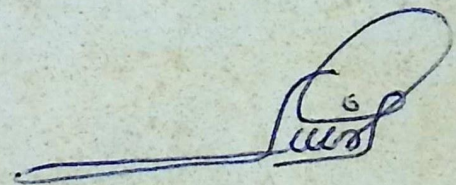


UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

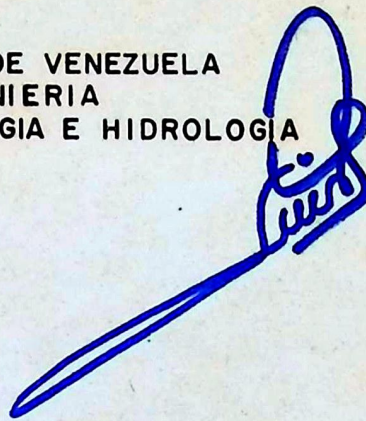
**CALCULO DE AGUA  
PRECIPITABLE  
CON FINES DE  
PRONOSTICO  
(MARACAY)**



TRABAJO ESPECIAL PRESENTADO ANTE  
LA ILUSTRE UNIVERSIDAD CENTRAL  
DE VENEZUELA POR EL BACHILLER  
LUIS GUILLERMO HIDALGO P. PARA OPTAR  
AL TITULO DE HIDROMETEOROLOGISTA.

CARACAS, FEBRERO DE 1973

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA



7111  
1973  
#53

# **CALCULO DE AGUA PRECIPITABLE CON FINES DE PRONOSTICO (MARACAY)**

TRABAJO ESPECIAL PRESENTADO ANTE  
LA ILUSTRE UNIVERSIDAD CENTRAL  
DE VENEZUELA POR EL BACHILLER  
LUIS GUILLERMO HIDALGO P. PARA OPTAR  
AL TITULO DE HIDROMETEOROLOGISTA.

CARACAS, FEBRERO DE 1973



A B S T R A C T O

El presente Trabajo constituye un estudio introductorio sobre el agua precipitable como parámetro base del pronóstico de la lluvia. Para ello, primero se calculó el agua precipitable en cada radio-sondeo efectuado en la estación meteorológica sinóptica Base Aérea "Mariscal Sucre", en el año 1971 y luego se compararon los valores obtenidos con la precipitación medida en una zona donde se encuentra la estación mencionada. Dicha zona está ubicada entre los Estados Aragua y Carabobo al noroeste del Lago de Valencia. Además, se introdujo el "coeficiente de precipitabilidad", que representa una relación por cociente entre la precipitación y el agua precipitable.

Los resultados indican que es viable el pronóstico de lluvia en base al agua precipitable, contenida entre 700 y 500 milibares de presión atmosférica y que para mejores resultados es necesario el empleo de algunos aspectos de la "Meteorología y la Climatología Dinámica".

**Mi agradecimiento**

Al Profesor Gufa, Fernando Alvarez Bernal quien en todo momento estuvo dispuesto a brindarme su colaboración.

Al Departamento de Meteorología e Hidrología de la Facultad de Ingeniería ya todas aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron a la realización del presente Trabajo.

## INDICE

	Pag.
Abstracto .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Dedicatoria .....	v
Indice .....	vi
Lista de Mapas .....	ix
Lista de Tablas .....	x
Lista de Graficas .....	xi
<b>CAPITULO I INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	2
Precedentes Literarios.....	2
<b>CAPITULO II PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>A mi familia</b>	
<b>CAPITULO III PRIMER OBJETIVO.....</b>	<b>7</b>
Calculo del Agua Precipitable.....	7
Conclusiones Sobre el Calculo del Agua Precipitable.....	11
<b>CAPITULO IV SEGUNDO OBJETIVO.....</b>	<b>12</b>
Estudio del Agua Precipitable y la Precipitacion en el Aho 1971.....	12
Definicion de Terminos Sobre Pre- cipitacion.....	17

## I N D I C E

	Pág.
Abstracto .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Dedicatoria .....	v
Indice .....	vi
Lista de Mapas .....	ix
Lista de Tablas .....	x
Lista de Gráficas .....	xi
CAPITULO I    INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	2
Precedentes Literarios.....	2
CAPITULO II    PROCEDIMIENTO.....	5
CAPITULO III    PRIMER OBJETIVO.....	7
Cálculo del Agua Precipitable....	7
Conclusiones Sobre el Cálculo del	
Agua Precipitable.....	11
CAPITULO IV    SEGUNDO OBJETIVO.....	12
Estudio del Agua Precipitable y la	
Precipitación en el Año 1971.....	12
Definición de Términos Sobre Pre-	
cipitación.....	12

Pág.

Estudio del Espesor del Agua Precipitable y la Precipitación Media Diaria.....	13
Conclusiones.....	14
Estudio del Agua Precipitable entre Superficies Isobáricas Principales Consecutivas Incluyendo la Superficie del Suelo y la Precipitación Media Diaria para la Red de 9 Estaciones Meteorológicas ..	16
Conclusiones.....	19
Estudio del Agua Precipitable Media Mensual y la Precipitación Media Mensual para la Red de 9 Estaciones Meteorológicas.....	19
Estudio de la Distribución Mensual Vertical del Agua Precipitable con Respecto a la Presión Atmosférica.....	21
Conclusiones.....	22
Estudio del "Coeficiente de Precipitabilidad".....	23
Conclusiones.....	27

		Pág.
	Justificación de la Imposibilidad de la realización de la Segunda Parte - del Segundo Objetivo y del Tercer Ob- jetivo en este Trabajo Especial.....	28
CAPITULO	V CONCLUSIONES SOBRE EL ESTUDIO DEL - AGUA PRECIPITABLE Y LA PRECIPITACION EN EL AÑO 1971.....	29
	Resumen de las Conclusiones Más - Importantes que se han Deducido - en Cada Aspecto Estudiado.....	29
	Conclusión General.....	30
REFERENCIAS	.....	31
ANEXO	1	
ANEXO	2	
ANEXO	3	

LISTA DE MAPAS

		Pág.
Tabla N° 1	Valores del Agua Precipitable con los Radioisótopos efectuados en la Base Aérea Militar del Sur en el año 1971. Medias Mensuales.	Anexo 1
Mapa de Ubicación del Area de Estudio		
Tabla N° 2	Valores de la Variación Máxima Absoluta y Relativa de los Efectos de la Estratos de $^{60}\text{Co}$ Acumulados de la Comparación entre $^{60}\text{Co}$ y Rad. Basal de la zona y año 1971.	Anexo 2
Tabla N° 3	Mapa de Acumulado de Dosis de los Radioisótopos del Agua Precipitable.	21
Tabla N° 4	Relación Máxima Absoluta de los efectos Valores Acumulados hacia superficies isobáricas entre 500 y 1000 m. Año 1971.	22
Tabla N° 5	Datos Básicos para la construcción de las Rectas (a) y (b) según los niveles A y B respectivamente. N.L. n. 7.	26
Tabla N° 6	Centroides y Pendientes usadas en la Construcción de las Rectas en la Gráfica 4-6.	Anexo 2

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla N° 1	Valores del Agua Precipitable correspondientes a los Radiosondeos efectuados en la Base Aérea Mariscal Sucre en el año 1971. Medias Mensuales.....	Anexo 2
Tabla N° 2	Valores de la Variación Máxima Absoluta y Relativa de los Diferentes Estratos de W <sub>P</sub> parcial. Resultados de la Comparación entre W <sub>P</sub> parcial y Rmd. Meses de febrero y mayo 1971.....	Anexo 2
Tabla N° 3	Método de Acumulado de Valores Medios Mensuales del Agua Precipitable.....	21
Tabla N° 4	Variación Máxima Absoluta de Diferentes Valores Acumulados hasta Superficies Isobáricas entre 850 y 300 mb. Año 1971.....	23
Tabla N° 5	Datos Básicos para la construcción de las Rectas (a) y (b) según los métodos A y B respectivamente. NLL = 1.....	26
Tabla N° 6	Centroides y Pendientes usados en la Construcción de las Rectas en la Gráfica 4-6.	Anexo 2

LISTA DE GRAFICAS

		Pág.
Gráficas 1-2 a 12-2	Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre 1971, respectivamente	Anexo 3
Gráficas 13-2 a 24-2	Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre 1971, respectivamente.....	Anexo 3
Gráficas 25-2 a 36-2	Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre 1971, respectivamente..	Anexo 3
Gráficas 1-3 a 5-3	Agua Precipitable Diaria entre la Superficie del Suelo y 850 mb, entre 850 y 700 mb, entre 700 y 500 mb, entre 500 y 400 mb, entre 400 y 300 mb, respectivamente y Precipitación Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de febrero - 1971.....	Anexo 3

		Pág.
Gráficas 6-3 a 10-3	Agua Precipitable Diaria entre - la Superficie del Suelo y 850 mb entre 850 y 700 mb, entre 700 y 500 mb, entre 500 y 400 mb, en- tre 400 y 300 mb respectivamente y Precipitación Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de mayo 1971....	Anexo 3
Gráfica 1-4	Agua Precipitable Media Mensual y Precipitación Media Mensual vs El Tiempo. Año 1971.....	Anexo 3
Gráfica 2-4	Agua Precipitable Media Mensual vs. Precipitación Media Mensual. Año 1971.....	Anexo 3
Gráfica 1-5	Agua Precipitable Acumulada des- de la Superficie del Suelo hasta cualquier valor de la Presión At- mosférica entre 850 y 300 mb vs. La Presión Atmosférica.....	Anexo 3
Gráfica 1-6	Coefficiente de Precipitabilidad vs. $\overline{WP}_{\text{grupo}}$ , usando los métodos A y B. $NLL = 1$ .....	Anexo 3
Gráfica 2-6	Coefficiente de Precipitabilidad vs. $\overline{R}_{\text{grupo}}$ , usando los métodos A y B. $NLL = 1$ .....	Anexo 3
Gráfica 3-6	Coefficiente de Precipitabilidad vs. $\overline{R}_{\text{grupo}}$ , para $NLL = 2$ .....	Anexo 3
Gráfica 4-6	Coefficiente de Precipitabilidad vs. $\overline{R}_{\text{grupo}}$ , para diferentes va- lores de $NLL$ .....	Anexo 3

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El estudio del agua precipitable ha tomado auge desde la segunda década de este siglo, sobre todo en los Estados Unidos donde una red de estaciones de radiosondeos bastante extensa es tomada como base. Otros trabajos han sido hechos sobre todo en Europa, Asia y parte de - Africa. Para las latitudes bajas, en particular para Venezuela, no se han realizado investigaciones sobre este t6pico. Así, este Trabajo se presenta como una introducción al estudio del agua precipitable en Venezuela (Maracay).

La cantidad total de vapor de agua en la atm6sfera en un instante determinado es conocida como agua precipitable. Por definici6n, agua precipitable es la altura de agua que serfa acumulada en una superficie horizontal unitaria, si todo el vapor de agua que hubiera en una columna vertical de la atm6sfera de igual 6rea unitaria de secci6n fuera condensado y precipitado sobre dicha superficie. Esta altura es te6rica, puesto que no hay proceso natural capaz de hacer que precipite como agua líquida todo el vapor de agua contenido en una columna de la atm6sfera.

El c6lculo de agua precipitable es la base de muchos estudios sobre radiaci6n, balance de calor, distribuci6n del ozono, etc. Un tema interesante y que no ha sido investigado profundamente, es la relaci6n entre el agua precipitable y las precipitaciones. Para una buena cantidad de 6reas en el mundo es demostrable que los meses de mayor -

precipitación se corresponden con meses de mayor cantidad de agua precipitable. Comparando áreas muy escogidas tal relación no es cierta, - siendo muy posible que al comparar una zona bajo diferentes influencias de tipo general o local, o al comparar zonas que meteorológicamente no presentan similitud, no se obtengan resultados satisfactorios.

Los cálculos del agua precipitable se harán en base a los datos del radiosonda de la Base Aérea "Mariscal Sucre" (Maracay), donde efectúan un sondeo diario en la mañana. Los datos de la precipitación se tomarán en esta misma estación, y de aquellas estaciones de la zona que meteorológicamente tengan un comportamiento similar.

### Objetivos

Esta investigación presenta tres objetivos. El primero y primordial, es el cálculo del agua precipitable en una sección vertical - (Maracay). Un segundo objetivo que consiste en establecer relaciones - entre el agua precipitable calculada y la precipitación medida en la - zona. Como una aplicación, en el tercer objetivo se hará un intento - de pronóstico para el área.

### Precedentes Literarios

BAKER (1969). Hace un estudio estadístico sobre el agua precipitable para cinco estaciones en Texas. Encontró que la distribución observada puede ser descrita por la distribución normal ajustada dentro de - límites estadísticos aceptables. En la introducción de su trabajo cita a los siguientes autores más importantes: SOLLOT (1939), indica la importancia del agua precipitable y la considera como una cantidad imporu

tante en cualquier estudio hidrometeorológico. SHANDS (1949), demuestra que los meses de mayor precipitación son meses de mayor cantidad de agua precipitable (El Paso).

BERRY, BOLLAY and BEERS (1945), presentan fórmulas para el cálculo del agua precipitable en cms. y pulgadas. Además, muestran diagramas elaborados por "U.S. Weather Bureau" relacionados con el cálculo de agua precipitable para columnas de aires saturados, siendo para estos casos el gradiente de temperatura el adiabático saturado.

BYERS (1959), desarrolla ecuaciones para el cálculo del agua precipitable, primero en base a la humedad específica y la presión atmosférica y segundo, utilizando la presión de vapor y la presión atmosférica. Dice también que una determinación del contenido total de vapor de agua en la atmósfera (agua precipitable), da una idea de la cantidad de precipitación que puede ser esperada del aire sobre la superficie, suponiendo condiciones favorables para la precipitación de la humedad. También muestra mapas de la distribución del contenido medio del agua precipitable en pulgadas, para los meses de enero y julio en los Estados Unidos; estos mapas fueron tomados de SHANDS (1949).

LINSLEY, KOHLER and PAULHUS (1967), establecen la fórmula para el cálculo del agua precipitable en pulgadas. Ilustran por medio de un "ejercicio propuesto", que el cálculo del agua precipitable con las tablas para este fin elaboradas por la "U.S. Weather Bureau", no difieren mucho del cálculo con la fórmula cuando la atmósfera está saturada y el gradiente de temperatura es el adiabático saturado.

STARR, PEIXOTO and CRISI (1965), presentan un gráfico con la distribución espacial del contenido medio de vapor de agua precipitable. Concluyen, que hay un decrecimiento continuo del contenido de vapor de agua precipitable (agua precipitable) del ecuador hacia los polos. También observan la influencia marítima y continental, la cual es evidente en el gráfico.

WISLER (1962), sobre el contenido total de vapor de agua en la atmósfera (agua precipitable) refiere los siguientes aspectos: como los océanos son las principales fuentes de humedad, las grandes concentraciones ocurren cerca de la superficie de los océanos en los trópicos. La concentración decrece con la altitud, con la latitud y con la distancia desde tierra adentro a las costas. Aproximadamente la mitad del contenido de vapor de agua en la atmósfera, se halla dentro de la primera milla de altura. El principal proceso por el cual el vapor de agua es llevado hacia arriba es la convección. El autor cita a DINES (1918), el cual da los siguientes datos sobre este tópico:

1°). Datos de humedad obtenidos de 250 globos lanzados sobre Inglaterra y Europa, muestran que el contenido medio de humedad en la atmósfera es en el invierno, la mitad que en el verano.

2°). El espesor total de agua contenido en una columna de aire saturado de vapor de agua, es proporcional a la temperatura del suelo (se asume que la presión de vapor máxima existe a través de la columna y que la reducción de temperatura es  $10^{\circ}\text{F}$  por Kmt. de altura). - Además, WISLER presenta una comparación entre dos estaciones en los Estados Unidos, y concluye que no hay relación entre el agua precipitable y las precipitaciones.

## CAPITULO II

### PROCEDIMIENTO

En lo que sigue se da el procedimiento general a seguir en el cumplimiento de los tres objetivos señalados. No todos los aspectos involucrados en la investigación se mencionan ni tampoco la forma de computación de los datos.

Para el cálculo del agua precipitable se utilizará la fórmula de Solot: (para una deducción de la fórmula véase "Byers, General Meteorology, 1959", pág. 164)

$$WP_k = (P_k - P_{k+1}) (Q_k + Q_{k+1}) / 2g \dots \dots \dots (1)$$

donde P y Q, indican la presión atmosférica en mb. y la humedad específica en gr./kg respectivamente. Los subíndices k y k + 1 representan los niveles k y k + 1 de la atmósfera; siendo  $P_k$  mayor que  $P_{k+1}$  g representa la aceleración de la gravedad en  $\text{cm}/\text{seg}^2$ . WP es el espesor de agua precipitable en cm. calculado para el estrato entre k y k + 1. Para cada curva de estado, sumando los resultados parciales obtenidos de una serie consecutiva de estratos a partir de la superficie, se obtiene el agua precipitable. Los niveles k y k + 1 se eligen tomando en consideración cambios apreciables en el gradiente vertical de temperatura. Así podemos calcular para cada sondeo el espesor de agua precipitable; asumiéndose que este valor procesado es representativo, con respecto al tiempo, de las 08:00HLV.

Para la correlación entre el agua precipitable y las precipitaciones se tomarán 12 meses continuos de registro, obteniéndose así las primeras relaciones. Luego se elegirán algunos meses representativos del año con respecto a la marcha de la precipitación de la zona en estudio y se construirán series meteorológicas aplicándose conceptos de estadística. La elección de estos meses se basará en la circulación general, fenómenos de tipo local y considerando también que estos resultados serán la base de la realización del tercer objetivo señalado. Realizada esta etapa se podrán hacer conclusiones sobre la viabilidad de un pronóstico, utilizando el agua precipitable como un factor de análisis.

El cumplimiento del tercer objetivo está supeditado a la consistencia de las relaciones que se obtengan del segundo objetivo. En líneas generales, se puede decir que se estudiarán los siguientes aspectos:

- 1). Mecanismos adiabáticos más relacionados con la formación de tormentas en el área.
- 2). Movimientos verticales en el área.
- 3). Estudio termodinámico del aire con ayuda del Tefigrama. Siendo posible, se estudiará el espesor de agua precipitable antes y después de una tormenta.

Existen otros factores que se irán tomando en consideración para este tercer objetivo a medida que avance el estudio. Las diferentes relaciones y ecuaciones se deducirán con las aproximaciones necesarias en cada caso. Al final de la investigación se podrá establecer como un elemento de pronóstico al agua precipitable.

CAPITULO III

PRIMER OBJETIVO

CALCULO DEL AGUA PRECIPITABLE

Uno de los aspectos más importantes en el estudio de cualquier variable en la atmósfera, es el procedimiento introducido en el cálculo. Comúnmente se aplican en Meteorología algunas aproximaciones por el hecho de que la precisión de las observaciones depende en la mayoría de los casos de la precisión de los instrumentos aerológicos usados, resultando errores sistemáticos permisibles de  $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$  para la temperatura del aire y de  $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$  para la temperatura del punto de rocío como medida de la humedad del aire. En este Trabajo se dan a conocer las aproximaciones efectuadas, como también sus justificaciones en cada caso.

De los datos del radiosonda de la Base Aérea "Mariscal Sucre" (Maracay) se utilizarán los siguientes parámetros:

- a). Presión atmosférica, P, en mb.
- b). Temperatura del aire, T, en  $^{\circ}\text{C}$ .
- c). Humedad relativa, H, en %.

Los datos utilizados están comprendidos entre la superficie del suelo y la última superficie isobárica, para la cual puede obtenerse la humedad relativa del aire. Dicha superficie isobárica corresponde en todos los radiosondeos a  $P = 300$  mb. Información adicional sobre el rango y precisión de las mediciones en los sondeos, puede obtenerse a través de las "Fuerzas Aéreas de Venezuela"; información que actual-

mente se procesa en la "Central de Datos Geofísicos" del Departamento de Meteorología e Hidrología, de la Universidad Central de Venezuela.

En la ecuación (1) dada en el Capítulo II el único parámetro desconocido es la humedad específica Q, en gr/kg; este parámetro se puede calcular con ayuda de las siguientes ecuaciones enumeradas (2) y (3):

$$Q_k = (622. \times H_k \times ES_k) / (100. P_k - 0,378 ES_k) \dots \dots \dots (2)$$

Donde Q, H, ES, P, son la humedad específica en gr./kg., la humedad relativa en %, la tensión de vapor de saturación en mb y la presión atmosférica en mb, respectivamente. El subíndice k indica que cada variable en la ecuación corresponde a una misma superficie isobárica k.

En esta ecuación la única incógnita es ES, la cual es una función exponencial de la temperatura del aire, que en este Trabajo se calculará según recomendaciones de la "Organización Meteorológica Mundial" (OMM) mediante la fórmula que a continuación se describe:

$$\begin{aligned} A &= 273.16 + T_k \\ B &= 273.16/A \\ C &= A/273.16 \\ D &= \log (C) \\ ES_k &= 10.** (10.7957*(1-B) - 5.028*D \\ &+ 1.50475*(10.**(-4))* (1.-(10.**(-8.2969*(C-1.)))) \\ &+ 0.42873*(10.**(-3))* (10.** (4.76955 - (1.-8)) - 1.) \\ &+ 0.78614) \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

Donde  $T$  es la temperatura del aire en  $^{\circ}\text{C}$ , el subíndice  $k$  indica que todos los parámetros de la ecuación corresponden a la superficie isobárica  $k$  y la última relación está preparada de forma que los símbolos  $*$ ,  $**$  representen producto y potencia respectivamente.

Como puede observarse, la fórmula (3) se utiliza en todo el rango de la temperatura del aire que se corresponde con el rango de la presión atmosférica establecida. Esto significa que no se toma en cuenta la subfusión, que es la capacidad del agua de permanecer líquida por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ). Esta aproximación se usa en el trabajo rutinario meteorológico y es justificable en nuestro caso por lo siguiente:

- a). En los alrededores de la temperatura del límite de subfusión encontramos que por debajo de ésta, la proporción de cristales de hielo es mayor que la proporción de gotitas de agua. Por encima de ella la proporción de cristales de hielo, es menor que la proporción de gotitas de agua. Si tomamos en cuenta que la tensión de vapor sobre agua es mayor que sobre hielo para una determinada  $T_k$ , aparece en consecuencia un error por exceso que para el cálculo del agua precipitable mediante la fórmula (1) no es importante. Esto debido a que en alturas mayores que el límite de subfusión la humedad relativa es de alrededor del 10% generalmente y la corrección que se podría aplicar a los espesores de agua precipitable en estas alturas es muy pequeña.
- b). Los investigadores no se han puesto de acuerdo sobre el criterio a seguir en el establecimiento del valor del límite de la subfusión. En Venezuela no se conocen publicaciones en esta materia.

Diferentes autores dan diversos valores de esta temperatura.

Otra aproximación efectuada es la suposición de que la tensión de vapor de saturación sobre una superficie plana de agua pura, es igual a la tensión de vapor de saturación en el aire húmedo. Se efectuaron varias pruebas con distintos sondeos y se encontró que con esta suposición se comete un error por defecto de 0,36% en el cálculo de WP diaria; de 0,38% en los primeros niveles y 3,6% en los niveles altos en el cálculo de espesores de agua precipitable entre niveles significantes. Debido a que estas magnitudes tienen valores pequeños los errores absolutos son despreciables.

Para este objetivo se escogió el año de 1971 por ser uno de los más próximos adquiribles. Este año servirá de base para algunos de los estudios propuestos en el Capítulo I. Los resultados se presentan en la Tabla N° 1, la cual incluye:

- a). Valores diarios del agua precipitable desde la superficie del suelo hasta 300 mb., nomenclatura WPdiaria y el promedio de los valores en cada mes  $\overline{WP}$  mensual.
- b). Valores diarios del agua precipitable entre superficies isobáricas principales consecutivas, calculadas sumando los espesores de agua precipitable (calculados por la fórmula (1)) que se encuentran entre dos de estas superficies. También se toma en cuenta la superficie del suelo. Nomenclatura usada: WP(Sup.,850), WP(700,500), WP(500,700), WP(400,300) y el promedio de los valores en cada mes  $\overline{WP}$ (Sup.,850),  $\overline{WP}$ (700,500),  $\overline{WP}$ (500,400),  $\overline{WP}$ (300,400). Genéricamente WPparcial y  $\overline{WP}$ parcial.

