	75	136	238	270	257	199	196	271	228
1580	Prec.	121	82	87	100	123	243	270	281	215	212	317	281
1582	Prec.	241	152	112	137	143	307	365	315	224	225	325	293
1585	Prec.	160	114	56	67	118	244	326	250	189	194	222	143
1586	Prec.	163	91	73	109	140	201	339	313	221	228	322	284
1587	Prec.	157	88	69	94	93	159	221	236	142	168	241	158
1661	Prec.	30	22	14	40	69	80.9	105	165	115	144	193	115
1662	Prec.	60	40	31	63	82	116	142	155	134	170	274	176
1671	Prec.	57	33	25	28	63	99	119	150	142	152	217	163
1674	Prec.	24	13	12	21	40	89	82	103	119	113	134	73
1682	Prec.	127	82	62	107	135	171	284	266	208	203	286	251

Fuente: MARNR

**Cuadro 3. Valores Estimados Medios de Evapotranspiracion Potencial (ETP). Depresión de Barlovento, Estado Miranda. Período 1967-1996**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	
Taguacita-0575	84	97	134	126	122	107	107	99	105	103	104	98	87	1276
Mondragón1519	124	138	174	158	164	144	144	154	155	146	145	126	119	1744
ElCafé 1534	96	104	135	129	140	123	123	125	132	131	124	102	94	1435
Tacarigua 1536	91	94	120	117	124	111	111	114	115	113	105	93	89	1286
Caucagua 1554	84	93	121	117	125	113	113	107	116	112	107	90	81	1266
ElJobito 1589	85	86	103	104	111	96	96	97	101	101	101	85	79	1045

**Cuadro 4. Fecha de inicio y duración de los Períodos de Crecimiento y Humedad con Láminas Asociadas en las Frecuencias de Ocurrencia Normal y Confiable. Depresión de Barlovento. Período 1967-1996.**

Estad. Días Serial	PERIODO DE CRECIMIENTO						PERIODO HUMEDO					
	Frec. Normal			Frec. Confiable			Frec. Normal			Frec. Confiable		
	c. Inic.	Fec.Lámina (mm)	Días	c. Inic.	Fec.Lámina (mm)	Días	c. Inic.	Fec.Lámina (mm)	Días	c. Inic.	Fec.Lámina (mm)	Días
0575	May	1500	277	Jun	1490	253	Jun	1406	246	Jun	1165	147
1505	Feb	1646	300	Abr	1614	300	Abr	1586	260	May	1586	260
1508	Jul	656	179	Sep	656	111	Sep	378	80	Oct	207	50
1516	May	1106	263	Jul	1100	239	Jul	915	201	Ago	725	166
1519	Jul	508	344	Jun	113	344	Ago	152	58	Nov	120	32
1534	May	1600	281	Jun	1527	245	Jun	1350	229	Jul	1278	198
1536	Jun	1088	265	Jun	1088	249	Jul	894	212	Ago	730	173
1546	May	1067	254	Jun	1057	224	Jun	960	202	Jul	760	158
1548	Jun	895	244	Jul	895	211	Jul	610	169	Ago	142	44
1551	May	1640	298	Jun	1446	264	May	1565	263	Jun	1485	238
1571	Abr	1782	310	May	1755	278	May	1760	281	Jun	1531	254
1580	Abr	1812	304	May	1811	280	Abr	1775	267	May	1500	230
1582	Abr	2540	349	May	2430	300	May	2336	296	May	1980	280
1585	May	1648	293	Jun	1648	258	Jun	1435	241	Jun	1337	207
1586	May	1990	316	May	1960	277	May	1820	274	Jun	1749	246
1587	Abr	1319	300	May	1319	199	Abr	1040	153	May	1450	108
1589	Abr	1408	321	May	1405	287	May	1330	263	Jun	1152	237
1661	Jul	340	290	Ago	158	65	Jul	90	49	Oct	87	22
1662	Jun	988	261	Jul	980	210	Jul	880	203	Jul	737	167
1671	Jun	750	140	Jul	615	120	Jul	117	203	Jul	580	97
1674	Jul	328	128	Sep	245	81	Jul	328	80	Sep	165	34
1682	May	1484	274	Jun	1402	253	May	1440	246	Jun	1329	212