### Conclusiones Sobre el Cálculo del Agua Precipitable

- 1°) Aunque los valores de  $WP_{diaria}$  y sus promedios mensuales expresados en centímetros se dan con tres decimales, solamente dos decimales representan adecuadamente esos valores.
- 2°) Los valores relacionados con espesores de agua precipitable entre superficies isobáricas principales consecutivas, son bastante representativos utilizando tres decimales cuando se calculan en cm.
- 3°) Los valores  $WP(400,300)$  y  $WP(500,400)$  aportan muy poco al valor  $WP_{diaria}$ , estando formados de algunas milésimas y ocasionalmente centésimas de centímetro. La contribución que aportaría el cálculo de espesores de agua precipitable por encima de 300 mb es despreciable, por lo que el valor  $WP_{diaria}$  calculado es en la práctica la definición del agua precipitable dada en el Capítulo I.
- 4°) Para el trabajo rutinario de las "Oficinas de Meteorología" el valor  $WP_{diaria}$  se podría obtener mediante tablas hasta 300 mb.
- 5°) Nunca deben calcularse espesores de agua precipitable con presión mayor que la milésima de centímetro, debido a que el "error de entrada" se hace relativamente grande para presiones atmosféricas menores que 500 mb.
- 6°) Se debe investigar sobre la subfusión en Venezuela e introducir la teoría de errores de medición en trabajo rutinario meteorológico.

## CAPITULO IV

### SEGUNDO OBJETIVO

En este objetivo se busca establecer relaciones entre el agua precipitable y las precipitaciones. En la primera parte se estudia el año 1971 y en la segunda, algunos meses representativos de la precipitación en años anteriores. El área base de estudio, así como también las nueve estaciones meteorológicas utilizadas, pueden observarse en el "Mapa de Delimitación del Area de Estudio" que se adjunta. En ese mapa se ubica la zona entre los Estados Aragua y Carabobo en el noreste del Lago de Valencia, base del estudio. Debido a que una presentación rigurosa de toda la investigación haría este Trabajo Especial muy voluminoso, se ha querido hacer una presentación de resultados, conclusiones y los métodos que en cada caso se utilizaron.

#### Estudio del Agua Precipitable y la Precipitación en el Año 1971

##### 1°) Definición de Términos sobre Precipitación

Para determinada estación meteorológica en el área de estudio definimos:

- a) Precipitación diaria: Es la precipitación que se mide cada día a las 08:00 HLV asignada en el día anterior al de la medición. Nomenclatura Rdiaria.
- b) Precipitación mensual: Es la suma de los valores Rdiaria observados en un determinado mes. Nomenclatura Rmensual.

Para el área de estudio definimos:

- a) Precipitación media diaria: Es el cociente entre la suma de los valores  $R_{diaria}$ , observados en un determinado día, y el número de estaciones meteorológicas de medición. Nomenclatura  $\bar{R}_{diaria}$ .
- b) Precipitación media mensual: Es el cociente entre la suma de los valores  $\bar{R}_{mensual}$  observados en un determinado mes, y el número de estaciones meteorológicas de medición. Nomenclatura  $\bar{R}_{mensual}$ .
- c) Precipitación media mensual diaria: Es el cociente entre  $\bar{R}_{mensual}$  y el número de días del mes. Nomenclatura  $\bar{R}_{md}$ .

El uso del método aritmético es aplicable en esta investigación debido a que no se requiere mucha exactitud en el cálculo de la precipitación; además, el área de estudio cumple con las suposiciones para la aplicación del método (véase "Wisner, Hydrometeorology, 1970" pág. 121).

Los datos relacionados con la precipitación diaria de cada estación meteorológica, se pueden adquirir en el "Anuario Climatológico del Distrito Hidrológico IV, Ministerio de Obras Públicas (MOP), 1971" y en los anuarios del "Servicio de Meteorología y Comunicaciones de las Fuerzas Aéreas de Venezuela".

## 2°) Estudio del Espesor de Agua Precipitable Diaria y la Precipitación Media Diaria

Para este estudio se plotearon en diversas gráficas  $WP_{diaria}$  y  $\bar{R}_{diaria}$  vs. el tiempo en días. El valor  $\bar{R}_{diaria}$  se calculó para

1, 2 y 9 estaciones meteorológicas, con la finalidad de observar cualquier posible variación en las relaciones buscadas. En el primer caso,  $\bar{R}$ diaria = Rdiaria y la estación meteorológica base del cálculo de la precipitación es la misma donde se lanza el radiosonda (Base Aérea Mariscal Sucre). En el segundo caso y debido a la confiabilidad de sus datos, se escogió la anterior y la estación meteorológica Maracay C.I.A. Para el tercer caso,  $\bar{R}$ diaria se calcula tomando en cuenta las nueve estaciones meteorológicas en el área de estudio ubicadas en el mapa mencionado. Desde la gráfica 1-2 a la 12-2 se estudian los 12 meses del año 1971, para el primer caso. Desde la gráfica 13-2 a la 24-2 para el segundo caso y desde la 25-2 a la 36-2 para el tercero. En todas las gráficas las barras indican el valor  $\bar{R}$ diaria, los puntos WPdiaria y a cada día le corresponde un intervalo en el eje de las abscisas. El punto de WPdiaria se coloca en el medio del intervalo y las barras de  $\bar{R}$ diaria cubren todo el intervalo, colocándose ambos valores en sus alturas respectivas.

### Conclusiones

Para el primero y segundo caso (para 1 y 2 estaciones meteorológicas).

- a). Varios días consecutivos con valores de WPdiaria por encima de  $\bar{W}$ Pmensual, son días en general lluviosos.
- b). Al relacionarse el aumento o disminución del valor de WPdiaria después de un día con  $\bar{R}$ diaria mensurable, se encontró que en el 55% de los casos al día siguiente de ese día con  $\bar{R}$ diaria mensura-

ble, WPdiaria disminuyó y en un 45% aumentó. Podemos concluir que hay una sensible tendencia de que el valor WPdiaria disminuya el día después de un día con  $\bar{R}$ diaria mensurable.

- c). Para días lluviosos consecutivos es, en general, cierto, que la curva WPdiaria vs. el tiempo en días, es sobre y en los alrededores de esos días convexa.
- d). El hecho de que no se encontraran resultados más precisos se debe a dos causas:
- 1). El Lago de Valencia tiene una marcada influencia sobre la humedad atmosférica de la zona. Al estar situada la estación del radiosonda muy próxima al Lago, el sondeo está influenciado de acuerdo al viento en la altura, por tierra o sobre agua. Por estas razones y el hecho de que el sondeo dura casi dos horas, permite suponer que el valor WPdiaria calculado es heterogéneo.
  - 2). El radiosonda lanzado en la mañana no es exactamente representativo del transporte vertical de humedad, el cual es un factor importante en la promoción de la lluvia. Un segundo sondeo por la tarde mejoraría el resultado de esta investigación.

Para el tercer caso (para la red de 9 estaciones meteorológicas).

Todas las conclusiones anteriores son válidas para este caso, excepto que con relación al aumento o disminución del valor WPdiaria después de un día de  $\bar{R}$ diaria mensurable se estudiaron 142 casos, encon

trándose que en 66 de ellos  $WP_{diaria}$  aumentó con respecto al día anterior, en 64 casos disminuyó y en 12 casos permaneció prácticamente constante. Por lo tanto, se puede concluir que hay la misma posibilidad de que el valor  $WP_{diaria}$  aumente o disminuya después de un día lluvioso y es poco factible que permanezca constante.

### 3°). Estudio del Agua Precipitable entre Superficies Isobáricas Principales Consecutivas Incluyendo la Superficie del Suelo y la Precipitación Media Diaria para la Red de 9 Estaciones Meteorológicas

Para este estudio se plotearon en diversas gráficas los espesores de agua precipitable entre superficies isobáricas consecutivas vs. el tiempo en días. Se eligieron los meses de febrero y mayo de 1971, por ser meses muy completos en radiosondeos y por presentar contrastes con respecto a la precipitación media mensual. Cada valor de  $WP_{parcial}$  y del tiempo en días fueron ploteados en la forma que se ha venido utilizando. El estudio se hizo con la finalidad de observar la variación de  $WP_{parcial}$  a través del tiempo y las posibles relaciones de estas variaciones con la precipitación media diaria  $\bar{R}_{diaria}$ .

En cada gráfica se estudiaron tres aspectos:

- a) Relación cualitativa entre  $WP_{parcial}$  y  $\bar{R}_{diaria}$
- b) Comparación, según la relación de orden usual en los numerosos reales entre  $\bar{WP}_{parcial}$  y  $\bar{R}_{md}$
- c) Cálculo de la variación máxima absoluta  $V_a$  y relativa  $V_r$  de los diferentes estratos de  $WP_{parcial}$  en los dos meses estudia-

dos. La variación absoluta  $V_a$ , se define como la diferencia entre los valores máximo y mínimo que alcanza un determinado  $WP_{\text{parcial}}$  en el mes. La variación relativa  $V_r$ , se define como la relación entre  $V_a$  y el respectivo valor  $WP_{\text{parcial}}$ , en ese mismo mes.

El estudio de las relaciones propuestas en el aparte a) se dan a continuación y los resultados de la comparación y el cálculo de los apartes b) y c) se dan en la Tabla N° 2.

### Mes de Febrero

#### Gráficas del 1-3 al 5-3

Desde la gráfica 1-3 a la 5-3 se plotean contra el tiempo en días,  $WP(\text{Sup.}850)$ ,  $WP(850,700)$ ,  $WP(700,500)$ ,  $WP(500,400)$  y  $WP(400,300)$  respectivamente y  $\bar{R}_{\text{diaria}}$ .

#### Gráfica 1-3

No existe relación aparente entre  $WP(\text{Sup.}850)$  y  $\bar{R}_{\text{diaria}}$ .  $WP(\text{Sup.}850)$  es bastante irregular a través del tiempo.

#### Gráfica 2-3

Se observa mejor relación entre  $WP(850,700)$  y  $\bar{R}_{\text{diaria}}$  que entre  $WP(\text{Sup.}850)$  y  $\bar{R}_{\text{diaria}}$  y que  $WP(850,700)$  aumentó después de cualquier día con  $\bar{R}_{\text{diaria}}$  mayor que cero.

#### Gráfica 3-3

Para valores bajos de  $WP(700,500)$  no se corresponden precipitaciones y cuando toma valores altos se observan, en general, precipitaciones.

### Gráfica 4-3

WP(500,400), permanece sensiblemente constante excepto los días 20, 21 y 22 que presentan valores altos. Estos valores se corresponden con dos días de precipitación. Estos dos picos que se pueden observar en la gráfica, deben ser causados por la penetración de la sonda en nubes del tipo cúmulos-congestus o cúmulos-nimbus (véase Tabla N° 1, día 20-2-71).

### Gráfica 5-3

WP(400,300) presenta las mismas características que WP(500,400) en la gráfica 4-3.

### Mes de Mayo

#### Gráficas desde el 6-3 al 10-3

Desde la gráfica 6-3 a la 10-3 se plotearon contra el tiempo en días, WP(Sup.,850), WP(850,700), WP(700,500), WP(500,400), WP(400,300) respectivamente y  $\bar{R}$ diaria.

### Gráfica 6-3

No existe relación aparente entre WP(Sup.,850) y  $\bar{R}$ diaria, WP(Sup.,850) es más irregular a través del tiempo que WP(Sup.,850) lo es en el mes de febrero.

### Gráfica 7-3

Se observa mejor relación entre WP(850,700) y  $\bar{R}$ diaria que entre WP(Sup.,850) y  $\bar{R}$ diaria. Se encuentra que los valores WP(850,700) que representan máximos relativos se corresponden con precipitaciones. En general, la curva WP(850,700) vs. el tiempo es convexa en los alrededores de varios días consecutivos de lluvia.

### Gráfica 8-3

Al comparar WP(700,500) la relación buscada mejora. La curva que corresponde a WP(700,500) presenta picos muy cerca de los picos de precipitación y valores relativamente bajos, en días en que  $\bar{R}$ diaria es cero o pequeña.

### Gráfica 9-3

WP(500,400) sigue aproximadamente al diagrama de barras de  $\bar{R}$ diaria con algunas excepciones.

### Gráfica 10-3

Los picos máximos de la curva WP(400,300) vs. el tiempo en días, corresponde a días lluviosos.

### Conclusiones

- a). Para un intento de pronóstico en base al agua precipitable el estudio debe dirigirse al intervalo entre 700 y 500 mb de presión atmosférica, debido a que la marcha de WP(700,500) a través del tiempo es similar a la de  $\bar{R}$ diaria.
- b). La variación absoluta de los valores  $\overline{WP}$ parcial disminuye con el aumento de la altura y la variación relativa aumenta. Los meses menos lluviosos presentan mayor variación relativa.

### 4°). Estudio del Agua Precipitable Media Mensual y la Precipitación Media Mensual para la Red de 9 Estaciones Meteorológicas

Para el estudio se plotearon en una gráfica  $\overline{WP}$ mensual,  $\bar{R}$ mensual y el tiempo en meses (Gráfica 1-4). En una segunda gráfica se ploteó  $\overline{WP}$ mensual vs.  $\bar{R}$ mensual (Gráfica 2-4). A continuación se comenta cada gráfica.

Gráfica 1-4

La manera del ploteo de los valores es similar a como se ha venido realizando. Los valores encerrados en triángulos indican que esos meses fueron deficientes en radiosondeos y la media, en consecuencia, es aproximada.

En la gráfica se observa una disminución de  $\overline{WP}_{\text{mensual}}$  en los meses de  $\overline{R}_{\text{mensual}}$  bajo, y un aumento de  $\overline{WP}_{\text{mensual}}$  en los meses de  $\overline{R}_{\text{mensual}}$  alto. El aumento no es lineal y para los meses desde abril a noviembre no se cumple exactamente que un mes de  $\overline{R}_{\text{mensual}}$  mayor, que otro se corresponda con un mes de  $\overline{WP}_{\text{mensual}}$  mayor. Ejemplo de esta característica son los meses de mayo y octubre.

A continuación se dan los datos de estos dos meses:

<u>Mes:</u>	<u><math>\overline{WP}_{\text{mensual}}</math>:</u>	<u><math>\overline{R}_{\text{mensual}}</math>:</u>
Mayo	37,1 mm	112,3 mm
Octubre	39,7 mm	61,0 mm

Por falta de radiosondeos, en los meses lluviosos no se pudo constatar si  $\overline{WP}_{\text{mensual}}$  aumenta sólo hasta cierto valor de  $\overline{R}_{\text{mensual}}$  y luego decrece, al parecer con los datos algo incompletos - esta relación es cierta. En otros estudios de este mismo objetivo se tratará de comprobarla.

Gráfica 2-4

Con la finalidad de construir la curva  $\overline{WP}_{\text{mensual}}$  vs.  $\overline{R}_{\text{mensual}}$ , se plotearon los valores para cada mes, en la gráfica. Se extrapolo una curva media que muestra una relación con respecto a lo tratado en la gráfica 1-4 aproximadamente cierta.

5°). Estudio de la Distribución Mensual Vertical del Agua Precipitable con Respecto a la Presión Atmosférica

Como se puede observar en la Tabla N° 1 en el Capítulo III, - el agua precipitable disminuye con la reducción de la presión atmosférica. Se estudiarán  $\overline{WP}(850,700)$ ,  $\overline{WP}(700,500)$ ,  $\overline{WP}(500,400)$  y  $\overline{WP}(400,300)$  en cada mes. Estos valores se acumulan desde la superficie del suelo hasta  $P = 300$  mb. y cada valor acumulado se hace corresponder con la última presión atmosférica que ha intervenido en el proceso de suma. Para aclarar el método se da el siguiente ejemplo, en la Tabla N° 3.

TABLA N° 3

Método de Acumulado de Valores Medios Mensuales del Agua Precipitable

Mes de Febrero

<u><math>\overline{WP}</math>parcial en mm.</u>	<u><math>\overline{WP}</math>acumulado</u>	<u>Se plotea en</u>
$\overline{WP}(\text{Sup},850) = 12,10$	12,10	$P = 850$ mb
$\overline{WP}(850,700) = 10,03$	22,13	$P = 700$ mb
$\overline{WP}(700,500) = 4,29$	26,42	$P = 500$ mb
$\overline{WP}(500,400) = 0,44$	26,86	$P = 400$ mb
$\overline{WP}(400,300) = 0,21$	27,07	$P = 300$ mb

En realidad estos valores acumulados parten desde la superficie del suelo, con un valor promedio de la presión atmosférica y el valor del agua precipitable en cero. No se realizó así porque la evaluación de la presión atmosférica promedio en la superficie

del suelo, hasta que la sonda llega a los 850 mb de P, es difícil de evaluar. Además, este aspecto no toma parte en ningún estudio en la presente investigación. Entonces, partiendo de 850 mb de P, se evitan mayores complicaciones.

Con los valores medios mensuales del agua precipitable en la Tabla N° 1 del Capítulo III, se pueden construir tablas como la dada en el ejemplo anterior, para cada mes del año en estudio y luego procediendo al ploteo de estos valores resultan curvas como las de la gráfica 1-5. En esa gráfica la ordenada es el eje de  $\overline{WP}$ acumulado y la abscisa es el eje de la presión atmosférica P.

### Conclusiones

- a). El agua precipitable media mensual acumulada a partir de la superficie del suelo, toma valores constantes en los alrededores de  $P = 300$  mb.
- b). A medida que disminuye la presión atmosférica el valor  $\overline{WP}$ acumulado se hace más variable. Basándose en la gráfica 1-5 y en las tablas utilizadas para su construcción, se pueden calcular las variaciones máximas absolutas de diferentes valores acumulados hasta cualquier superficie isobárica. En la Tabla N° 4 es notoria la afirmación que se ha hecho.

Como se observa en la Tabla N° 4, la variabilidad de los valores  $\overline{WP}$ acumulado tiene un valor máximo, que es algo mayor que 13,2 mm.

TABLA N° 4

Variación Máxima Absoluta de Diferentes Valores  
Acumulados hasta Superficies Isobáricas entre -  
850 y 300 mb. Año 1971

<u>Presión Atmosférica (mb)</u>	<u>Va (mm)</u>
850	3,1
800	4,6
700	6,7
600	9,4
500	11,6
450	12,7
400	12,9
350	13,1
300	13,2

6°). Estudio del Coeficiente de Precipitabilidad

Siendo necesario relacionar cuantitativamente el agua precipitable y la precipitación, se define a continuación el coeficiente de precipitabilidad.

Para un período de tiempo  $t$  determinado, el coeficiente de precipitabilidad se calcula como el cociente entre la precipitación para ese período y el promedio del agua precipitable para ese mismo período  $t$ . En general se puede decir, que el coeficiente precipitabilidad es el cociente entre un valor de precipitación y un valor de agua precipitable calculado adecuadamente. Para es-

ta investigación será definido mediante la siguiente fórmula:

$$CP = \bar{R}_{\text{grupo}} / \overline{WP}_{\text{grupo}} \dots\dots\dots (4)$$

Donde las variables y la interpretación de la fórmula se explican con las siguientes definiciones:

- a). NLL, es el período de tiempo t mencionado y se define como - un grupo de días consecutivos, en los cuales hubo precipitación y en el día que le antecede y le precede a ese grupo no hubo precipitación.
- b).  $\overline{WP}_{\text{grupo}}$ , es el promedio de los valores de WP diaria de los - días consecutivos con lluvia y el que precede y antecede.
- c).  $\bar{R}_{\text{grupo}}$ , es el promedio de los valores de precipitación diaria de los días de lluvia.
- d). CP, es el cociente entre  $\bar{R}_{\text{grupo}}$  en mm. y  $\overline{WP}_{\text{grupo}}$  en cms.

Con ayuda de la fórmula (4) y los registros de precipitación y radiosondeos, se construyeron las gráficas 1-6, 2-6, 3-6 y 4-6, que son la base de este estudio.

### Gráficas 1-6 y 2-6

Para el cálculo de  $\bar{R}_{\text{grupo}}$  se usaron dos métodos:

#### Método A

$\bar{R}_{\text{grupo}}$  se calculó promediando los valores de las precipitaciones observadas, es decir,  $(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) / n$ , donde n - es el número de estaciones meteorológicas donde hubo precipitación mensurable y  $R_i$  ( $i = 1, n$ ) son las precipitaciones diarias medidas.

### Método B

$\bar{R}_{\text{grupo}} = (R_1 + R_2 + \dots + R_n)/n$  donde  $n$  es igual al número de estaciones meteorológicas en el área de estudio y  $R_i$  ( $i = 1, n$ ) son las precipitaciones diarias medidas (algunas  $R_i$  pueden ser cero).

Para calcular  $\overline{WP}_{\text{grupo}}$  se promedian los valores de WP correspondientes a un día antes, el mismo día y un día después de la precipitación

### Gráfica 1-6

Se plotea CP vs.  $\overline{WP}_{\text{grupo}}$ , para  $NLL = 1$ . Se utilizaron los métodos A y B; no se encontraron relaciones aparentes.

### Gráfica 2-6

Se plotea CP vs.  $\overline{WP}_{\text{grupo}}$ , para  $NLL = 1$ . Al utilizar el método A o B las funciones que resultan son muy próximas a rectas. La recta (a) se traza en base a los datos calculados por el método A y la recta (b) en base al método B. A continuación, en la Tabla N° 5, se dan los datos para la construcción de cada recta, como una explicación del método.

Estos valores de 4,59 y 1,47 representan el centroide de las funciones para las observaciones dadas en la Tabla N°: 5 (Recta b), que junto con el origen forman una recta, de pendiente 0,314.

El método A es el más exacto, pues toma en cuenta para el cálculo de la precipitación en una forma aproximada, solamente el área bajo la cual hubo precipitación mensurable. El error que se comete al utilizar el método B es de  $100 \times 0,004 / 0,31 = 1,3\%$ , error

TABLA N° 5

DATOS BASICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LAS RECTAS (a)  
Y (b) SEGUN LOS METODOS A Y B RESPECTIVAMENTE. NLL=1

## Recta (a)

<u>Fecha:</u>	<u><math>\overline{WP}</math>grupo (cm)</u>	<u><math>\overline{R}</math>grupo (mm)</u>	<u>CP(mm/cm)</u>
02-02-71	3,07	12,40	4,07
05-02-71	2,82	6,30	2,24
19-02-71	2,78	2,40	0,86
23-02-71	2,98	1,30	0,44
17-04-71	4,04	2,16	0,53
07-05-71	3,92	9,60	2,45
25-05-71	3,03	7,60	2,51
16-06-71	2,74	0,22	0,08
30-10-71	3,86	0,20	0,05
16-12-71	3,54	5,95	1,68
	Valores medios	4,81	1,49

## Recta (b)

<u>Fecha:</u>	<u><math>\overline{WP}</math>grupo (cm)</u>	<u><math>\overline{R}</math>grupo (mm)</u>	<u>CP(mm/cm)</u>
02-02-71	3,07	9,70	3,16
25-05-71	3,02	7,60	2,52
07-05-71	3,57	7,50	2,10
05-02-71	2,81	3,50	1,24
19-02-71	2,77	1,90	0,69
16-12-71	3,35	1,30	0,39
23-02-71	2,98	0,60	0,20
	Valores medios	4,59	1,47

aceptable en esta investigación. Se calculará la precipitación - por el método B, por comodidad en el cálculo.

### Gráfica 3-6

Se plotea CP en mm/cm vs.  $\bar{R}_{\text{grupo}}$  en mm para NLL = 2, con la finalidad de seguir estudiando la función que más se aproxima a esta relación. Como se observa en la gráfica la relación se hace más lineal que en la gráfica 2-6 (para NLL = 1). El método de centroide da la recta de la figura cuya pendiente es 0,330.

Conociendo que la función que relaciona a CP y a  $\bar{R}_{\text{grupo}}$  es una recta para cada NLL, se da a continuación el método a seguir en la construcción de cada recta.

- a) Obtención de datos en los registros
- b) Cálculos del centroide para cada NLL
- c) Trazado de las rectas para cada NLL, en base al centroide respectivo y el origen de coordenadas

### Gráfica 4-6

Se trazan diferentes rectas para algunos NLL, según el método descrito. En la Tabla N° 6 se dan los valores de los centroides.

### Conclusiones

- a). Las pendientes de las rectas en las gráficas CP vs.  $\bar{R}_{\text{grupo}}$  para los valores grandes de NLL, son menores que las de NLL próximas a uno.

b): Se necesitan dos radiosondeos diarios para obtener valores más representativos de la media diaria del agua precipitable y en consecuencia poder obtener resultados cuantitativos.

### Justificación de la Imposibilidad de la Realización de la Segunda Parte del Segundo Objetivo y del Tercer Objetivo en este Trabajo Especial

Hasta aquí se han estudiado el agua precipitable y las precipitaciones en el año 1971. Debido a las conclusiones obtenidas en cada aspecto estudiado, es notorio la necesidad de un mayor conocimiento sobre la variación de diversos parámetros de humedad del aire, a través del tiempo. También se deduce que este estudio no debe efectuarse para meses aislados y en consecuencia, debe procesarse todo el período de registro del radiosonda de la Base Aérea "Mariscal Sucre". Este procesamiento es sumamente laborioso y difícil, por el hecho de que cada dato obtenido de los radiosondeos debe ser chequeado cuidadosamente. El "tratamiento" de los datos es largo y entonces, la segunda parte de este objetivo y el tercer objetivo, no pudieron realizarse en este Trabajo Especial. Los estudios que se han propuesto serán continuados en otro Trabajo Especial, que forma parte de la preparación universitaria del autor de esta investigación.