**Cuadro 5. Duración (No de días) Período de Siembra en la Depresión de Barlovento. Período 1967-1996**

Estacion	Prob. Media	Prob. Confiable	Estacion	Prob. Media	Prob. Confiable
0575	15	12	1580	3	0
1505	11	0	1582	2	0
1508	28	16	1585	17	11
1516	18	13	1586	10	0
1519	23	16	1587	6	0
1534	13	10	1589	14	0
1536	19	11	1652	24	15
1546	20	11	1661	16	11
1548	17	13	1662	19	15
1551	17	11	1671	20	13
1571	12	5	1674	18	0
1682	15	7			

**Cuadro 6. Distribución Mensual de la Frecuencia (%) de Ocurrencia Normal de Excesos de Agua en el Suelo. Depresión de Barlovento. Período 1967-1996**

Serial	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0575	54	15	0	0	0	46	77	92	62	46	54	77
1505	59	24	12	24	12	53	71	94	71	59	65	82
1516	12	8	0	4	8	12	20	40	28	36	84	68
1534	36	16	4	8	16	28	60	76	48	52	84	88
1536	35	18	12	12	6	18	24	29	41	47	71	65
1546	12	4	4	8	12	12	32	48	60	48	76	64
1551	24	0	0	0	0	12	48	40	16	12	40	56
1555	42	29	8	4	21	71	88	96	75	63	88	96
1571	65	35	8	8	15	62	85	92	73	62	92	92
1580	71	41	29	29	41	82	88	100	88	82	88	100
1582	65	58	23	35	50	85	96	96	77	81	89	92
1585	8	0	0	4	0	15	62	54	42	23	50	42
1586	64	34	4	12	28	64	96	88	88	76	92	96
1587	35	12	0	6	0	6	24	53	24	29	53	47
1589	29	0	0	6	6	6	18	29	6	12	24	47
1661	0	0	0	4	4	8	4	16	12	12	48	24
1662	12	0	0	4	12	8	8	20	24	24	72	56
1682	44	20	8	12	24	26	80	88	88	68	88	80

**Cuadro 7. Estaciones con Láminas de Excesos (mm) con Frecuencia de Ocurrencia Normal. Depresión de Barlovento. Período 1967-1996**

Serial	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0575	8	0	0	0	0	119	148	111	25	6	24	84
1505	28	0	0	0	0	53	121	121	45	46	90	88
1516	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	40
1534	0	0	0	0	0	0	92	90	2	27	144	114
1536	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	106	87
1546	0	0	0	0	0	0	0	21	15	4	126	37
1551	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	43
1555	0	0	0	0	0	87	152	119	41	10	140	134
1571	35	0	0	0	0	86	141	133	89	28	128	165
1580	79	0	0	0	0	89	172	115	64	91	130	155
1582	87	37	0	0	31	138	228	162	100	69	149	178
1585	0	0	0	0	0	0	70	13	0	0	2	0
1586	30	0	0	0	0	98	219	193	75	114	149	122
1587	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	32	1

Gráfico 1. Metodología de Franquin. Determinación de Inicio y Duración de los Periodos Crecimiento y Húmedo

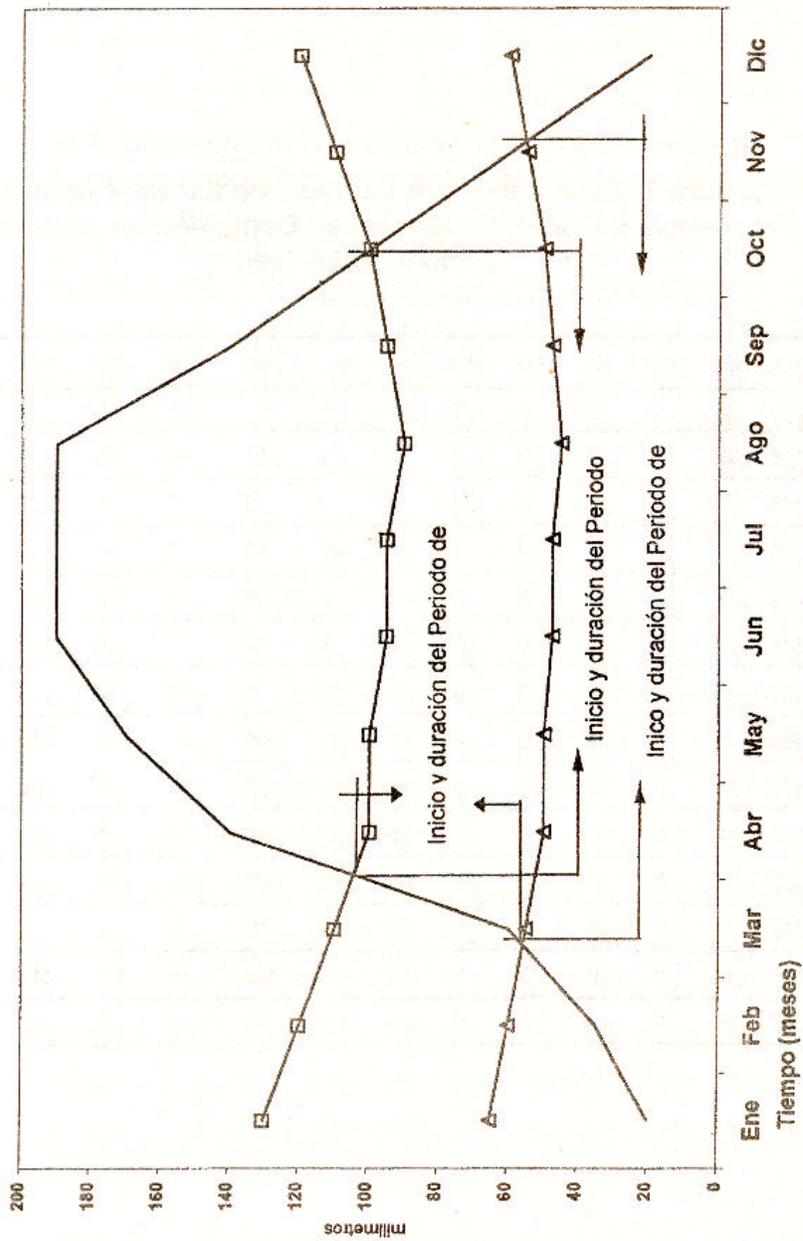
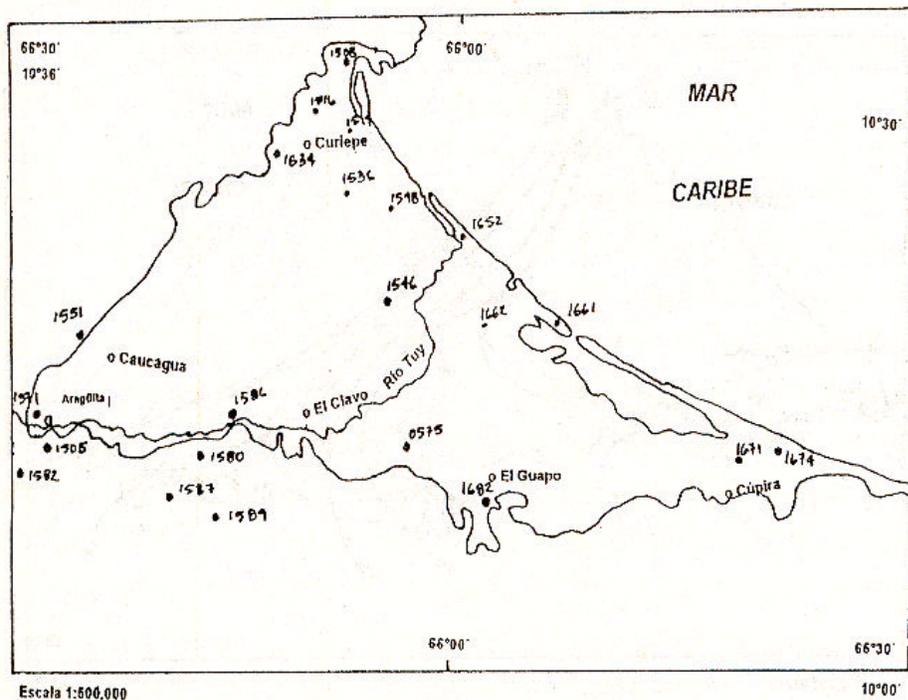
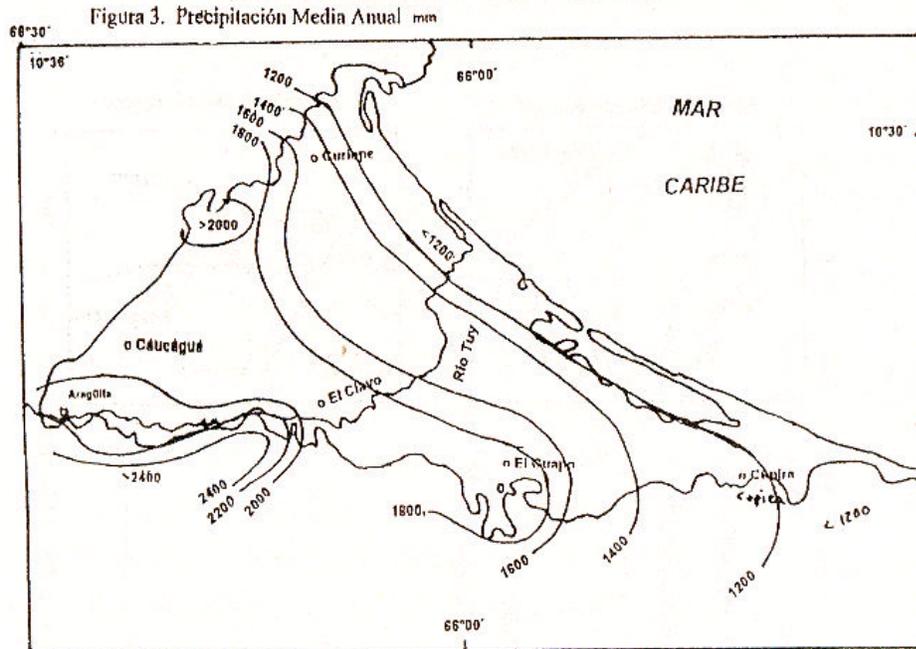