En el siguiente Capítulo se presentan las conclusiones generales sobre los aspectos estudiados.

CAPITULO V

CONCLUSIONES SOBRE EL ESTUDIO DEL AGUA PRECIPITABLE  
Y LA PRECIPITACION EN EL AÑO 1971

Resumen de las Conclusiones más Importantes que se han Deducido en Cada Aspecto Estudiado

- a). Sobre el estudio del agua precipitable diaria y la precipitación media diaria en la zona de estudio:
- Varios días consecutivos con valores del agua precipitable diaria por encima de la media mensual, son días en general lluviosos. El recíproco no es cierto en muchos casos.
- b). Sobre el estudio del agua precipitable entre superficies isobáricas principales consecutivas, incluyendo la superficie del suelo y la precipitación media diaria para los meses de febrero y mayo: Para un intento de pronóstico en base al agua precipitable el estudio debe dirigirse al intervalo entre 700 y 500 mb de presión atmosférica; debido a que la marcha de  $WP(700,500)$  a través del tiempo, es similar a la de  $\bar{R}$  diaria
- c). Sobre el estudio de la distribución mensual vertical del agua precipitable, con respecto a la presión atmosférica:
- Las curvas que relacionan el agua precipitable media mensual acumulada a partir de la superficie con respecto a la presión atmosférica, representan funciones exponenciales que toman valores constantes en los alrededores de 300 mb.

d). Sobre el estudio del coeficiente de precipitabilidad:

Las pendientes de las rectas en las gráficas que relacionan el coeficiente de precipitabilidad y la precipitación media, para días consecutivos con precipitación mensurable, disminuyen cuando aumenta ese número de días.

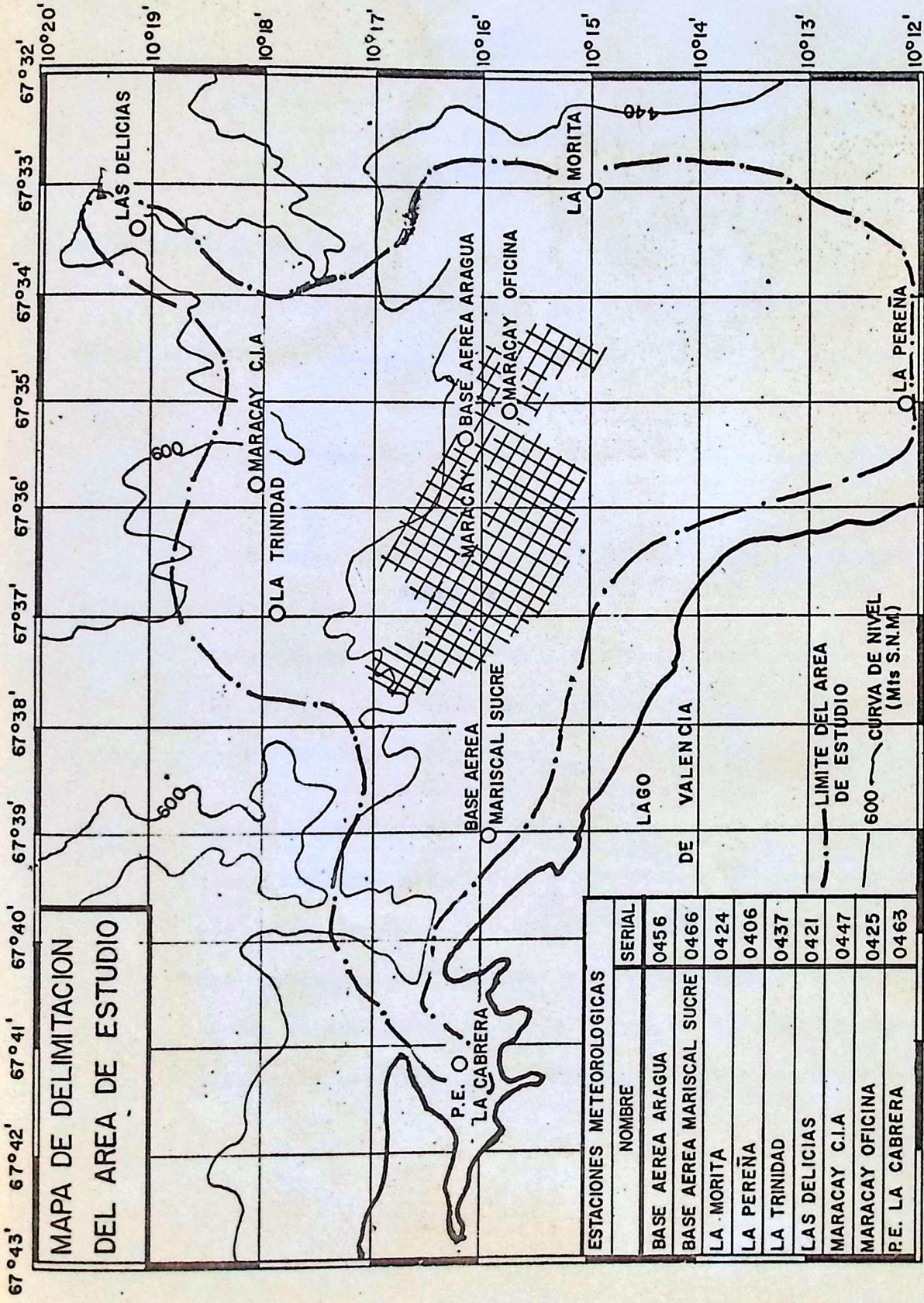
### Conclusión General

Para la obtención de mejores resultados en el pronóstico en base al agua precipitable, es necesario concluir los objetivos señalados, - aplicándose el procedimiento descrito en el Capítulo II, pues en esta forma se toman en cuenta diferentes aspectos de la "Meteorología y la Climatología Dinámica", que hasta ahora no han intervenido.

R E F E R E N C I A S

- Alcántara, A. Agua en la Atmósfera. Sobretivo de la Revista "Ingeniería Hidráulica en México" de la S.R.H. 1955.
- Baker, S.E. A Statistical Study of the Depth of Precipitable Water in Western Texas and Eastern New México. 1969
- Berry, F. Handbook of Meteorology. 1945
- Bolsenga, S. The Relationship Between Total Atmospheric Water Vapor and Surface Dew Point on a Daily and Hourly Basis. Journal of Applied Meteorology, Vol, 4, N° 3, June 1965.
- Byers, H. General Meteorology. 1959
- Estudio de la Cuenca Tributaria del Lago de Valencia. Instituto Nacional de Obras Sanitarias. República de Venezuela.
- Smith, W. Note on the Relationship Between Total Precipitable Water and Surface Dew Point. Journal of Applied Meteorology. Vol. 5, N° 5, October 1966.
- Wisner, L. Hydrometeorology. 1970.





**MAPA DE DELIMITACION  
DEL AREA DE ESTUDIO**

ESTACIONES METEOROLOGICAS	
NOMBRE	SERIAL
BASE AEREA ARAGUA	0456
BASE AEREA MARISCAL SUCRE	0466
LA MORITA	0424
LA PEREÑA	0406
LA TRINIDAD	0437
LAS DELICIAS	0421
MARACAY C.I.A	0447
MARACAY OFICINA	0425
P.E. LA CABRERA	0463

67°43' 67°42' 67°41' 67°40' 67°39' 67°38' 67°37' 67°36' 67°35' 67°34' 67°33' 67°32' 10°20' 10°19' 10°18' 10°17' 10°16' 10°15' 10°14' 10°13' 10°12'

LAS DELICIAS  
 OLA TRINIDAD  
 MARACAY C.I.A.  
 MARACAY OFICINA  
 LA MORITA  
 LA PEREÑA  
 BASE AEREA ARAGUA  
 MARACAY  
 MARISCAL SUCRE  
 BASE AEREA  
 P.E. LA CABRERA  
 LAGO DE VALENCIA  
 LIMITE DEL AREA DE ESTUDIO  
 600 CURVA DE NIVEL (Mts S.N.M)

TABLA N° 1

VALORES DEL AGUA PRECIPITABLE CORRESPONDIENTES  
A LOS RADIOSONDEOS EFECTUADOS EN LA BASE AEREA  
MAJISCAL SUCRE EN EL AÑO 1971. MEDIAS MENSUALES

Explicación de la Tabla

Los valores de las columnas (1), (2), (3), (4) y (5) corresponden en cada día del mes a WP(Sup., 850), WP(850, 700), WP(700, 500), WP(500, 400) y WP(400, 300) respectivamente.

La última columna en cada mes contiene los valores promedio de ese mes.

Los valores encerrados en rectángulos al final de cada columna representan las medias mensuales.

**ANEXO 2**

Los espacios en blanco indican falta de observaciones.

Los valores entre paréntesis indican que fueron calculados en base a grupos de datos incompletos.

NOTA.- Debido a que los valores del agua precipitable entre superficies isobáricas principales y los valores del agua precipitable entre la superficie del suelo y 300 mb fueron calculados separadamente e impresos por la computadora con el mismo número de decimales, se pueden conseguir diferencias despreciables en este trabajo al chequear la tabla horizontalmente.

TABLA N° 1

VALORES DEL AGUA PRECIPITABLE CORRESPONDIENTES  
A LOS RADIOSONDEOS EFECTUADOS EN LA BASE AEREA  
MARISCAL SUCRE EN EL AÑO 1971. MEDIAS MENSUALES

Explicación de la Tabla

Los valores de las columnas (1), (2), (3), (4) y (5) corresponden en cada día del mes a WP(Sup.,850), WP(850,700), WP(700,500), - WP(500,400) y WP(400,300) respectivamente.

La última columna en cada mes contiene los valores WPdiaria de ese mes.

Los valores encerrados en rectángulos al final de cada columna representan las medias mensuales.

Los espacios en blanco indican falta de observaciones.

Los valores entre paréntesis indican que fueron calculados - en base a grupos de datos incompletos.

NOTA.- Debido a que los valores del agua precipitable entre superficies isobáricas principales y los valores del agua precipitable, entre la superficie del suelo y 300 mb fueron calculados separadamente e impresos por la computadora con el mismo número de decimales, se pueden conseguir diferencias despreciables en este Trabajo al chequear la tabla horizontalmente

TABLA N° 1

ENERO 1971

<u>Dfa</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1						
2						
3						
4	1,332	1,058	0,481	0,041	0,017	3,130
5	1,317	1,064	0,737	0,038	0,013	3,367
6	1,253	1,102	0,581	0,028	0,016	3,067
7	1,374	1,033	0,577	0,037	0,018	3,340
8	1,268	0,957	0,545	0,025	0,015	3,511
9	1,194	1,087	0,533	0,023	0,014	3,294
10	1,338	1,073	0,535	0,035	0,015	3,258
11	1,394	1,059	0,333	0,019	0,010	3,147
12	1,486	1,402	0,441	0,030	0,015	3,374
13	1,312	1,065	0,420	0,029	0,012	2,838
14	1,243	0,677	0,209	0,033	0,015	2,178
15	1,089	0,572	0,292	0,035	0,016	2,004
16	1,323	1,101	0,898	0,033	0,016	3,371
17	1,366	1,507	0,664	0,037	0,016	3,590
18	1,335	1,176	0,656	0,036	0,017	3,220
19	1,414	1,423	0,639	0,035	0,014	3,525
20	1,536	1,449	0,470	0,034	0,025	3,216
21	1,175	0,633	0,329	0,033	0,013	2,184
22	1,204	1,068	0,582	0,039	0,015	2,909
23	1,138	0,904	0,120	0,041	0,018	2,578
24	1,252	1,046	0,337	0,047	0,020	2,695
25	1,226	0,975	0,155	0,032	0,019	2,409
26	1,110	0,751	0,131	0,031	0,016	2,038
27	1,244	1,055	0,203	0,030	0,014	2,548
28	1,224	0,957	0,187	0,032	0,016	2,415
29	1,517	1,394	0,605	0,039	0,018	3,575
30	1,122	0,918	0,240	0,039	0,015	2,334
31	1,337	1,446	0,536	0,041	0,018	2,376
	<b>(1,290)</b>	<b>(1,076)</b>	<b>(0,403)</b>	<b>(0,035)</b>	<b>(0,016)</b>	<b>(2,787)</b>

TABLA N° 1

FEBRERO 1971

(cont....)

<u>Dfa</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1	1,392	1,058	0,681	0,041	0,017	3,190
2	1,117	1,064	0,737	0,036	0,013	2,967
3	1,331	1,102	0,581	0,038	0,016	3,067
4	1,374	1,039	0,577	0,032	0,018	3,040
5	1,065	0,957	0,445	0,029	0,015	2,511
6	1,194	1,087	0,559	0,029	0,014	2,884
7	1,228	1,083	0,239	0,032	0,015	2,588
8	1,233	1,027	0,303	0,030	0,012	2,606
9	1,178	0,910	0,236	0,026	0,014	2,363
10	1,133	0,804	0,392	0,031	0,013	2,373
11	0,953	0,371	0,117	0,031	0,011	1,494
12	1,248	1,032	0,524	0,034	0,013	2,849
13	1,105	0,651	0,532	0,030	0,016	2,334
14	1,223	0,787	0,284	0,030	0,015	2,339
15	1,218	0,811	0,202	0,029	0,014	2,273
16	1,192	0,912	0,137	0,036	0,016	2,293
17	0,934	0,782	0,136	0,035	0,015	1,906
18	0,853	0,786	0,265	0,037	0,015	1,815
19	1,001	1,055	0,341	0,030	0,012	2,439
20	1,434	1,388	0,958	0,190	0,105	4,075
21	1,304	1,081	0,345	0,080	0,041	2,852
22	1,179	1,094	0,756	0,159	0,055	3,244
23	1,295	1,262	0,479	0,038	0,053	2,647
24	1,239	1,305	0,466	0,037	0,010	3,060
25	1,407	1,216	0,526	0,032	0,013	3,194
26	1,252	1,114	0,293	0,030	0,013	2,702
27	1,283	1,091	0,431	0,023	0,014	2,843
28	1,508	1,204	0,461	0,032	0,016	3,222
	<b>1,210</b>	<b>1,003</b>	<b>0,429</b>	<b>0,044</b>	<b>0,021</b>	<b>2,787</b>

TABLA N° 1

MARZO 1971

(cont....)

<u>Dfa</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	WPdiaria
1	1,078	0,618	0,121	0,080	0,015	1,913
2	1,031	0,828	0,130	0,085	0,038	2,113
3	1,123	0,833	0,151	0,068	0,045	2,220
4	1,239	1,174	0,241	0,040	0,015	2,709
5	1,291	1,044	0,295	0,034	0,017	2,681
6	1,213	1,025	0,127	0,031	0,015	2,409
7	1,406	0,983	0,372	0,034	0,017	2,810
8	1,265	0,834	0,521	0,032	0,016	2,669
9	1,401	1,363	0,647	0,046	0,016	3,472
10	1,208	0,995	0,371	0,031	0,014	2,618
11	1,023	0,732	0,228	0,037	0,017	2,036
12	0,795	0,523	0,105	0,030	0,013	1,466
13	1,206	0,840	0,347	0,034	0,015	2,442
14	1,282	0,963	0,380	0,038	0,018	2,686
15	1,287	1,128	0,186	0,085	0,014	2,700
16	1,402	1,167	0,137	0,036	0,018	2,761
17	1,351	1,162	0,492	0,032	0,015	3,054
18	1,232	1,180	0,254	0,039	0,018	2,722
19	1,180	0,898	0,684	0,032	0,016	2,809
20	1,494	1,467	0,915	0,033	0,015	3,924
21	1,425	1,213	0,839	0,157	0,017	3,651
22	1,147	0,978	0,455	0,032	0,012	2,623
23	1,081	0,598	0,479	0,038	0,016	2,213
24	1,516	1,136	0,239	0,040	0,016	2,948
25	1,047	1,103	0,221	0,038	0,013	2,423
26	1,229	1,051	0,256	0,040	0,017	2,594
27	1,184	1,142	0,279	0,033	0,015	2,655
28						
29						
30						
31	1,378	1,268	0,197	0,036	0,018	2,895
	<b>(1,233)</b>	<b>(1,009)</b>	<b>(0,345)</b>	<b>(0,046)</b>	<b>(0,018)</b>	<b>(2,651)</b>

TABLA N° 1

ABRIL 1971

(cont....)

<u>Dfa</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1	1,364	0,980	0,149	0,040	0,012	2,545
2	0,841	0,564	0,134	0,034	0,016	1,589
3	1,206	1,094	0,442	0,035	0,016	2,793
4	1,094	0,929	0,675	0,034	0,014	2,746
5	1,133	0,815	0,366	0,038	0,015	2,367
6	1,161	1,061	0,304	0,033	0,015	2,574
7	1,220	1,284	0,624	0,033	0,012	3,173
8	1,362	0,982	0,732	0,039	0,018	3,133
10	1,271	0,934	0,241	0,035	0,015	2,443
11	0,935	0,620	0,203	0,035	0,017	1,810
12	1,052	0,694	0,136	0,034	0,017	1,933
13	1,275	1,007	0,170	0,070	0,016	2,538
14	1,355	1,306	0,185	0,061	0,016	2,923
15	1,426	1,456	0,329	0,084	0,016	3,311
16	1,756	1,875	0,692	0,035	0,016	4,374
17	1,495	1,537	0,673	0,099	0,017	3,821
18	1,601	1,531	0,734	0,038	0,016	3,921
19	1,414	1,252	0,609	0,032	0,014	3,321
20	1,477	1,405	1,074	0,281	0,048	4,235
21	1,687	1,464	1,055	0,316	0,127	4,639
22	1,824	1,941	0,748	0,042	0,019	4,574
23	1,503	1,470	0,635	0,094	0,017	3,719
24	1,212	1,296	0,669	0,099	0,017	3,293
25	1,377	1,291	0,234	0,038	0,016	2,956
26	1,440	1,328	0,328	0,030	0,014	3,140
27	1,386	1,243	0,311	0,029	0,013	2,982
28	1,480	1,387	0,502	0,031	0,013	3,413
29	1,267	1,358	0,744	0,060	0,075	3,504
30	1,600	1,503	0,845	0,084	0,068	4,100
	<b>(1,352)</b>	<b>(1,228)</b>	<b>(0,502)</b>	<b>(0,066)</b>	<b>(0,024)</b>	<b>(3,085)</b>

TABLA N° 1

MAYO 1971

(cont....)

<u>Día</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1	1,454	1,262	0,646	0,148	0,076	3,585
2	1,519	1,518	0,786	0,354	0,069	4,185
3	1,359	1,120	0,709	0,154	0,055	3,397
4	1,496	1,157	0,677	0,170	0,043	3,529
5	1,543	1,231	0,547	0,138	0,079	3,538
6	1,312	1,224	0,333	0,146	0,053	3,068
7	1,467	1,351	0,445	0,069	0,041	3,381
8	1,580	1,579	0,793	0,234	0,067	4,255
9	1,617	1,598	1,106	0,294	0,124	4,739
10	1,404	1,397	0,945	0,250	0,096	4,092
11	1,643	1,470	1,055	0,266	0,116	4,551
12	1,461	1,295	0,460	0,139	0,057	3,414
13	1,638	1,639	0,818	0,086	0,056	4,237
14	1,572	0,944	0,681	0,194	0,080	3,472
15	1,491	1,160	0,392	0,063	0,015	3,301
16	1,426	1,313	0,549	0,030	0,013	3,330
17	1,577	1,509	0,657	0,032	0,014	3,788
18	1,570	1,436	0,814	0,069	0,014	3,903
19	1,468	1,314	0,992	0,101	0,013	3,888
20						
21	1,711	1,656	1,250	0,192	0,042	4,851
22	1,514	1,394	1,150	0,275		4,663
23	1,383	1,359	1,069	0,273	0,119	4,203
24	1,279	0,895	0,724	0,161	0,041	3,100
25	1,161	1,140	0,460	0,071	0,034	2,869
26	1,519	1,230	0,301	0,032	0,015	3,096
27	1,622	1,156	0,143	0,030	0,015	3,006
28	1,391	1,120	0,144	0,028	0,011	2,691
29	1,584	1,382	0,372	0,029	0,013	3,381
30	1,703	1,633	0,888	0,034	0,039	4,297
31	1,396	1,229	0,738	0,100	0,044	3,507
	<b>(1,495)</b>	<b>(1,324)</b>	<b>(0,688)</b>	<b>(0,139)</b>	<b>(0,050)</b>	<b>(3,711)</b>

TABLA N° 1

JUNIO 1971

(cont....)

<u>Día</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1	1,536	1,388	0,368	0,076	0,015	3,383
2	1,317	1,141	0,824	0,063	0,023	3,367
3	1,474	1,166	0,400	0,156	0,027	3,222
4	1,401	1,351	0,900	0,060	0,016	3,747
5	1,643	1,706	0,894	0,052	0,015	4,311
6	1,498	1,502	1,019	0,070	0,017	4,108
7	1,542	1,234	0,797	0,122	0,022	3,817
8	1,579	1,455	0,794	0,215	0,067	4,109
9	1,305	0,951	0,743	0,166	0,078	3,243
10	1,238	0,614	0,295	0,169	0,028	2,343
11	1,288	0,858	0,608	0,123	0,014	2,892
12	1,342	1,135	0,981	0,141	0,049	3,647
13	1,338	1,142	0,646	0,041	0,017	3,185
14	1,517	1,269	0,503	0,095	0,026	3,409
15	1,188	0,706	0,356	0,069	0,016	2,336
16	1,156	0,528	0,253	0,032	0,015	1,984
17	1,474	1,404	0,832	0,142	0,061	3,912
18	1,431	0,954	0,205	0,032	0,014	2,637
19	1,491	0,723	0,268	0,036	0,017	2,537
20	1,370	0,843	0,670	0,079	0,062	3,025
21	1,384	1,406	0,692	0,115	0,025	3,622
22	1,410	1,397	0,798	0,095	0,052	3,751
23	1,432	0,652	0,512	0,092	0,014	2,704
24	1,341	0,744	0,218	0,031	0,014	2,348
25	1,527	1,355	0,732	0,152		3,885
26	1,303	0,936	0,139	0,085	0,024	2,486
27	1,323	1,305	0,695	0,131	0,014	3,467
28	1,468	1,383	0,936	0,214	0,069	4,069
29	1,294	0,564	0,308	0,156	0,068	2,389
30	1,383	1,304	0,633	0,142	0,045	3,506
	<b>1,400</b>	<b>1,104</b>	<b>0,601</b>	<b>0,105</b>	<b>0,032</b>	<b>3,248</b>

TABLA N° 1

JULIO 1971

(cont....)

<u>Día</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1						
2						
3	1,225	1,110	0,518	0,033	0,014	2,902
4						
5						
6						
7	1,430	1,371	1,060	0,109	0,018	3,987
8	1,450	1,218	0,856	0,236	0,041	3,801
9	1,419	1,309	0,812	0,195	0,082	3,816
10	1,064	0,961	0,691	0,179	0,099	2,989
11	1,459	1,291	1,071	0,157	0,050	4,026
12						
13						
14						
15						
16	1,734	1,639	0,752	0,036	0,016	4,177
17						
18	1,637	1,530	1,043	0,206	0,051	4,467
19	1,607	1,541	1,047	0,157	0,059	4,411
20						
21	1,280	1,139	0,438	0,048	0,019	2,924
22	1,755	1,707	1,106	0,098	0,018	4,683
23	1,537	1,529	0,673	0,045	0,037	3,786
24	1,523	1,211	0,953	0,129	0,049	3,864
25	1,519	1,019	0,337	0,035	0,025	2,937
26	1,488	1,091	0,592	0,220	0,076	4,374
27	1,459	1,082	0,037	0,034	0,015	3,128
28	1,488	1,091	0,850	0,220	0,070	3,724
29						
30						
31	1,609	1,260	0,470	0,103	0,013	3,461
	<b>(1,483)</b>	<b>(1,258)</b>	<b>(0,750)</b>	<b>(0,125)</b>	<b>(0,041)</b>	<b>(3,685)</b>

TABLA N° 1

AGOSTO 1971

(cont....)