Figura 1. Localización de la Depresión de Barlovento



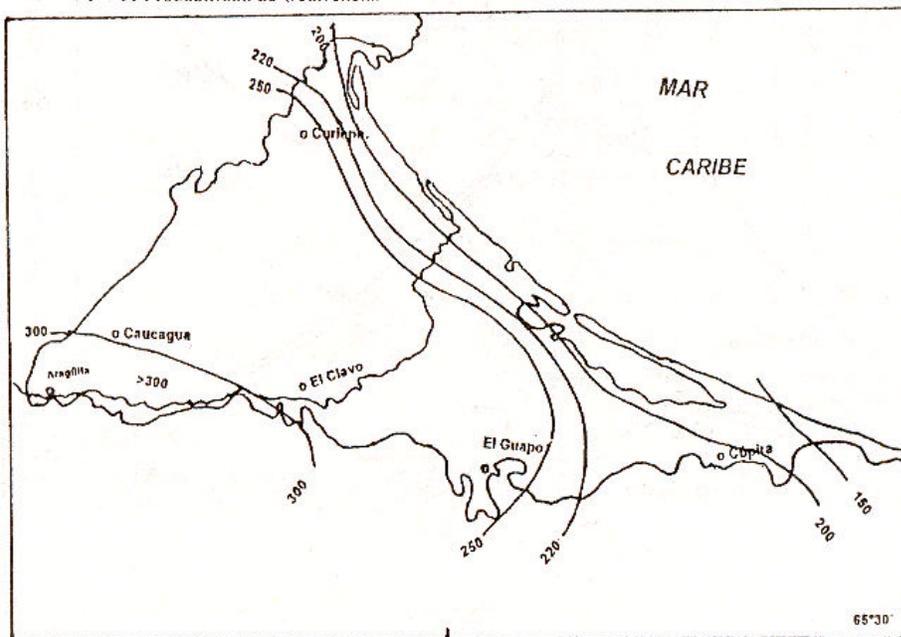
Figura 2. Localización de las Estaciones





Escala 1:500.000

Figura 4. Duración (días) del Periodo de Crecimiento con 50% de Probabilidad de Ocurrencia.