<u>Día</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1	1,295	1,246	0,930	0,192	0,064	3,726
2	1,261	0,467	0,464	0,164	0,045	2,407
3	1,145	0,584	0,255	0,039	0,015	2,033
4						
5	1,699	1,276	0,433	0,079	0,017	3,504
6	1,473	1,021	0,680	0,032	0,015	3,186
7	1,409	0,720	0,629	0,102	0,014	2,874
8						
9	1,503	1,336	0,834	0,107	0,048	3,852
10						
11	1,261	1,098	1,058	0,161	0,036	3,614
12	1,291	0,743	0,597	0,116	0,053	2,800
13	1,513	1,310	0,617	0,105	0,057	3,602
14						
15						
16						
17	1,438	1,446	0,958	0,162	0,091	4,095
18	1,590	1,507	0,876	0,197	0,016	4,170
19	1,588	1,389	0,296	0,125	0,015	3,410
20	1,584	1,377	0,354	0,033	0,040	3,382
21						
22						
23	1,351	0,793	0,548	0,070	0,015	2,777
24	1,507	1,332	0,245	0,034	0,016	3,135
25	1,644	1,470	1,017	0,157	0,043	4,331
26						
27						
28						
29						
30	1,617	1,394	1,062	0,157	0,064	4,294
31	1,633	1,498	0,573	0,090	0,016	3,812
	<b>(1,391)</b>	<b>(1,100)</b>	<b>(0,621)</b>	<b>(0,106)</b>	<b>(0,033)</b>	<b>(3,416)</b>

TABLA N° 1  
SEPTIEMBRE 1971

(cont....)

<u>Dfa</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1						
2						
3	1,451	1,234	0,856	0,031	0,011	3,583
4	1,389	1,046	0,556	0,035	0,013	3,039
5						
6	1,578	1,504	0,912	0,132	0,056	4,182
7	1,718	1,689	1,312	0,262	0,083	5,064
8	1,677	1,470	0,708	0,035	0,012	3,902
9	1,384	1,303	0,578	0,057	0,014	2,336
10						
11	1,637	1,291	0,393	0,029	0,015	3,365
12						
13	1,696	1,703	0,950	0,136	0,034	4,520
14	1,426	1,243	0,836	0,078	0,014	3,597
15	1,613	1,743	1,122	0,098	0,017	4,593
16	1,579	1,338	1,046	0,241	0,099	4,303
17	1,430	1,289	1,014	0,253	0,069	4,055
18	1,348	1,192	0,513	0,169	0,064	3,286
19						
20	1,501	1,099	1,122	0,260	0,076	4,058
21	1,400	1,074	0,716	0,153	0,012	3,355
22	1,478	1,380	0,902	0,059	0,014	3,832
23	1,338	0,935	0,207	0,027	0,010	2,517
24	1,353	1,491	0,768	0,091	0,023	3,726
25	1,693	1,507	0,806	0,036	0,013	4,055
26						
27	1,506	1,338	0,957	0,051	0,013	3,865
28	1,503	1,482	1,042	0,099	0,024	4,160
29	1,491	1,385	0,944	0,086	0,054	3,960
30	1,649	1,779	1,258	0,160	0,067	4,913
31						
	(1,514)	(1,370)	(0,849)	(0,112)	(0,075)	(3,850)

TABLA N° 1

OCTUBRE 1971

(cont....)

<u>Día</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1	1,475	1,296	0,744	0,032	0,015	3,562
2	1,478	1,249	0,958	0,123	0,016	3,824
3						
4	1,575	1,681	1,306	0,271	0,113	4,947
5	1,797	1,405	1,278	0,247	0,100	4,827
6	1,516	1,601	0,850	0,202	0,054	4,223
7	1,616	1,382	1,028	0,181	0,035	4,244
8	1,486	0,816	1,353	0,331	0,064	4,050
9	1,622	1,752	1,156	0,302	0,086	4,918
10						
11	1,325	1,190	0,718	0,163	0,061	3,458
12	1,396	1,425	0,807	0,132	0,101	3,861
13						
14	1,748	1,544	0,606	0,092	0,108	4,098
15	1,348	1,362	0,933	0,230	0,089	3,961
16	1,674	1,391	0,880	0,119	0,082	4,144
17	1,622	1,464	0,966	0,201	0,080	4,333
18	1,568	1,459	0,929	0,258	0,113	4,325
19	1,583	1,524	0,950	0,204	0,042	4,303
20	1,219	1,139	0,735	0,150	0,040	3,283
21	1,490	0,800	0,268	0,029	0,014	2,602
22	1,498	1,056	0,617	0,108	0,013	3,292
23	1,460	1,422	0,787	0,117	0,014	3,800
24	1,537	1,442	0,736	0,110	0,015	3,837
25	1,488	1,410	0,755	0,107	0,040	3,801
26	1,432	1,329	0,651	0,122	0,054	3,589
27	1,407	1,416	1,107	0,239	0,090	4,259
28	1,524	1,597	0,869	0,140	0,035	4,166
29	1,523	1,491	1,069	0,190	0,028	4,294
30	1,542	1,276	0,850	0,133	0,016	3,816
31	1,482	1,173	0,692	0,074	0,017	3,438
	<b>(1,515)</b>	<b>(1,360)</b>	<b>(0,878)</b>	<b>(0,165)</b>	<b>(0,055)</b>	<b>(3,973)</b>

TABLA N° 1

NOVIEMBRE 1971

(cont....)

<u>Día</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1	1,451	1,356	0,559	0,094	0,017	3,476
2	1,190	1,259	0,725	0,079	0,015	3,268
3	1,355	1,025	0,411	0,030	0,013	2,815
4	1,559	1,418	0,505	0,033	0,014	3,529
5	1,518	1,202	0,831	0,086	0,015	3,652
6	1,287	1,039	0,809	0,101	0,013	3,249
7	1,485	1,435	1,069	0,086	0,016	4,091
8	1,606	1,360	0,912	0,047	0,016	3,939
9	1,745	1,462	0,882	0,110	0,017	4,215
10	1,634	1,502	0,805	0,280	0,099	4,320
11	1,396	1,392	0,832	0,391	0,050	4,061
12	1,587	1,388	1,055	0,153	0,016	4,199
13	1,586	1,535	0,875	0,037	0,017	4,050
14	1,547	1,401	0,556	0,086	0,016	3,606
15	1,610	1,246	0,398	0,040	0,018	3,313
16	1,626	1,320	0,662	0,091	0,017	3,718
17	1,731	1,608	0,664	0,034	0,017	4,054
18	1,327	1,355	0,524	0,033	0,016	3,255
19	1,424	0,966	0,520	0,094	0,081	3,085
20	1,386	1,443	1,393	0,254	0,080	4,556
21	1,272	0,932	0,275	0,031	0,016	2,526
22	1,425	0,920	0,355	0,034	0,019	2,753
23	1,138	1,173	0,888	0,185	0,025	3,409
24	1,519	1,271	0,931	0,191	0,058	3,970
25	1,540	1,307	0,520	0,031	0,014	3,411
26	1,323	0,955	0,552	0,037	0,016	2,883
27	1,483	1,415	1,069	0,131	0,013	4,110
28	1,438	1,099	1,045	0,084	0,015	3,680
29	1,669	1,644	0,745	0,030	0,016	4,110
30	1,412	1,140	0,251	0,027	0,013	2,843
	<b>1,476</b>	<b>1,286</b>	<b>0,723</b>	<b>0,098</b>	<b>0,026</b>	<b>3,605</b>

TABLA N° 1  
DICIEMBRE 1971

(cont....)

<u>Dfa</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>WPdiaria</u>
1	1,394	1,230	0,188	0,031	0,014	2,857
2						
3	1,330	1,128	0,220	0,039	0,017	2,734
4	1,275	0,725	0,249	0,032	0,015	2,295
5	1,326	0,664	0,254	0,037	0,017	2,299
6	1,448	1,443	1,043	0,059	0,016	3,989
7	1,463	0,810	0,843	0,035	0,014	3,165
8	1,419	1,050	0,153	0,034	0,014	2,670
9	1,212	1,075	0,207	0,035	0,014	2,543
10	1,247	0,797	0,160	0,024	0,011	2,239
11						
12	1,428	0,880	0,139	0,035	0,015	2,498
13	1,509	1,138	0,147	0,032	0,013	2,839
14	1,279	1,203	0,262	0,032	0,013	2,789
15	1,487	1,214	0,389	0,033	0,013	3,136
16	1,555	1,551	0,966	0,035	0,017	4,124
17	1,442	1,182	0,129	0,027	0,015	2,795
18	1,232	0,852	0,130	0,028	0,011	2,252
19						
20	1,109	0,874	0,291	0,032		2,350
21						
22						
23	1,065	0,529	0,380	0,029	0,013	2,017
24						
25						
26	1,442	1,332	0,667	0,152	0,015	3,608
27	1,501	1,386	0,580	0,035	0,018	2,605
28	1,329	0,945	0,223	0,092	0,014	2,603
29	1,388	0,969	0,312	0,088	0,014	2,771
30	1,565	1,385	0,728	0,154	0,017	3,849
31	1,441	1,508	1,014	0,129	0,015	4,107
	(1,546)	(1,216)	(0,455)	(0,058)	(0,018)	(2,881)

VALORES DE LA VARIACION MAXIMA ABSOLUTA Y RELATIVA DE LOS DIFERENTES ESTRATOS DE  $\overline{WP}$ parcial. RESULTADOS DE LA COMPARACION ENTRE  $\overline{WP}$ parcial Y  $\overline{Rmd}$ .

MESES DE FEBRERO Y MAYO 1971

MES DE FEBRERO

<u>Intervalo de P</u>	<u><math>\overline{WP}</math>parcial (mm)</u>	<u>Va (mm)</u>	<u>Vr</u>	<u>Relación <math>\overline{WP}</math>parcial Y <math>\overline{Rmd}</math></u>
(Sup., 850) mb	12,1	6,5	0,56	$\overline{WP}(\text{Sup.}, 850) > \overline{Rm}$ sual diaria
(850, 700) mb	10,0	10,2	1,02	$\overline{WP}(850, 700) > \overline{Rm}$ sual diaria
(700, 500) mb	4,3	8,3	1,93	$\overline{WP}(700, 500) > \overline{Rm}$ sual diaria
(500, 400) mb	0,4	1,7	4,23	$\overline{WP}(500, 400) < \overline{Rm}$ sual diaria
(400, 300) mb	0,2	0,85	4,25	$\overline{WP}(400, 300) < \overline{Rm}$ sual diaria

$\overline{Rm}$ sual diaria = 0,49 mm (Se colocó  $\overline{Rm}$ sual diaria como sinónimo de  $\overline{Rmd}$  para mayor comprensión)

TABLA N° 2

MES DE MAYO

<u>Intervalo de P</u>	<u>WPparcial (mm)</u>	<u>Va (mm)</u>	<u>Vr</u>	<u>Relación <math>\overline{WP}</math>parcial y <math>\overline{Rmd}</math></u>
(Sup., 850) mb	15,0	4,0	0,26	$\overline{WP}(\text{Sup., } 850) > \overline{Rmensual \text{ diaria}}$
(850, 700) mb	13,2	7,0	0,53	$\overline{WP}(850, 700) > \overline{Rmensual \text{ diaria}}$
(700, 500) mb	6,9	11,0	1,59	$\overline{WP}(700, 500) > \overline{Rmensual \text{ diaria}}$
(500, 400) mb	1,4	3,0	2,14	$\overline{WP}(500, 400) < \overline{Rmensual \text{ diaria}}$
(400, 300) mb	0,5	1,1	2,20	$\overline{WP}(400, 300) < \overline{Rmensual \text{ diaria}}$

$\overline{Rmensual \text{ diaria}} = 4,0 \text{ mm}$  (Se colocó  $\overline{Rmensual \text{ diaria}}$  como sinónimo de  $\overline{Rmd}$  para mayor comprensión)

TABLA N° 6  
CENTROIDES Y PENDIENTES USADOS EN LA CONSTRUCCION DE  
LAS RECTAS EN LA GRAFICA 4-6

<u>NLL (días)</u>	<u><math>\overline{CP}</math> (mm/cm)</u>	<u><math>\overline{R}</math> grupo</u>	<u>Pendiente de la Recta</u>
1	1,47	4,59	0,320
2	0,67	2,03	0,330
3	0,88	3,04	0,289
4	0,41	1,47	0,281
5	1,92	7,60	0,253
6	0,389	1,37	*
7	0,595	2,31	0,258
8	1,23	4,70	0,261
9	1,83	7,03	*

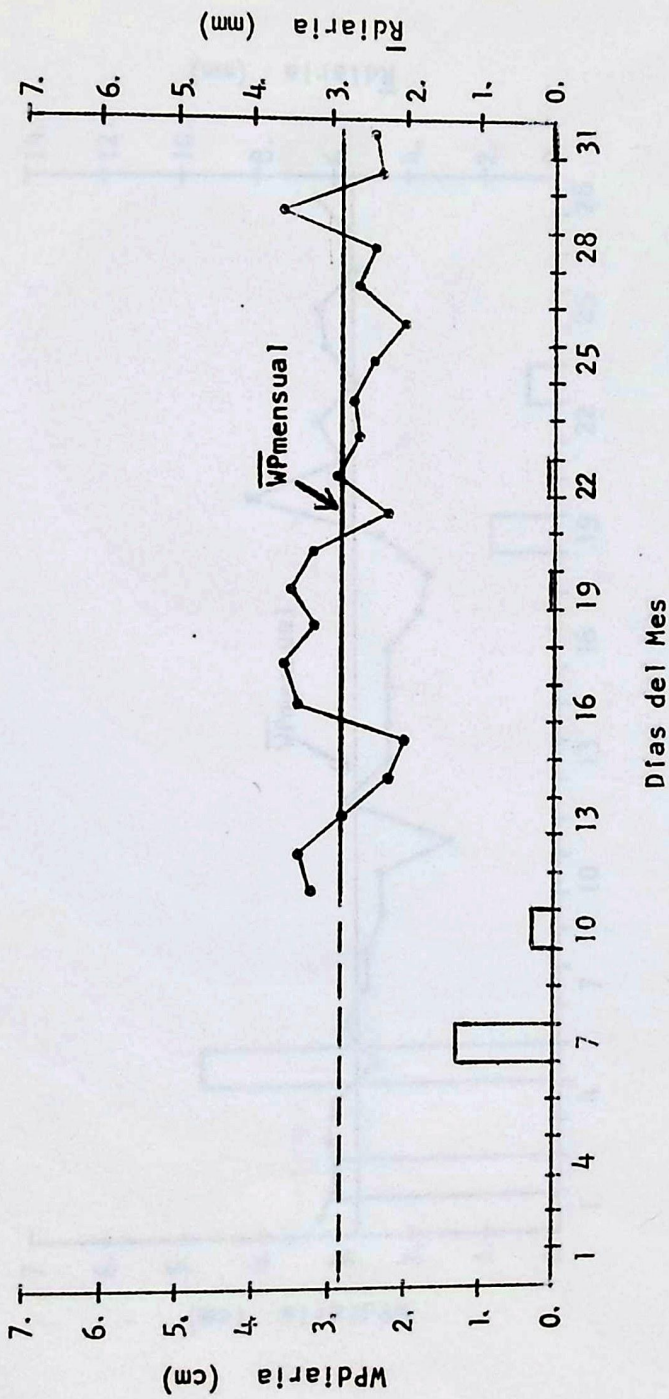
\* Indica que esa recta no se construyó porque los valores medios -  $\overline{CP}$  y  $\overline{R}$  grupo que son las coordenadas del centroide, fueron calculadas en base a pocas observaciones, pudiendo en consecuencia dar - resultados erróneos en el análisis.

ANEXO 3



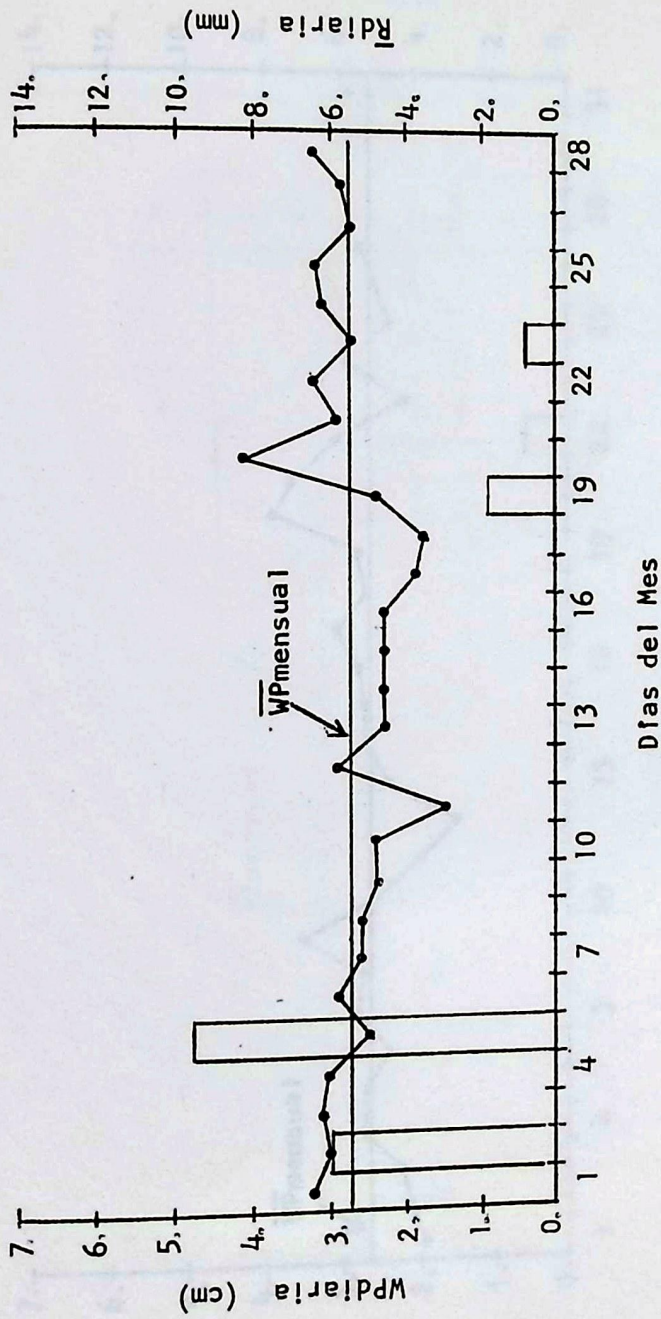
Gráficas 1-2

Agua. Precipitación Diaria y Predicción Media Diaria Calculada en Base a una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de enero 1971

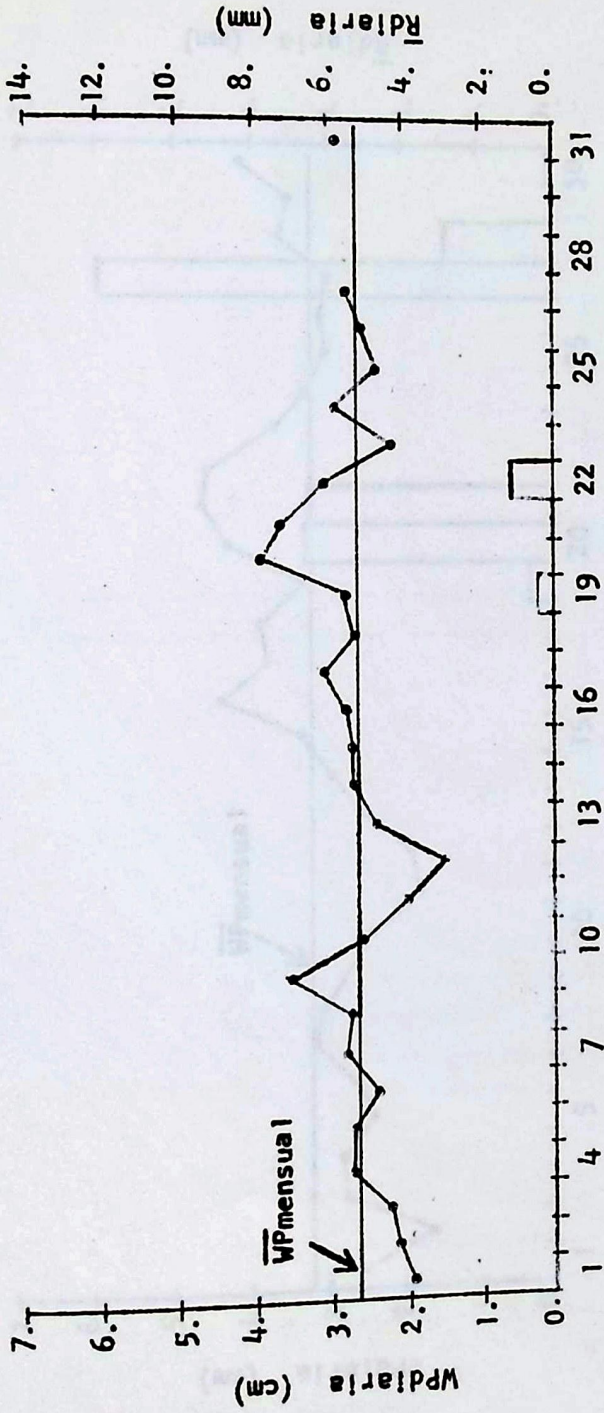


Gráfica 1-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de enero 1971



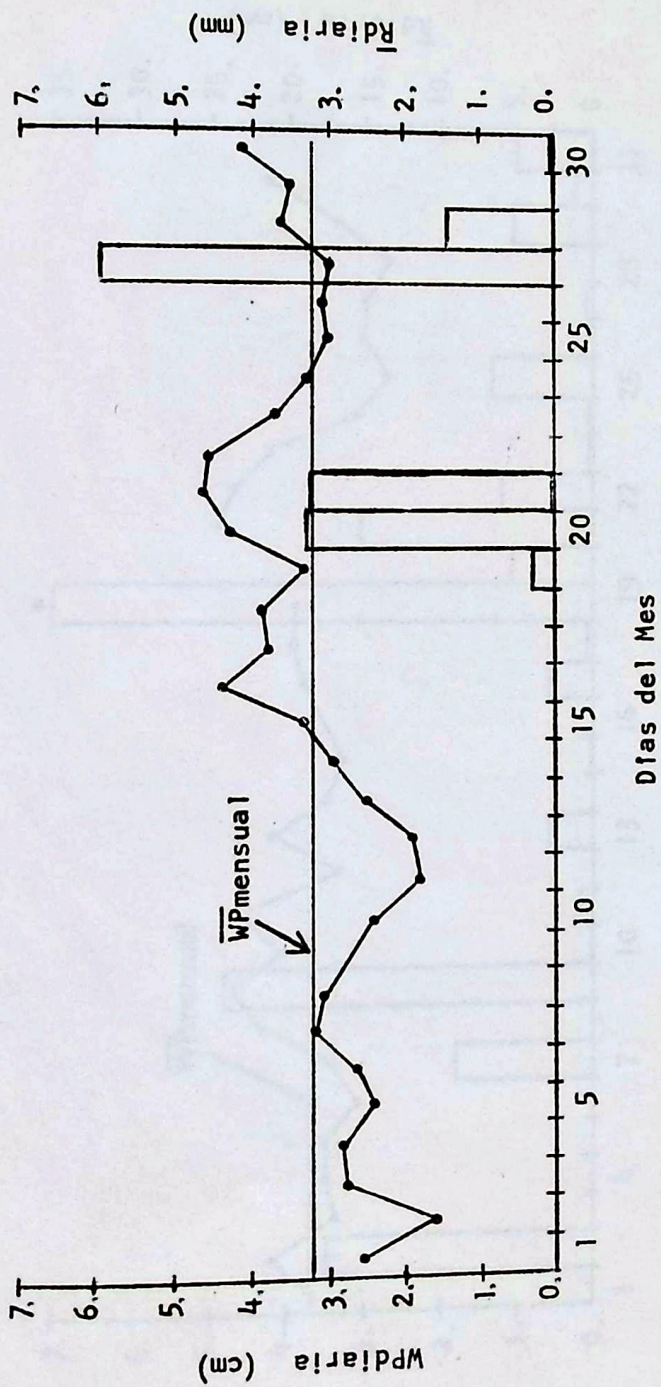
Gráfica 2-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en  
 Base a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de febrero 1971