Escala 1:500.000

Figura 5. Duración (días) del Periodo Húmedo con 50% de Probabilidad de Ocurrencia.

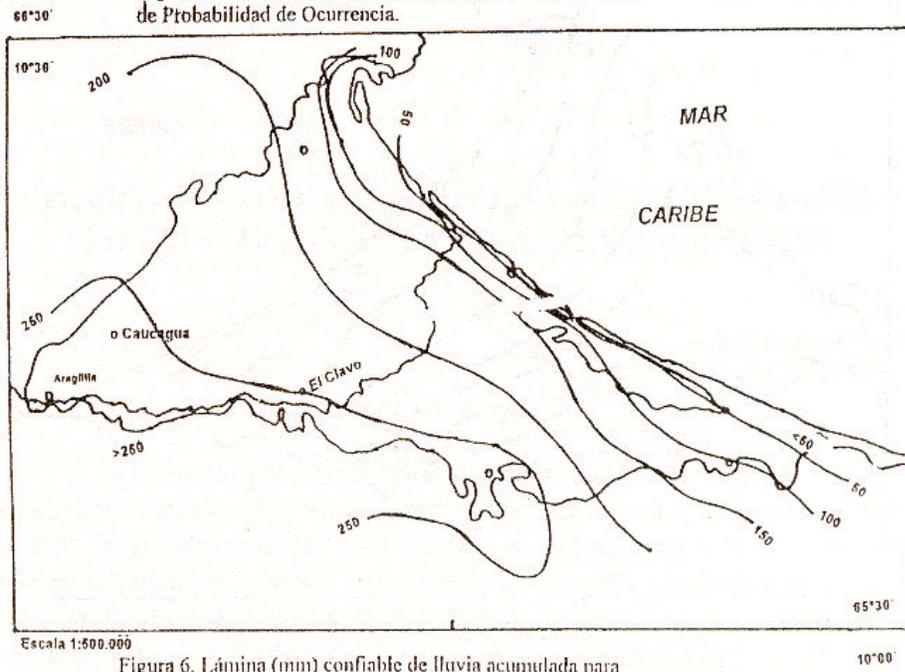


Figura 6. Lámina (mm) confiable de lluvia acumulada para el periodo crecimiento normal.