Días del Mes

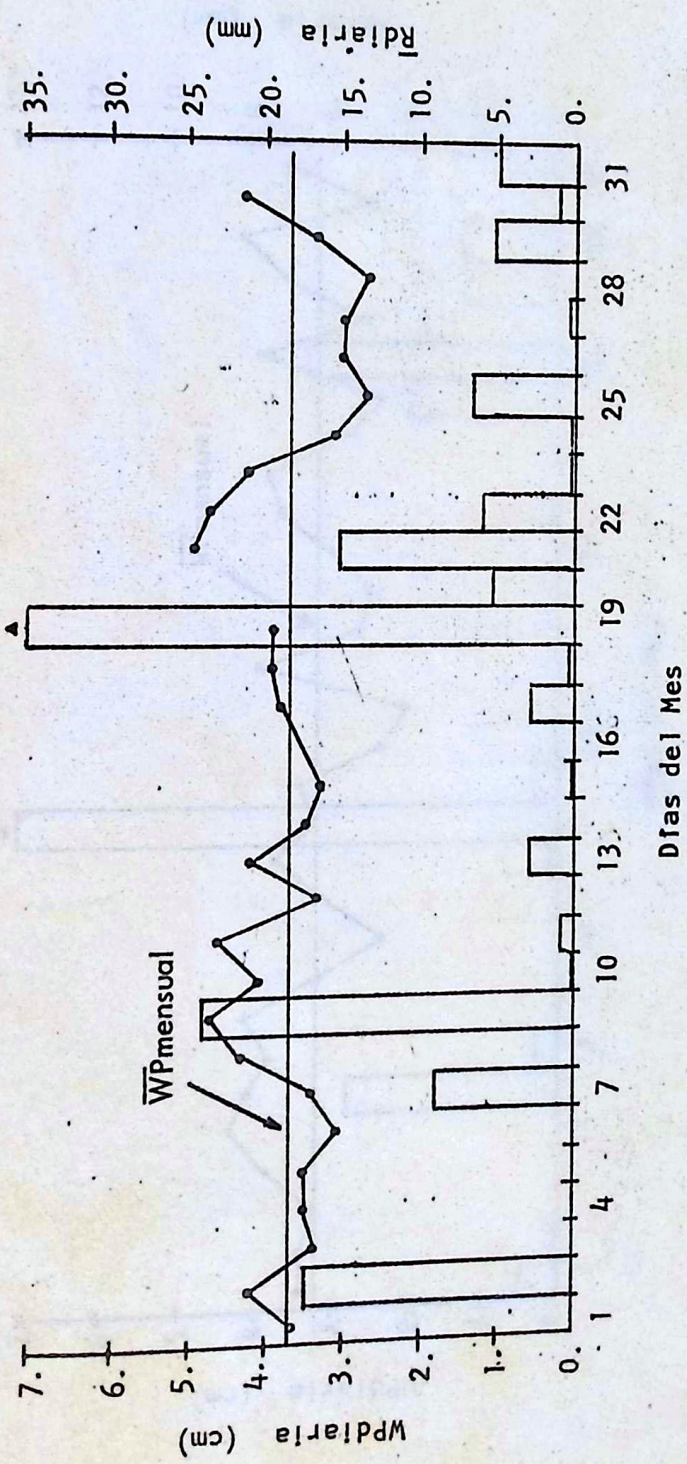
Gráfica 3-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de marzo 1971

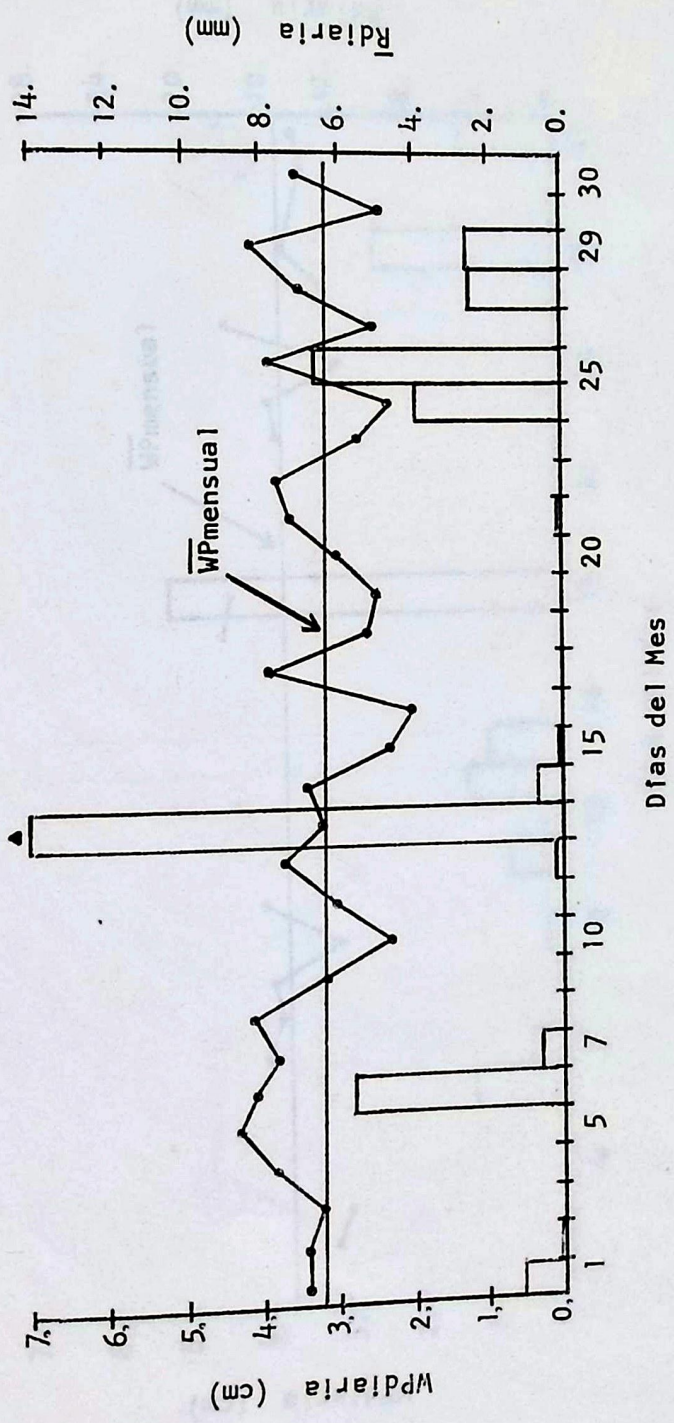


Gráfica 4-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de abril 1971

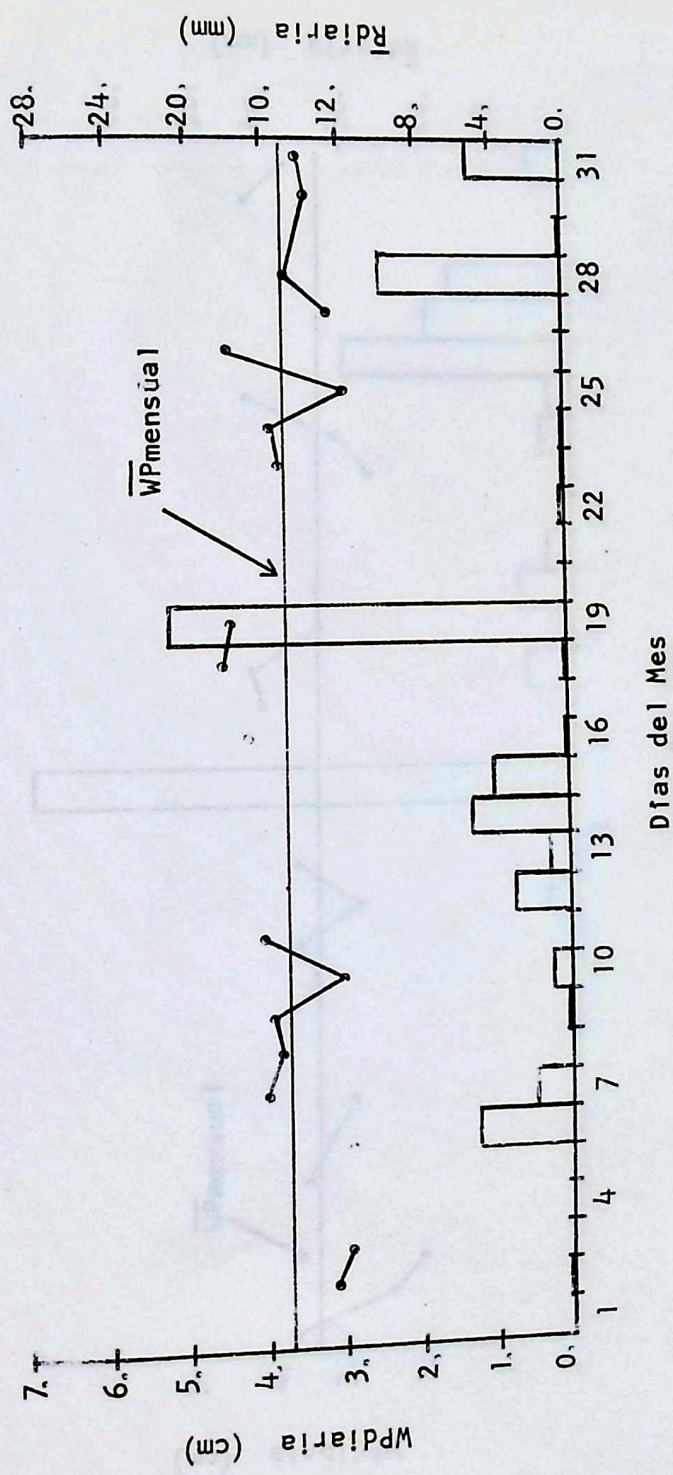


Gráfica 5-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de mayo 1971  
 • Indica  $\bar{R}$ diaria > 35.0 mm

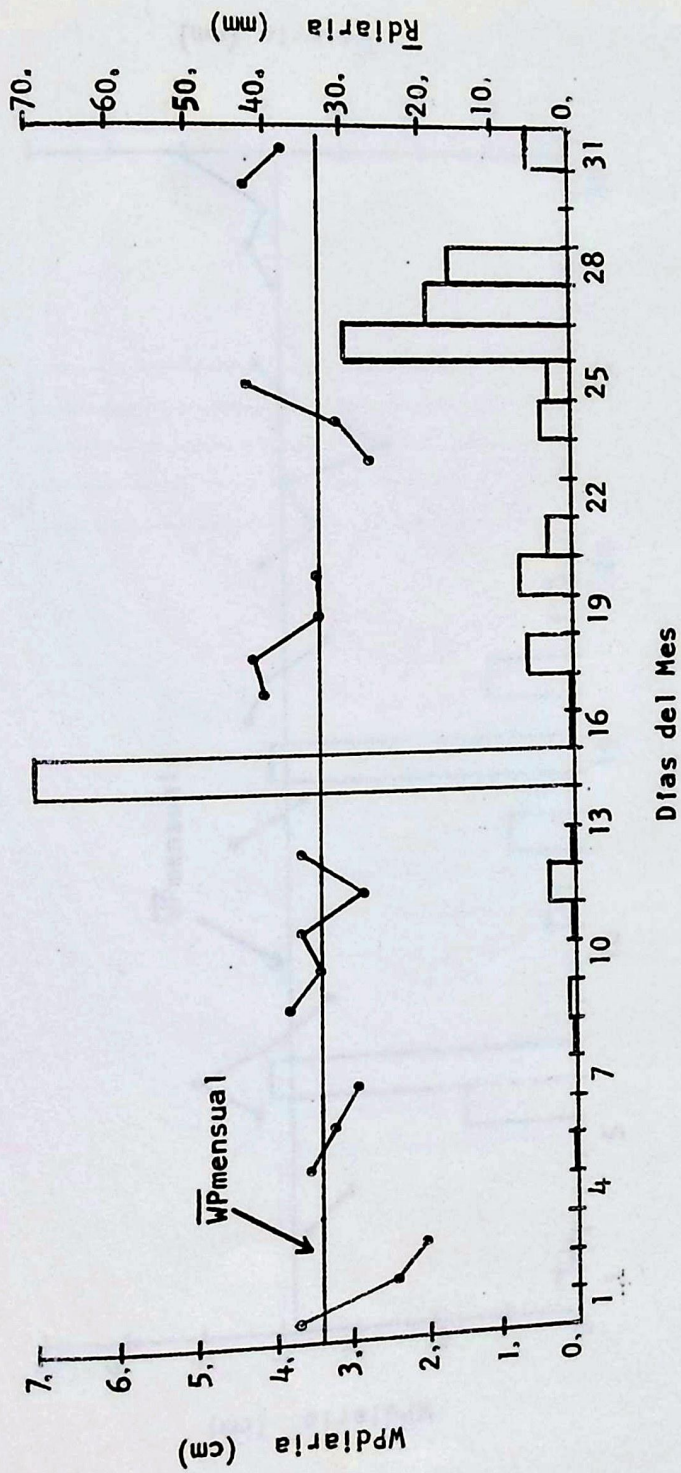


Gráfica 6-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de junio 1971

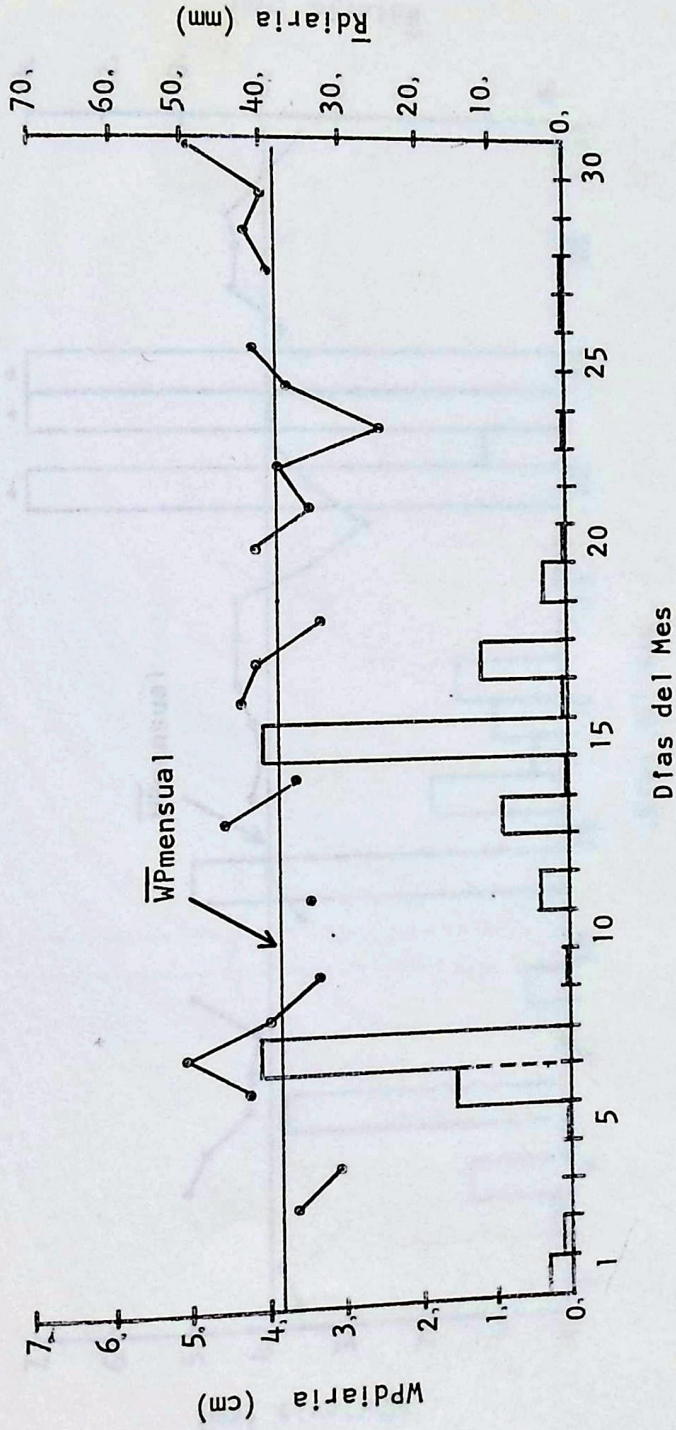
▲ Indica Rdiaria > 14.0 mm



Gráfica 7-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de julio 1971



Gráfica 8-2  
 Agua Precipitable Diaria Y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de agosto 1971

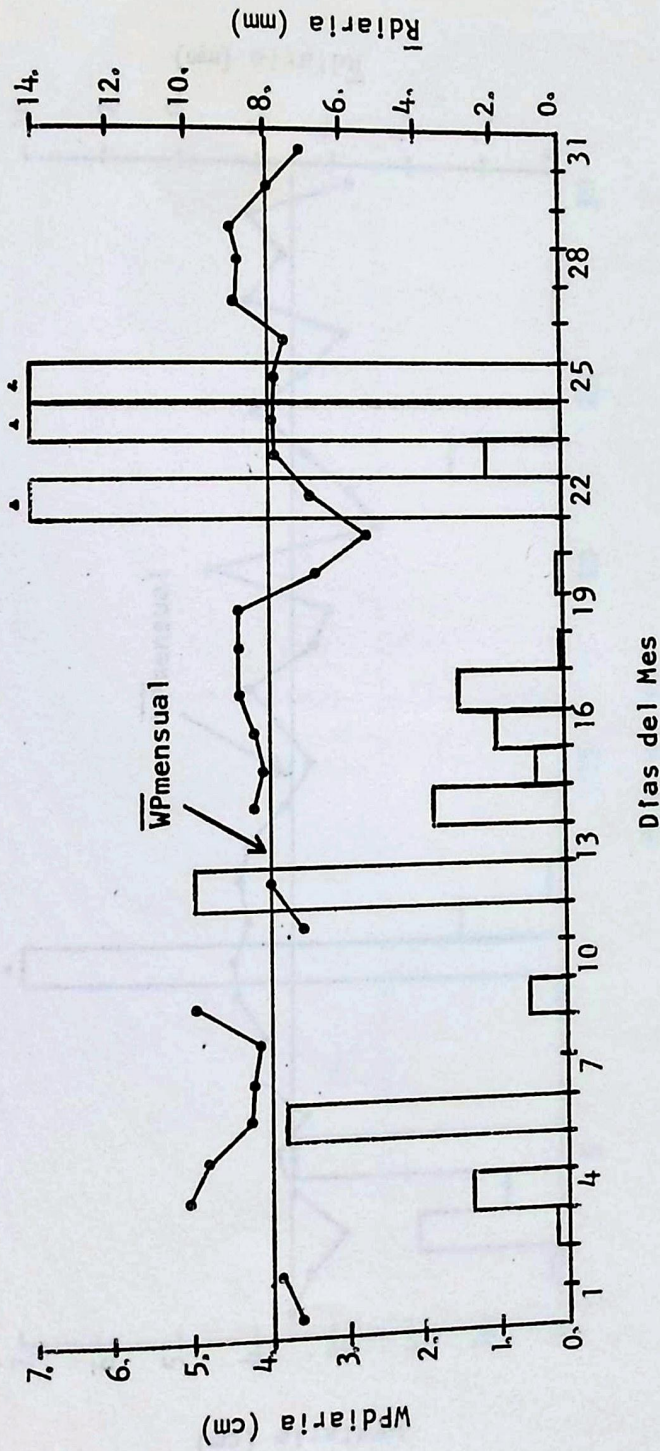


Gráfica 9-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en

Base a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo.

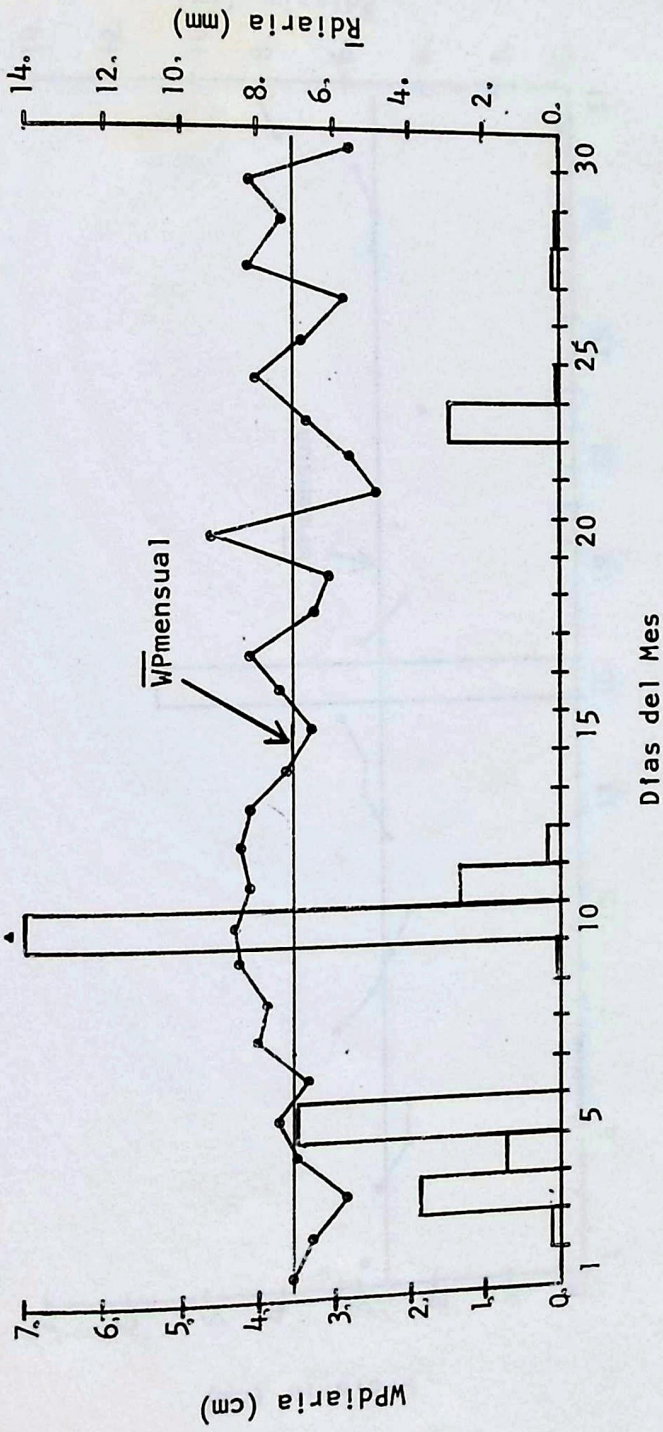
Mes de septiembre 1971



Gráfica 10-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de octubre 1971

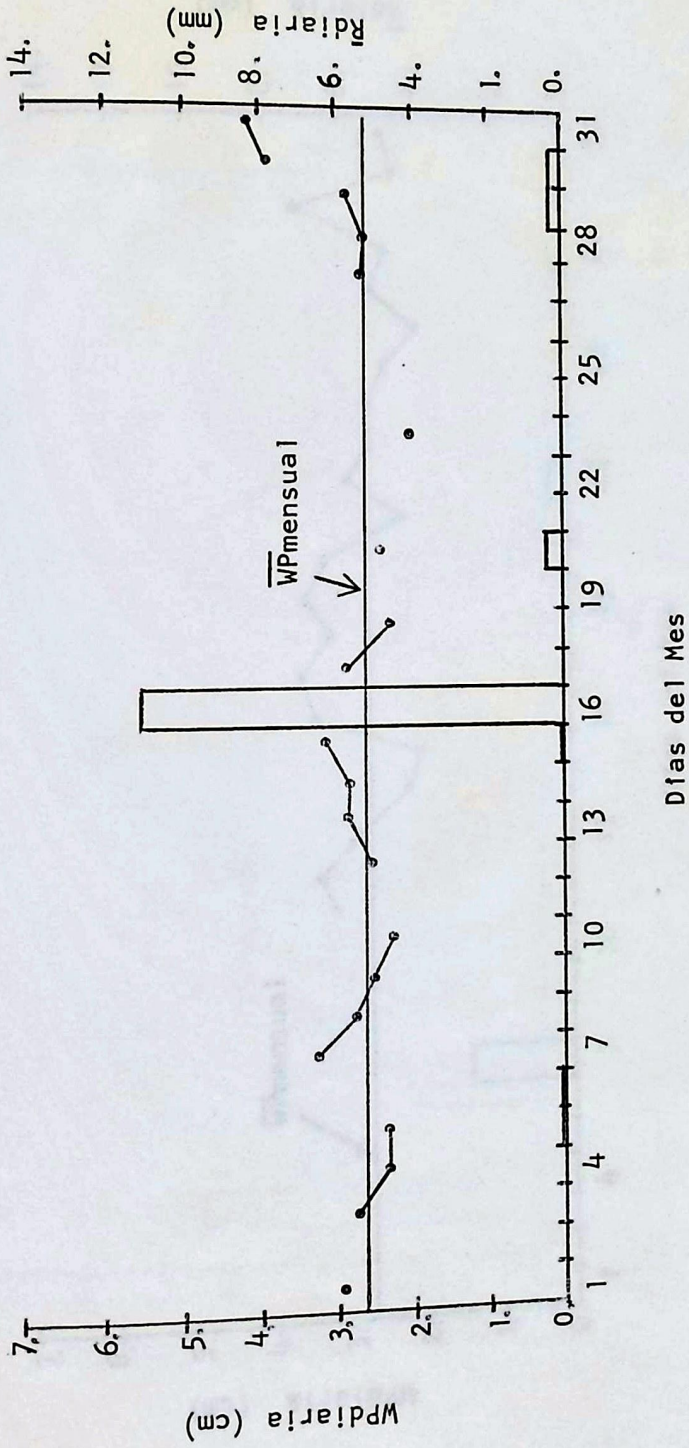
\* Indica  $\bar{R}$ diaria > 14.0 mm.



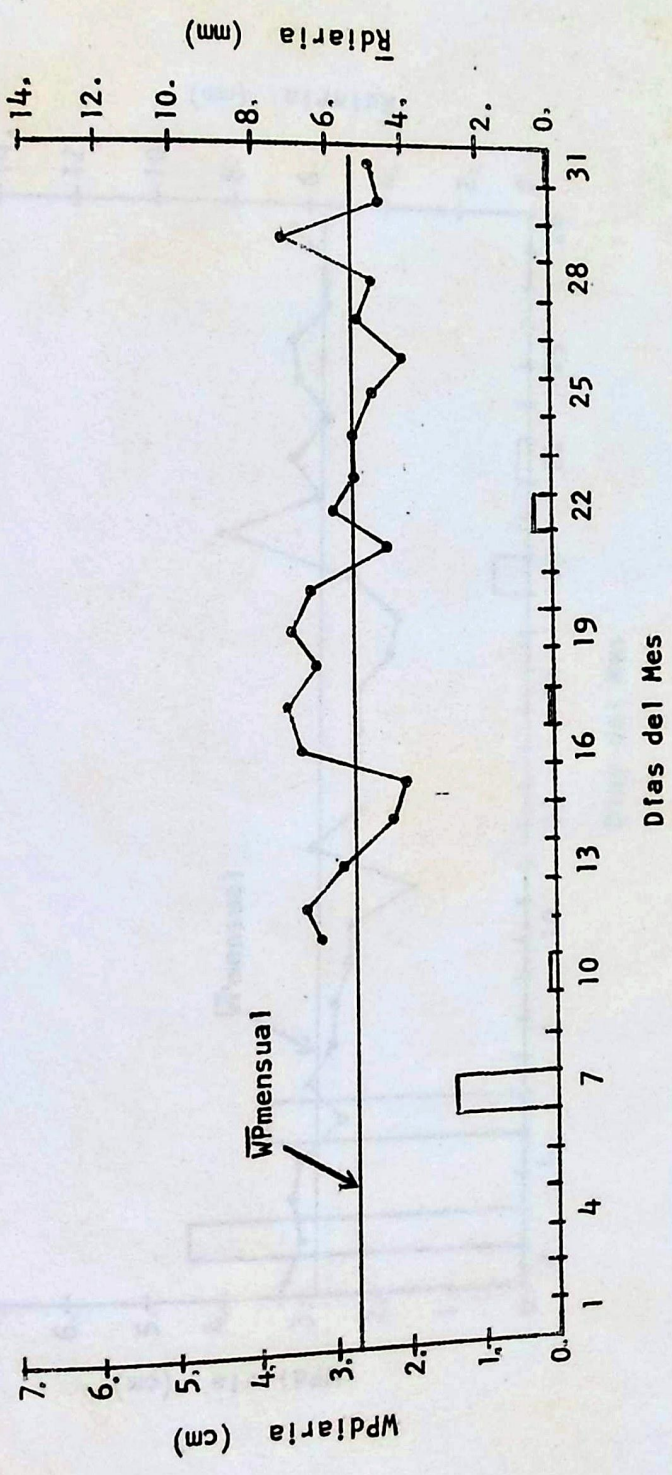
Gráfica 11-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de noviembre 1971

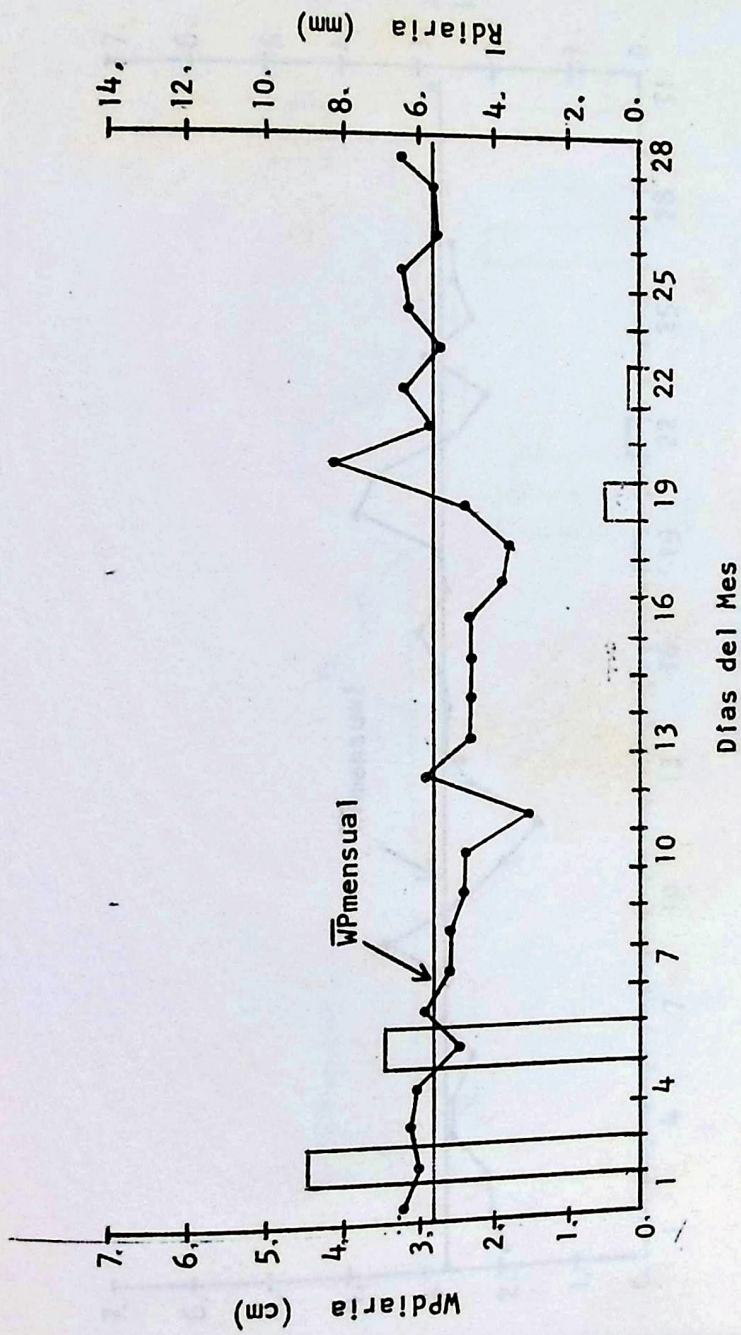
▲ Indica  $\bar{R}$ diaria > 14.0 mm.



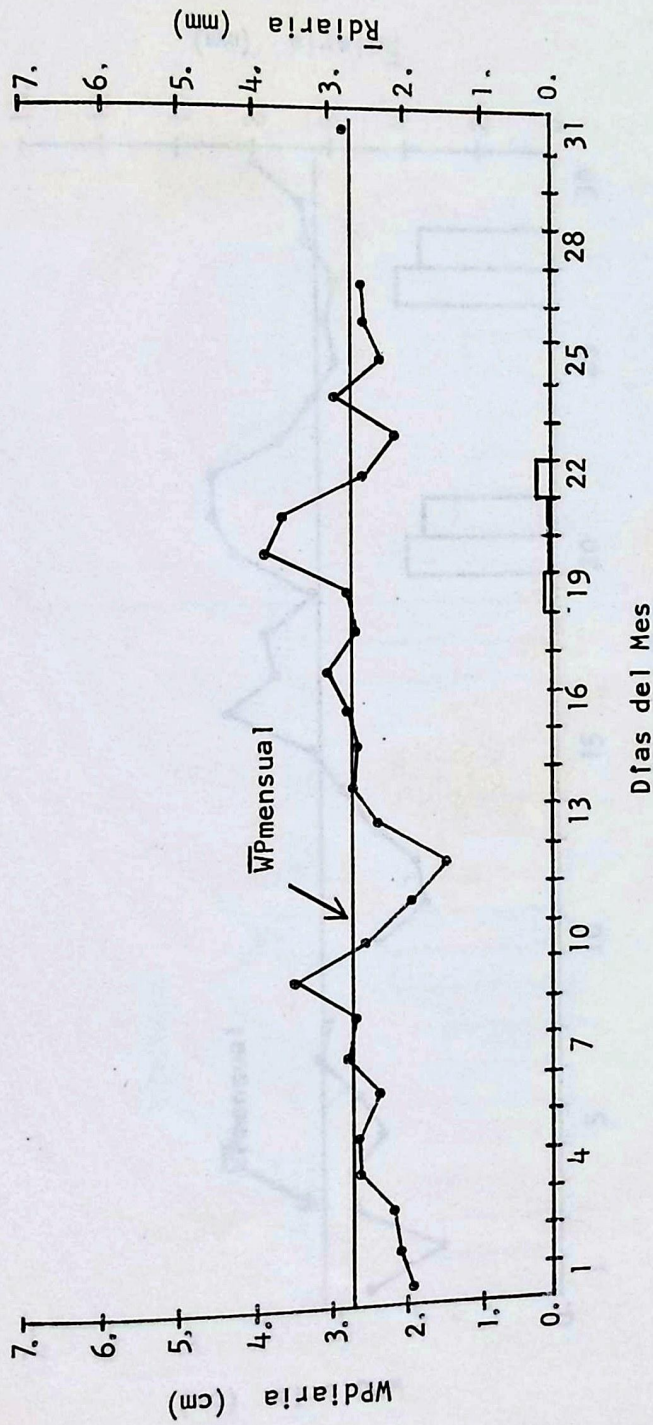
Gráfica 12-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a  
 Una Estación Meteorológica vs. El Tiempo. Mes de diciembre 1971



Gráfica 13-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de enero 1971

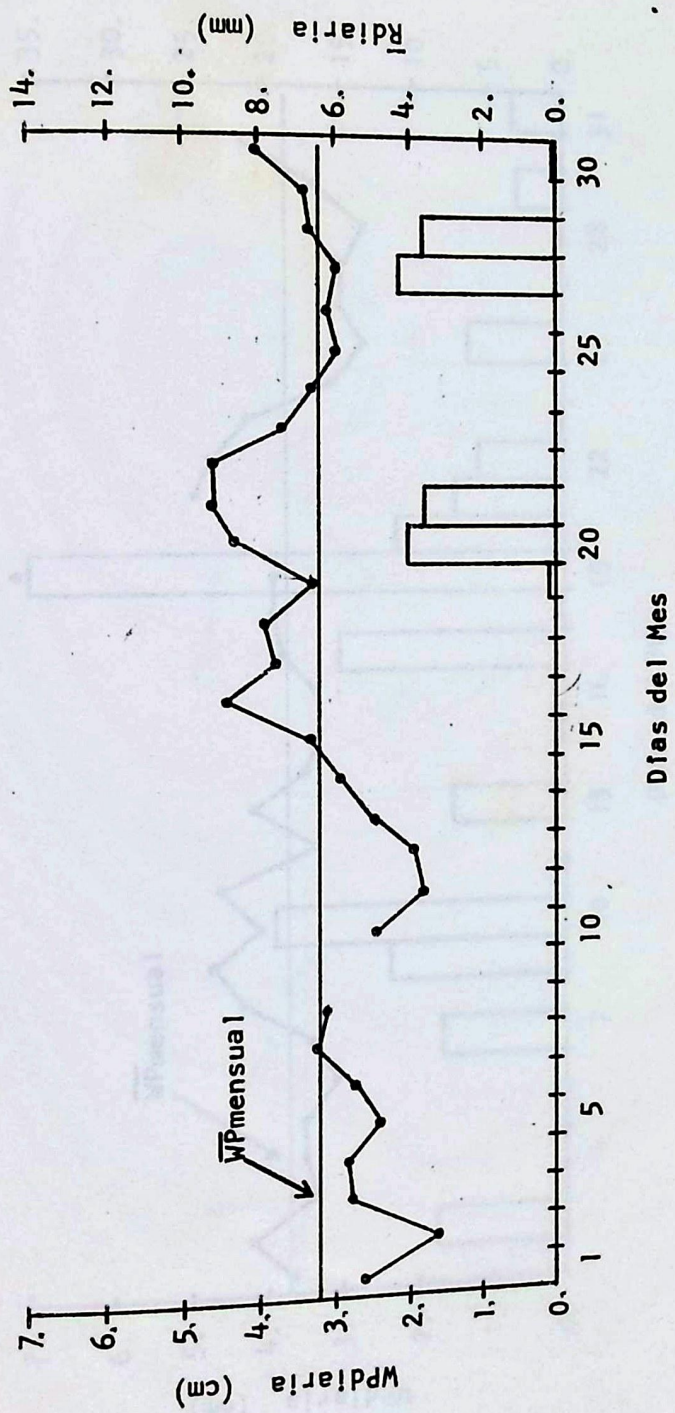


Gráfica 14-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en  
 Base a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de febrero  
 1971



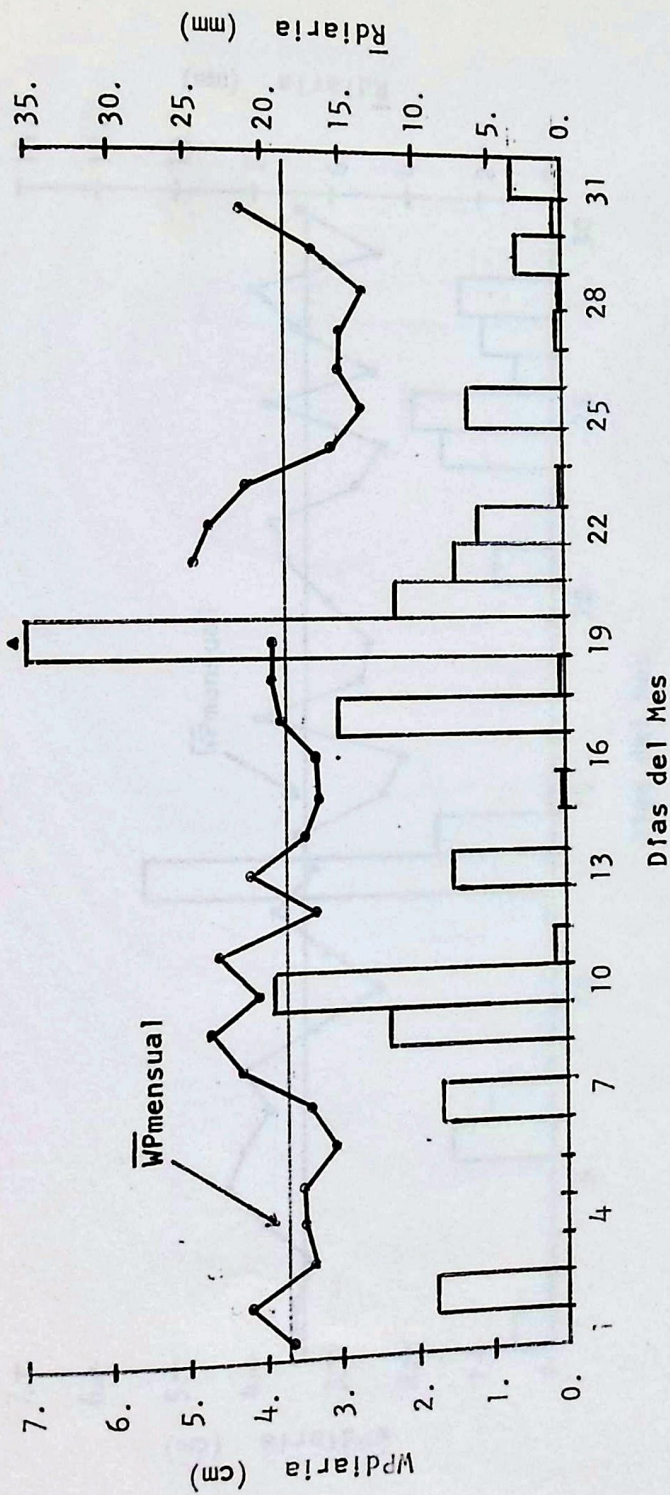
Gráfica 15-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de marzo de 1971



Gráfica 16-2

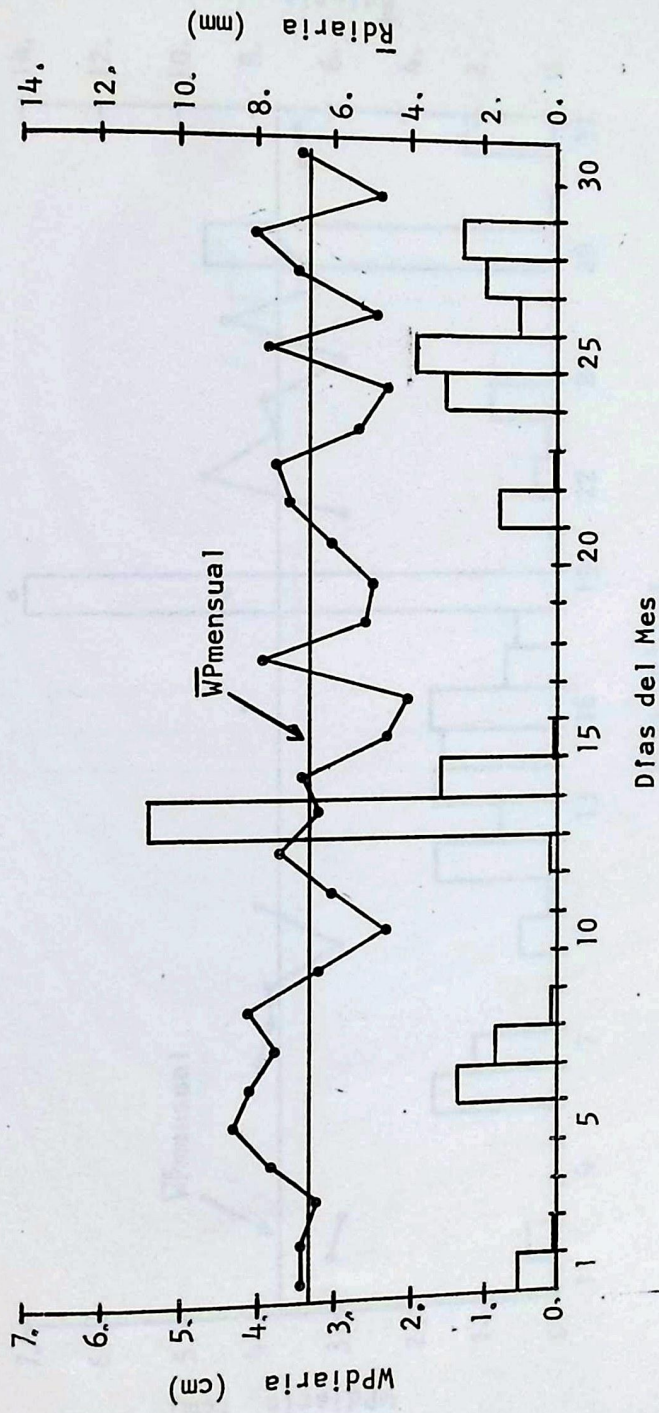
Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de abril 1971



Gráfica 17-2

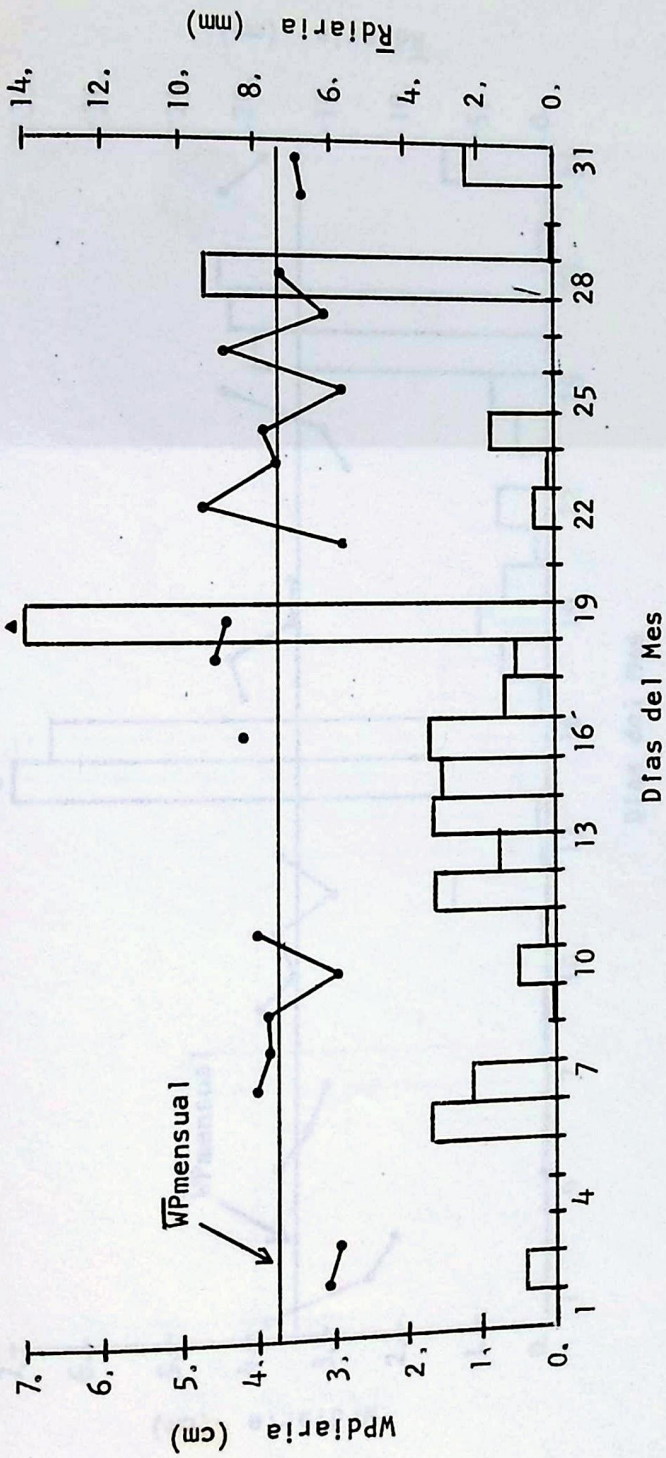
Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de mayo 1971