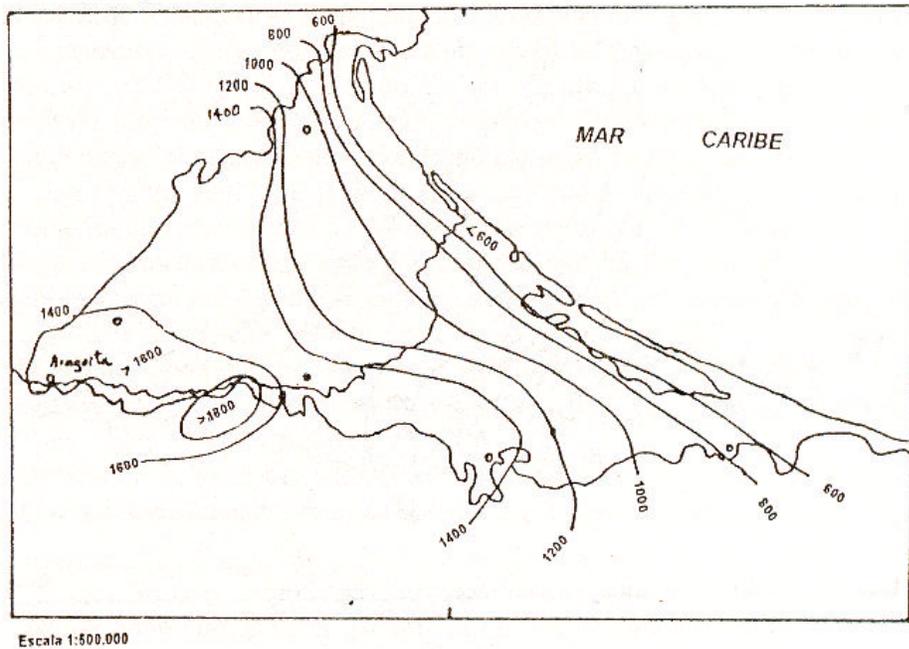
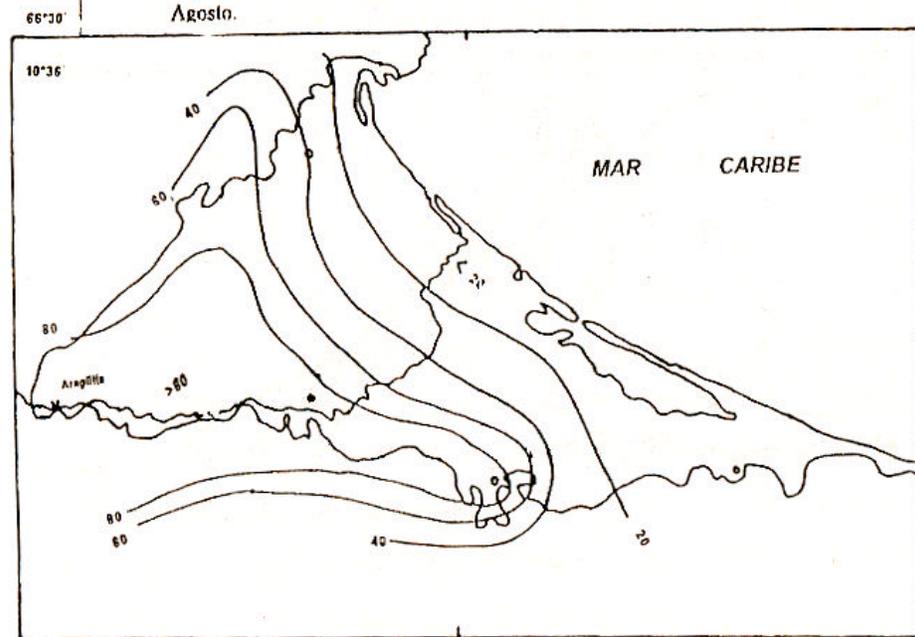
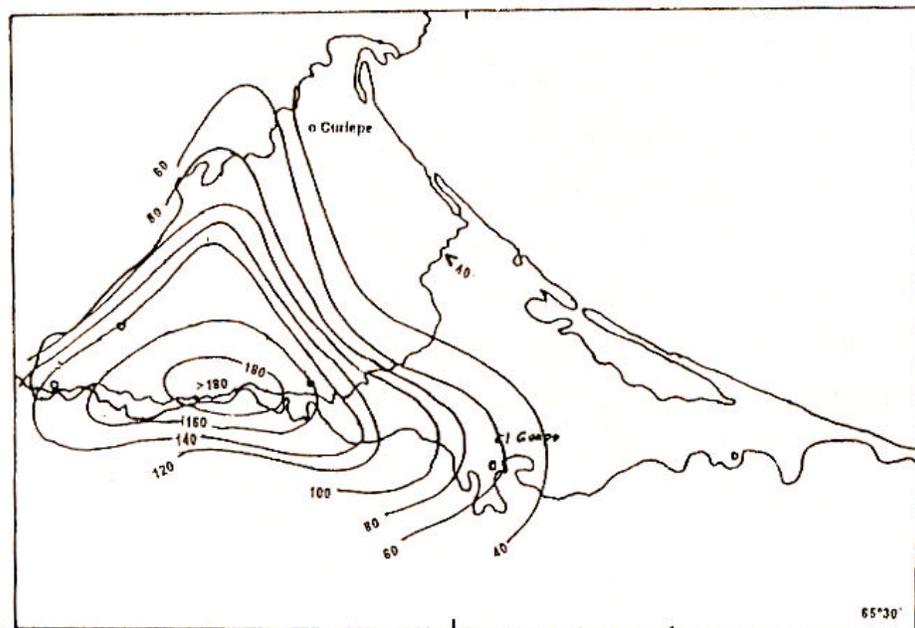


Figura 7. Frecuencia de Ocurrencia (%) de Excesos en Agosto.



Escala 1:500.000

Figura 8. Lámina de Exceso (mm) del 50% de Probabilidad de Ocurrencia - Agosto



10°00'