◊ Indica  $\bar{R}$ diaria > 35.0 mm

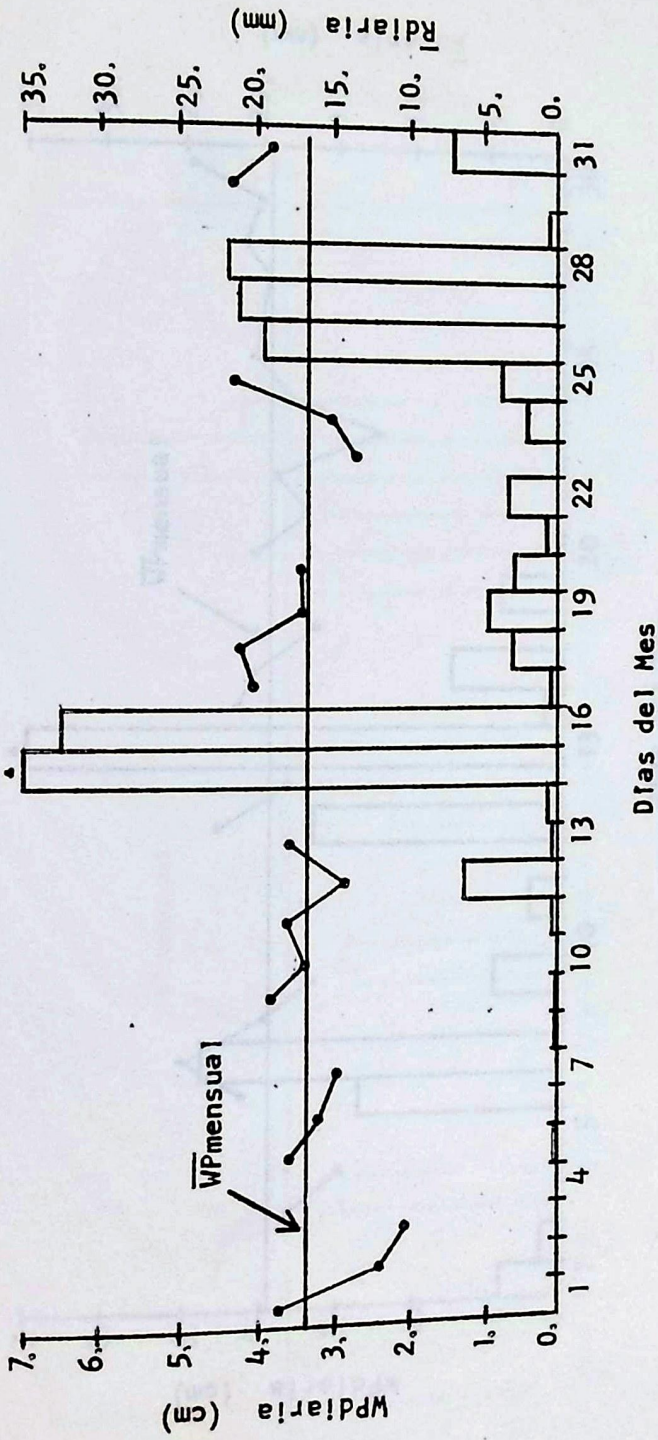


Gráfica 18-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de junio 1971



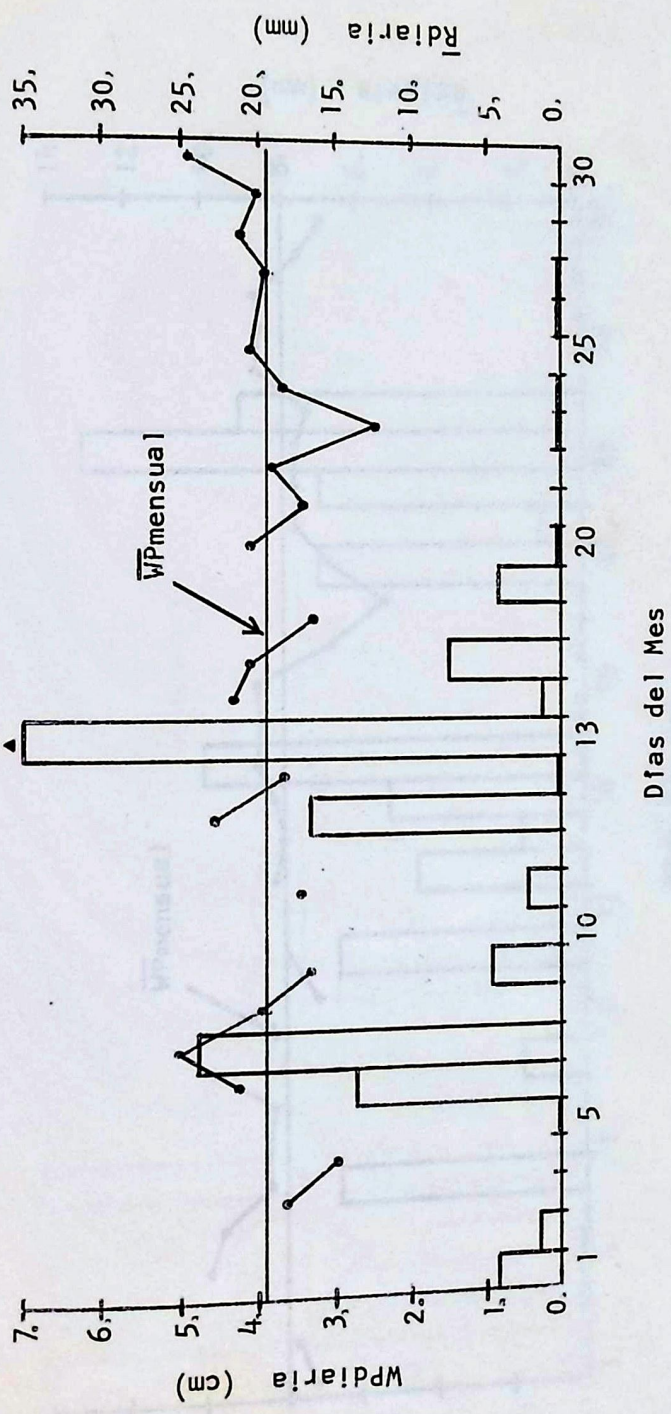
Gráfica 19-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de julio 1971  
 ▲ indica  $\bar{R}$ diaria > 14.0 mm



Gráfica 20-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de agosto 1971

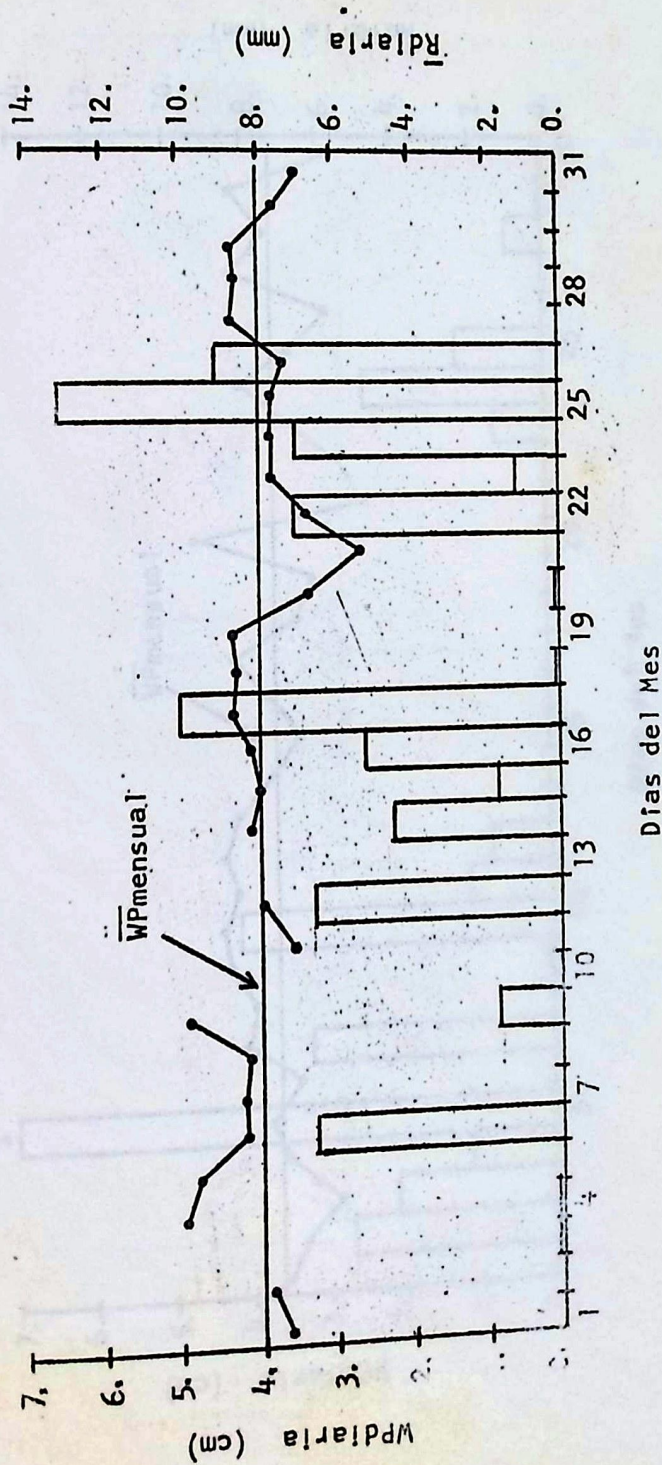
▲ Indica  $\bar{R}$ diaria  $>$  35.0 mm



Gráfica 21-2

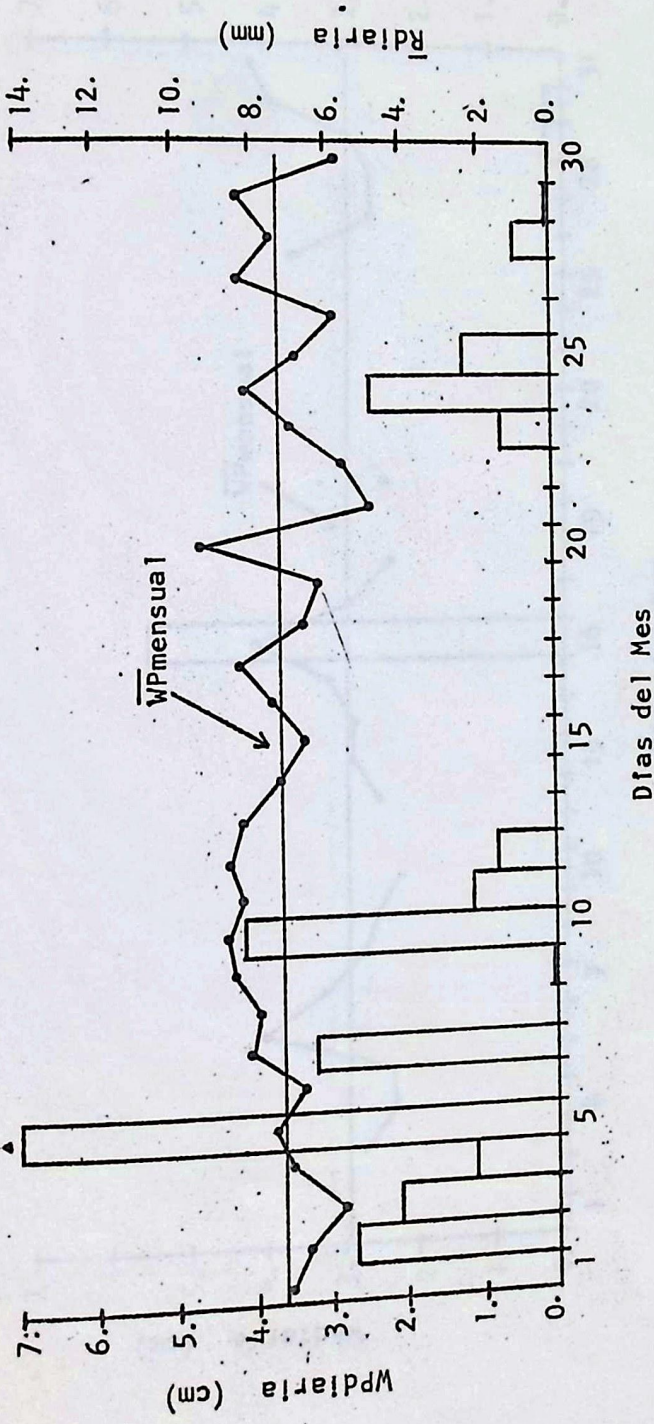
Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de septiembre 1971

▲ Indica Rdiaria > 35.0 mm



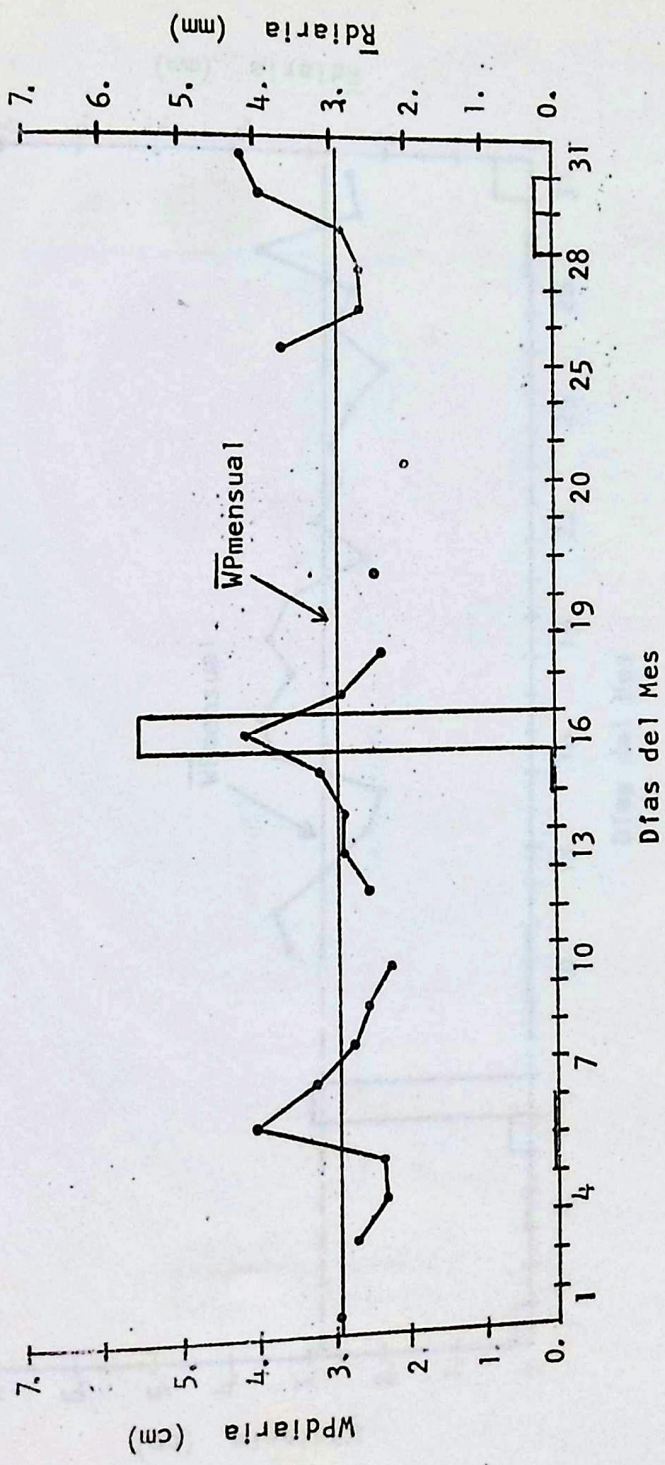
Gráfica 22-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de octubre 1971

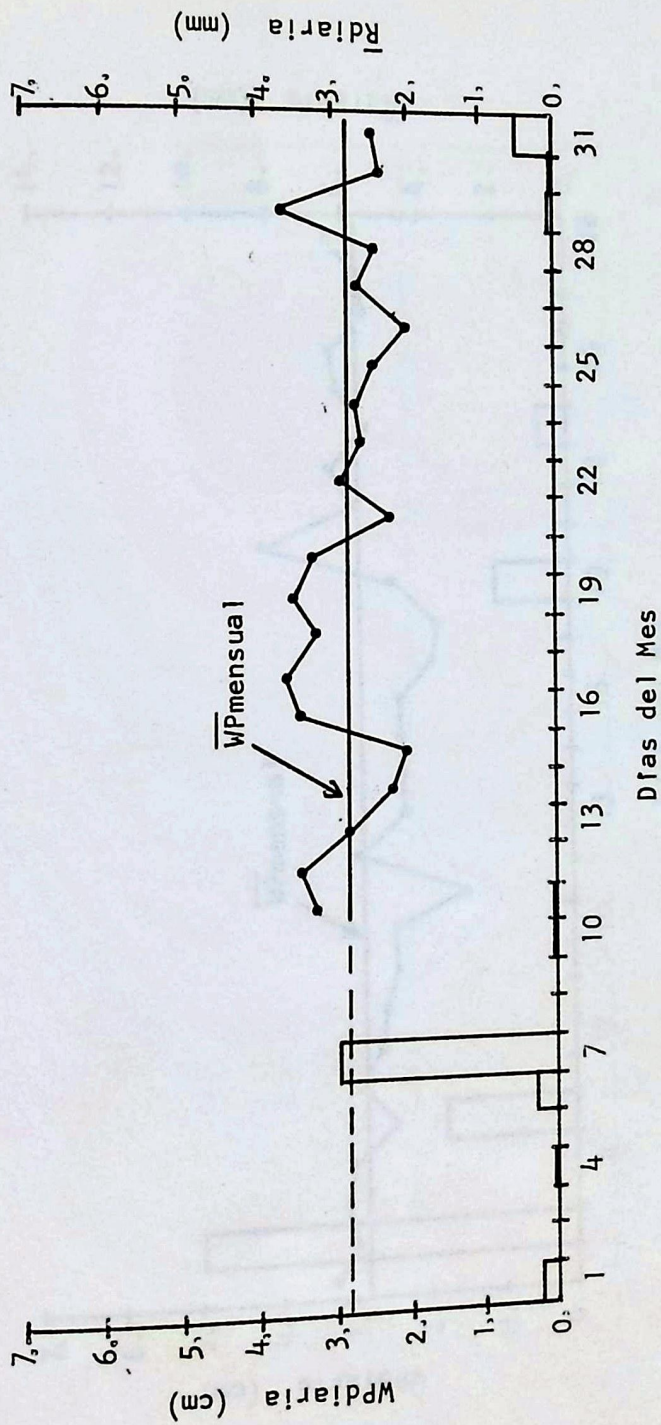


Gráfica 23-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en  
 Base a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo.  
 Mes de noviembre de 1971

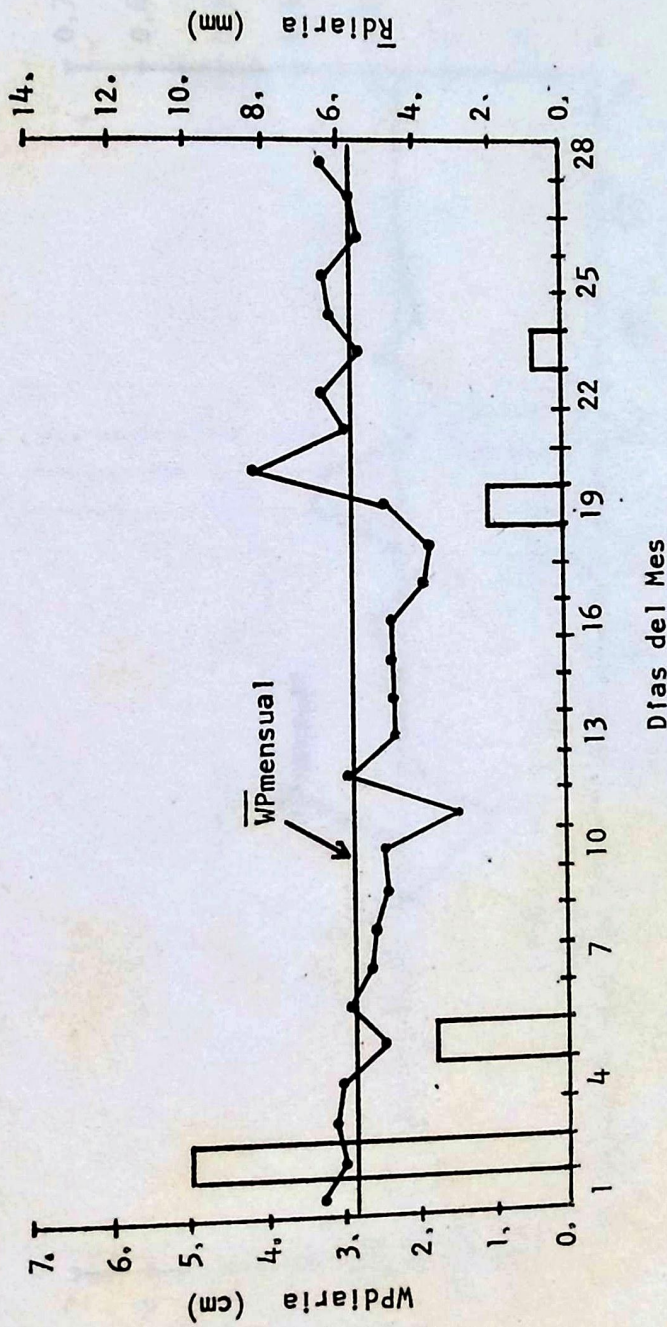
▲ Indica  $\bar{R}$  diaria > 14.0 mm



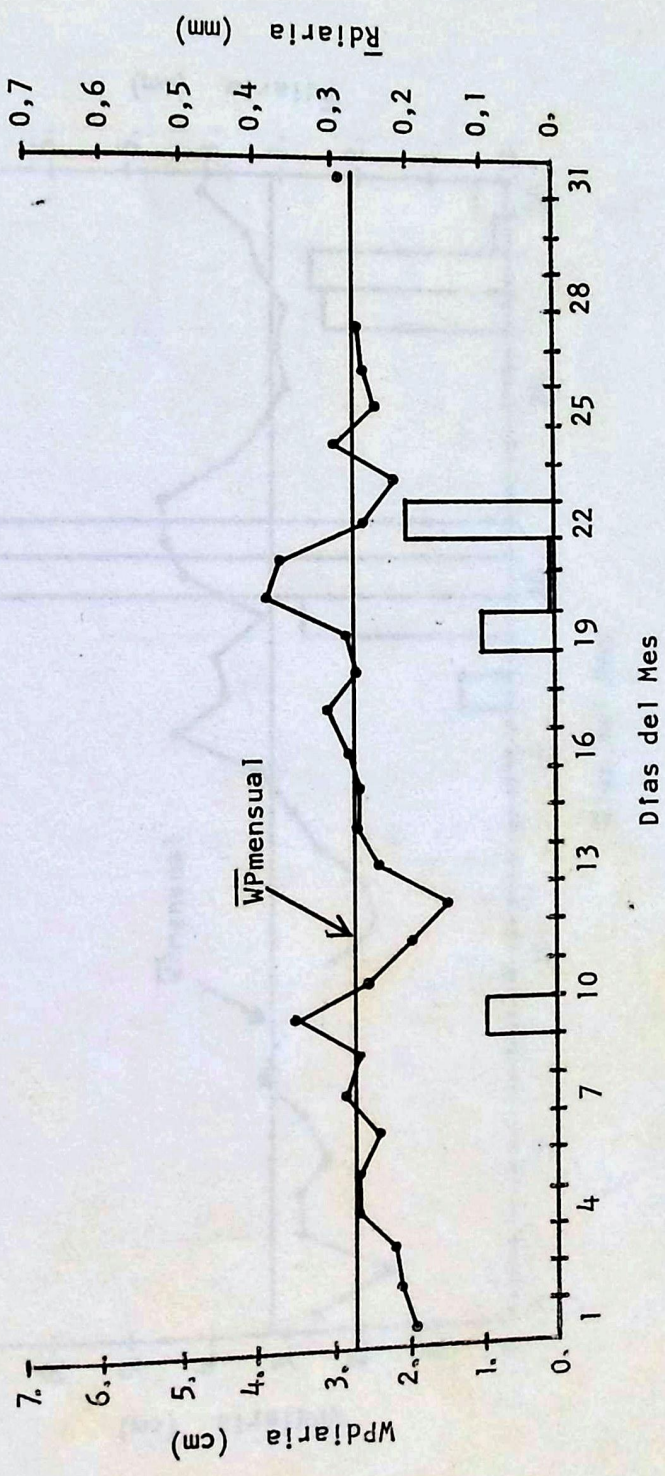
Gráfica 24-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a Dos Estaciones Meteorológicas vs. El Tiempo. Mes de diciembre 1971



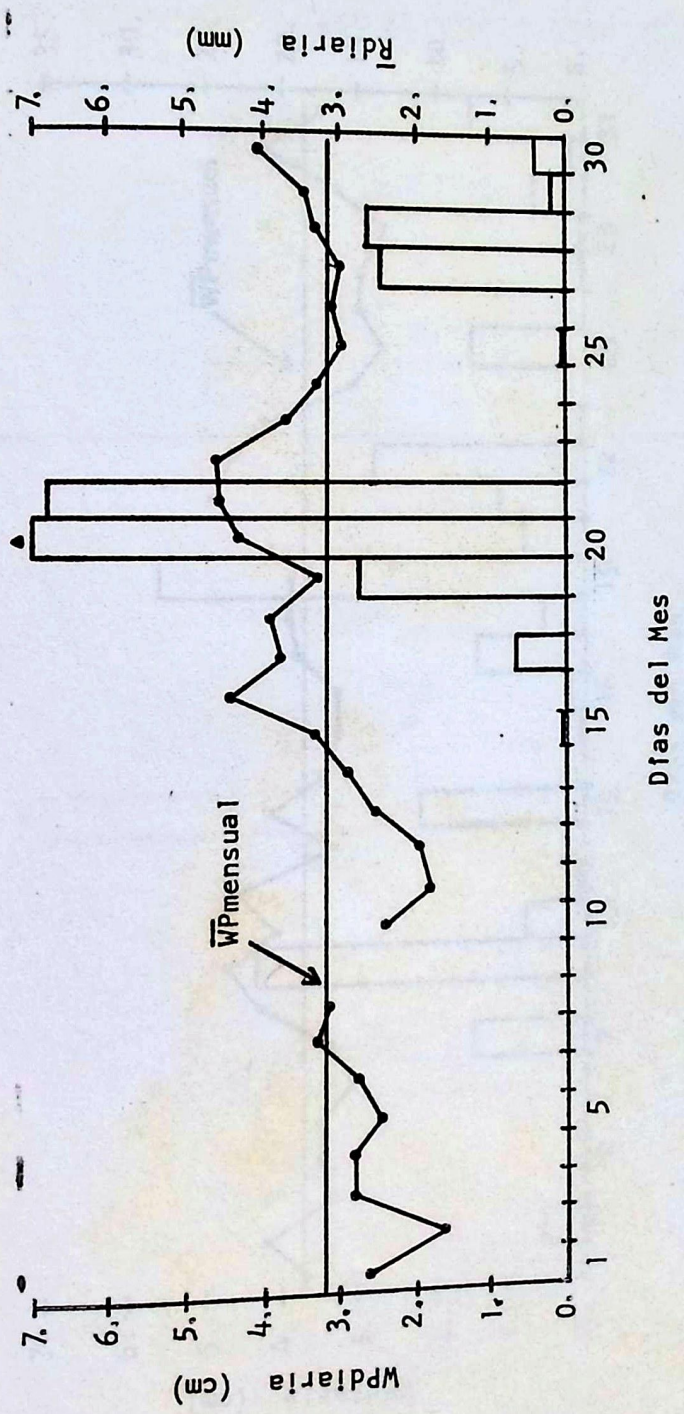
Gráfica 25-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de enero 1971



Gráfica 26-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en  
 Base a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de febrero 1971

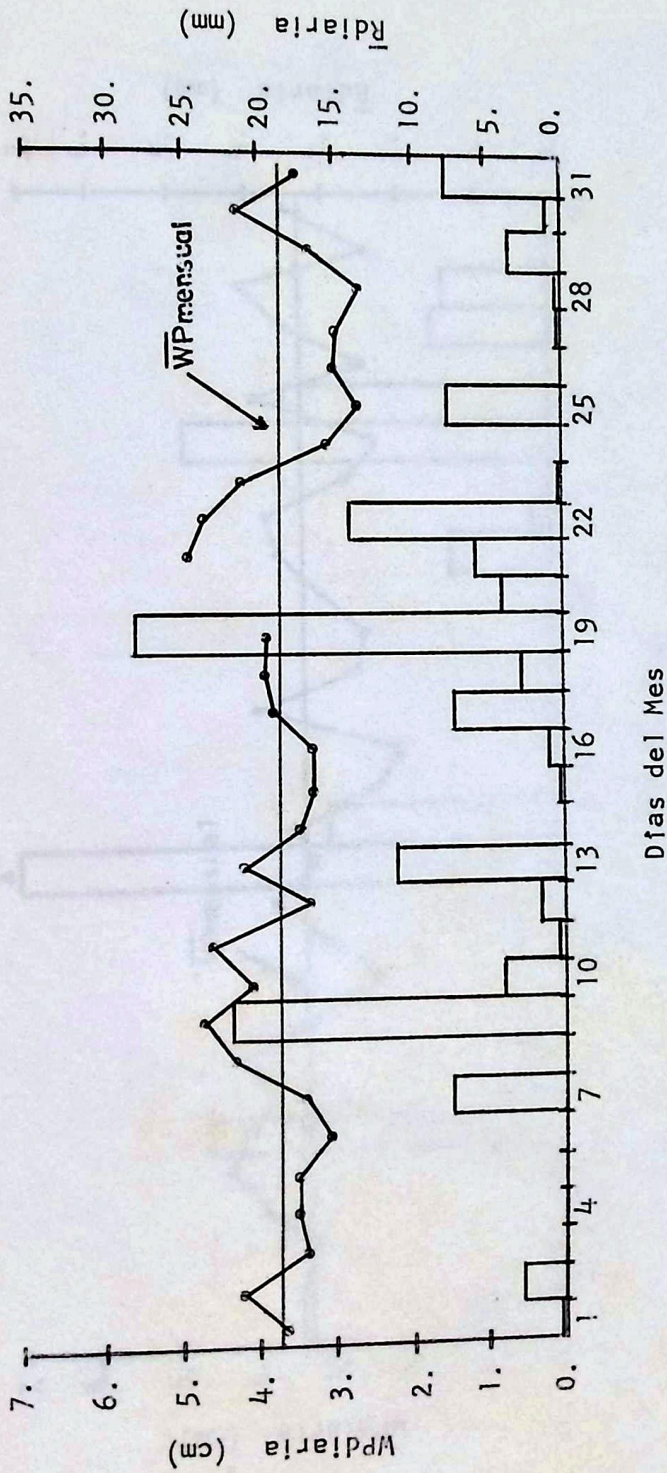


Gráfica 27-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de marzo 1971



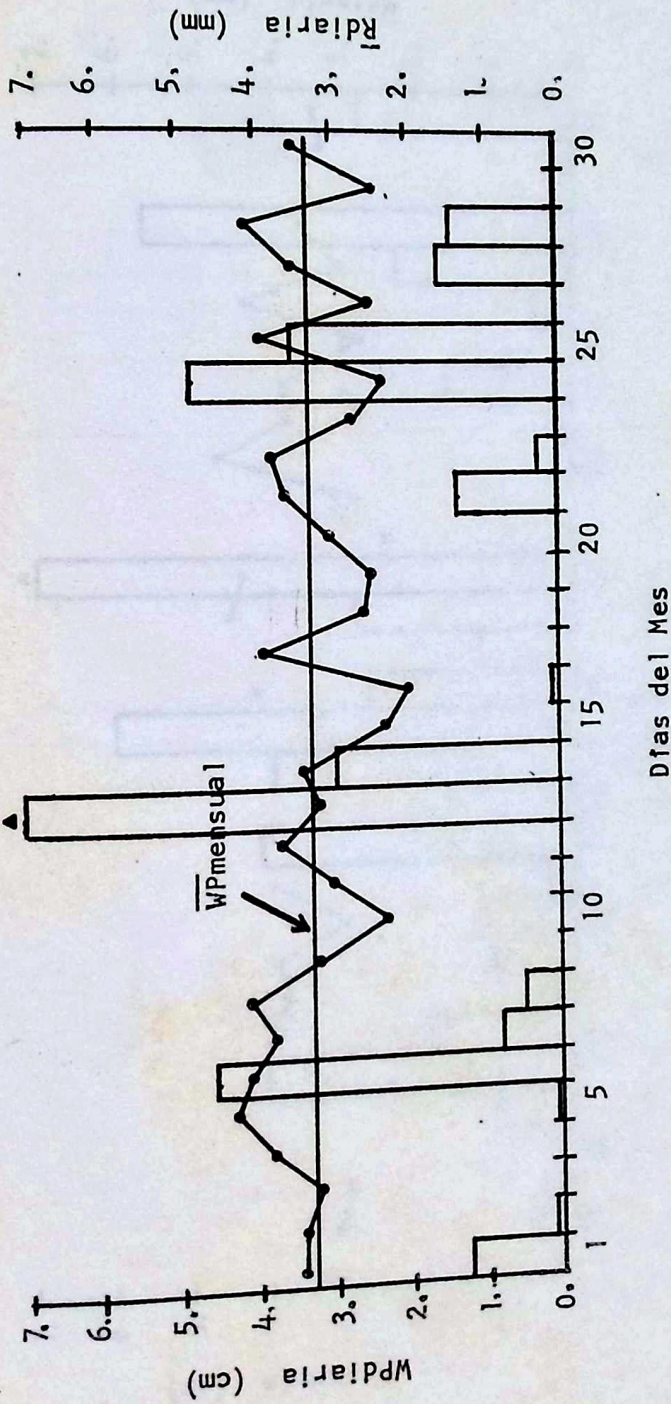
Gráfica 28-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de abril 1971

• Indica  $\bar{R}$ diaria > 7.0 mm



Gráfica 29-2

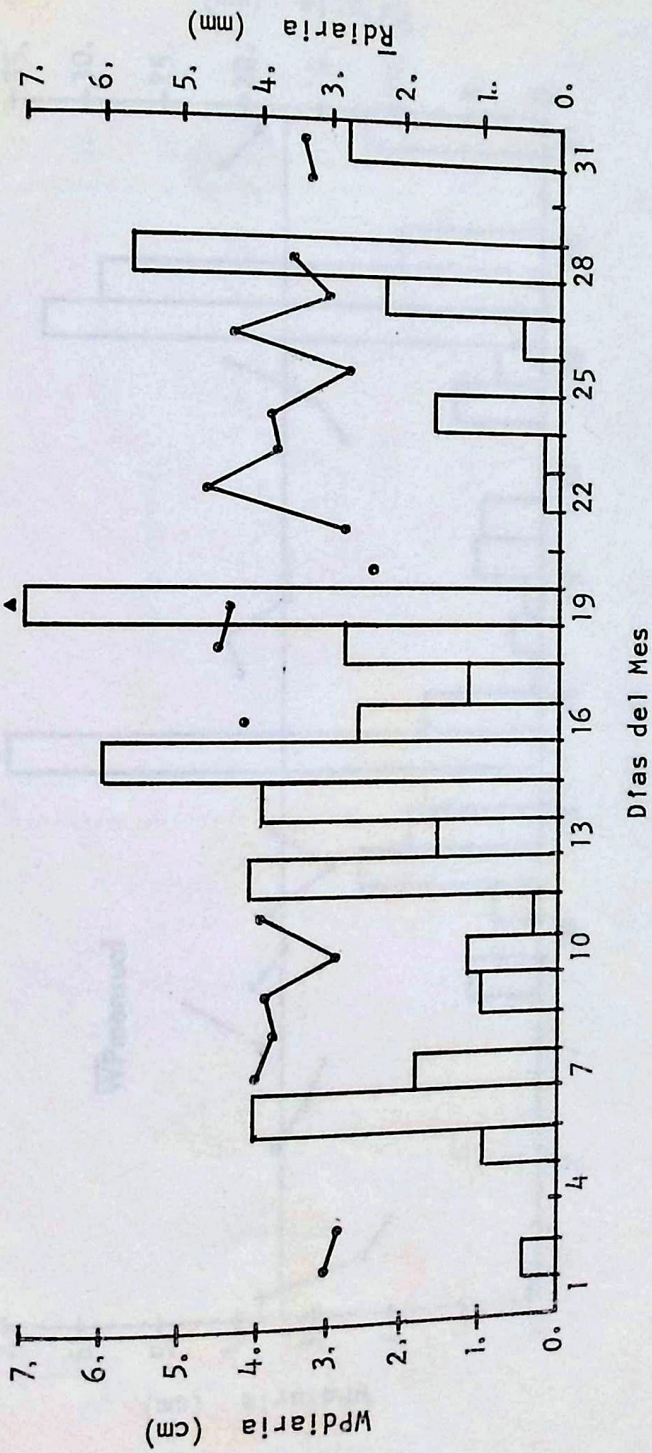
Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de mayo 1971



Gráfica 30-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de Junio 1971

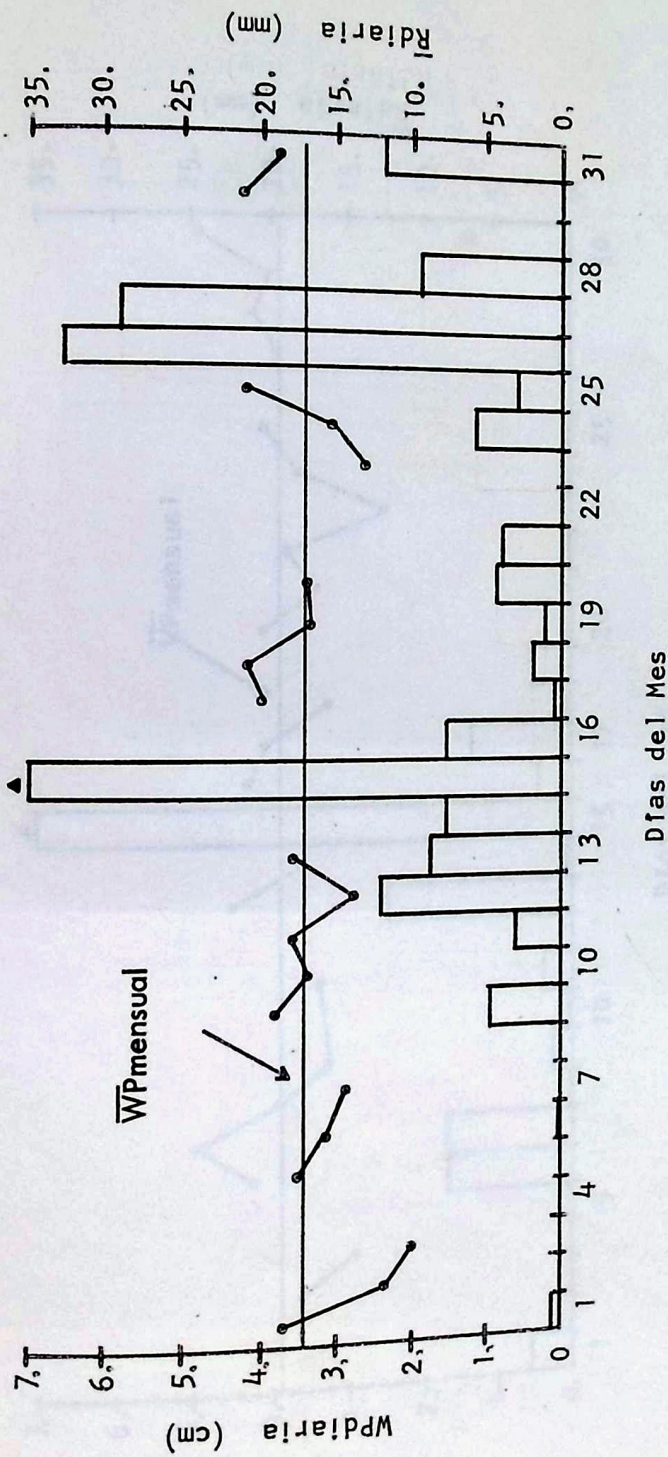
▲ Indica Rdiaria > 7.0 mm



Gráfica 31-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de julio 1971

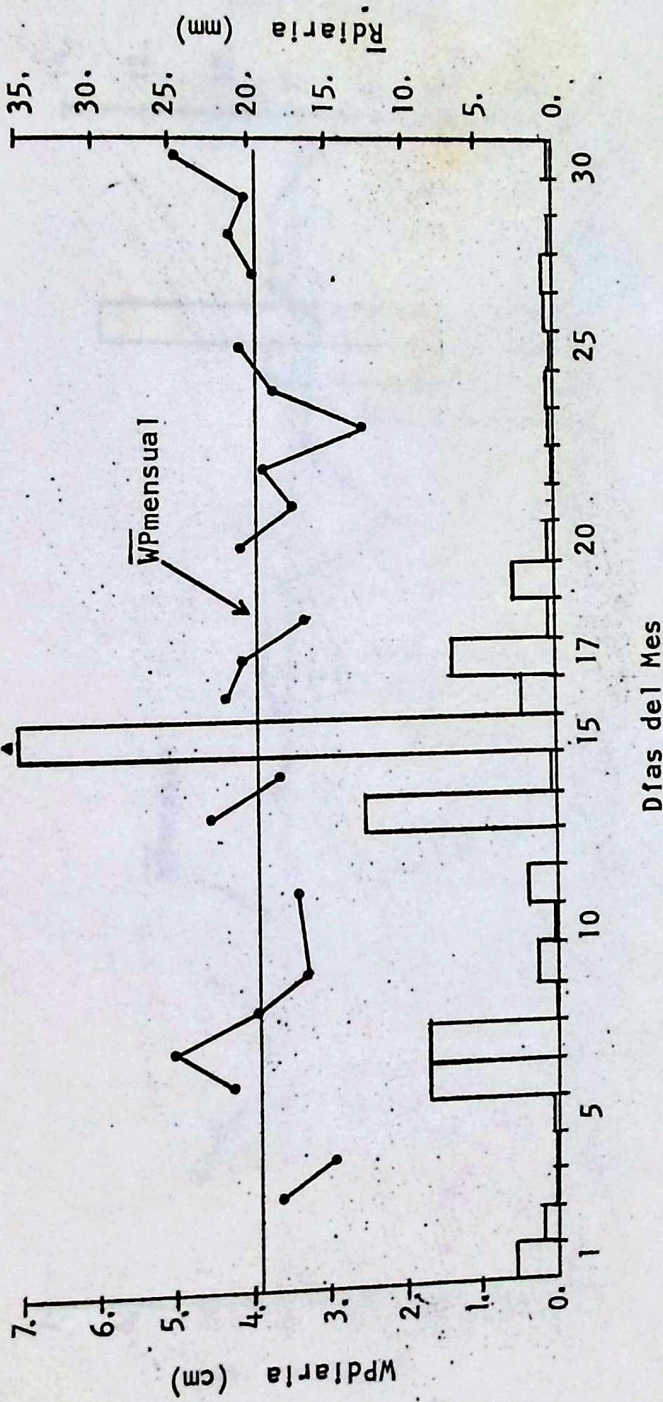
▲ Indica  $\bar{R}$  diaria > 7,0 mm



Gráfica 32-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de agosto 1971

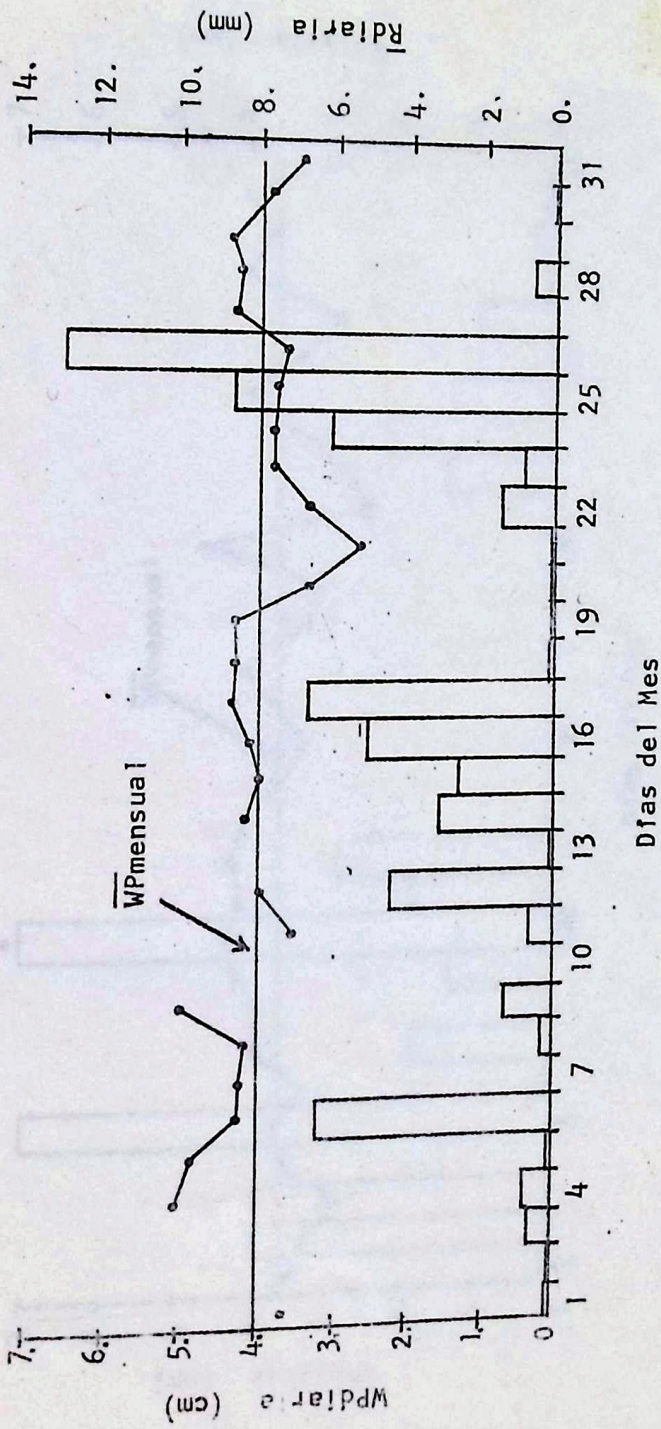
◦ Indica  $\bar{R}$ diaria > 35.0 mm



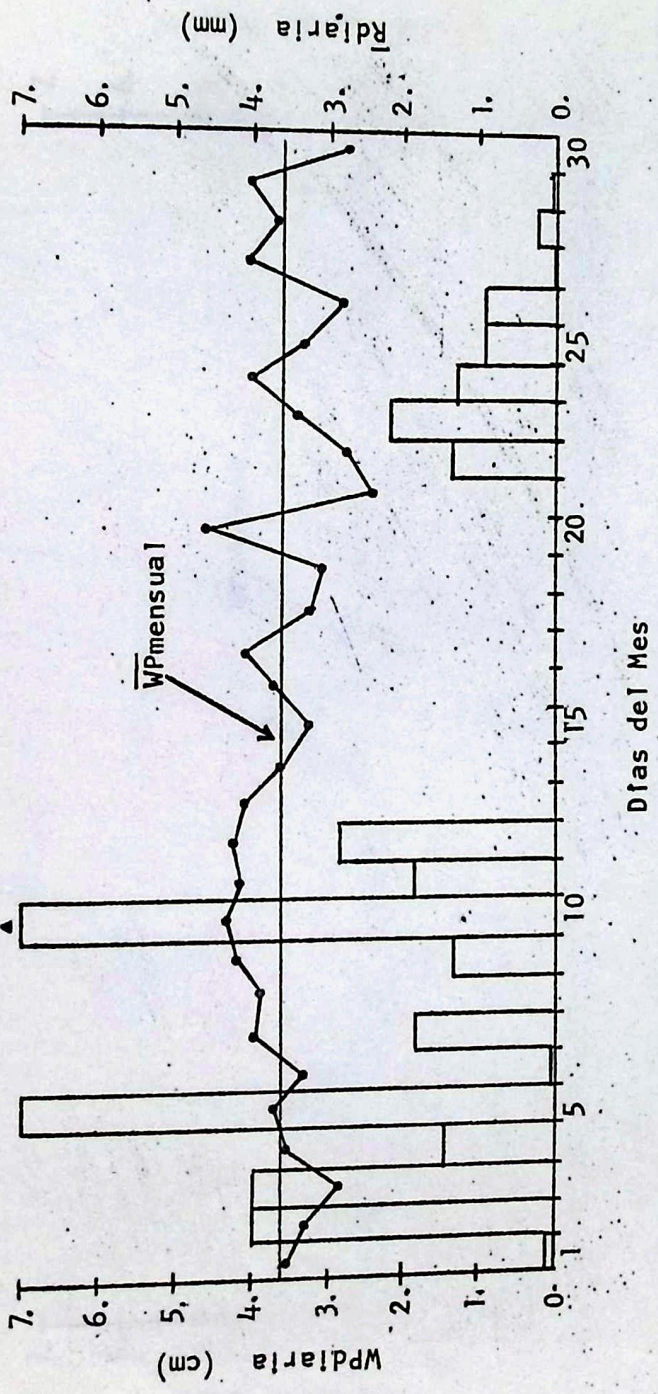
Gráfica 33-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de septiembre 1971

▲ Indica Rdiaria > 35.0 mm



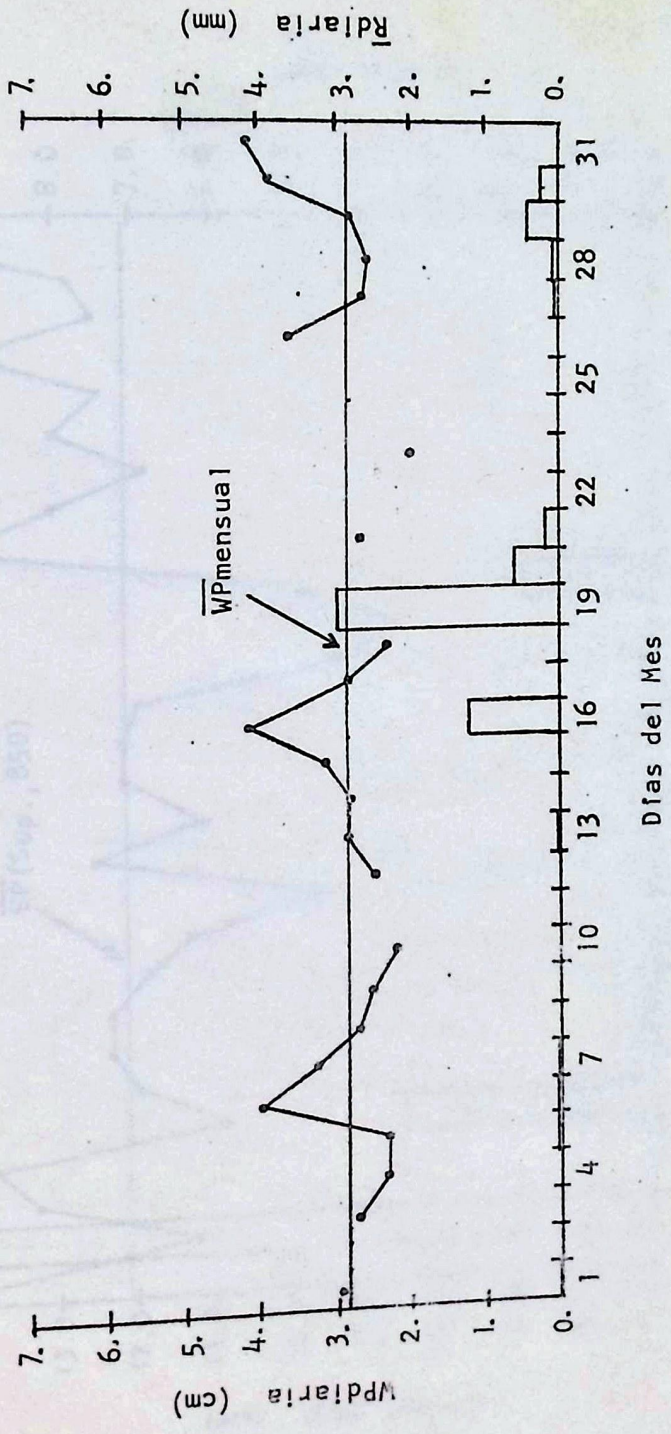
Gráfica 34-2  
 Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base  
 a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de octubre 1971



Grafica 35-2

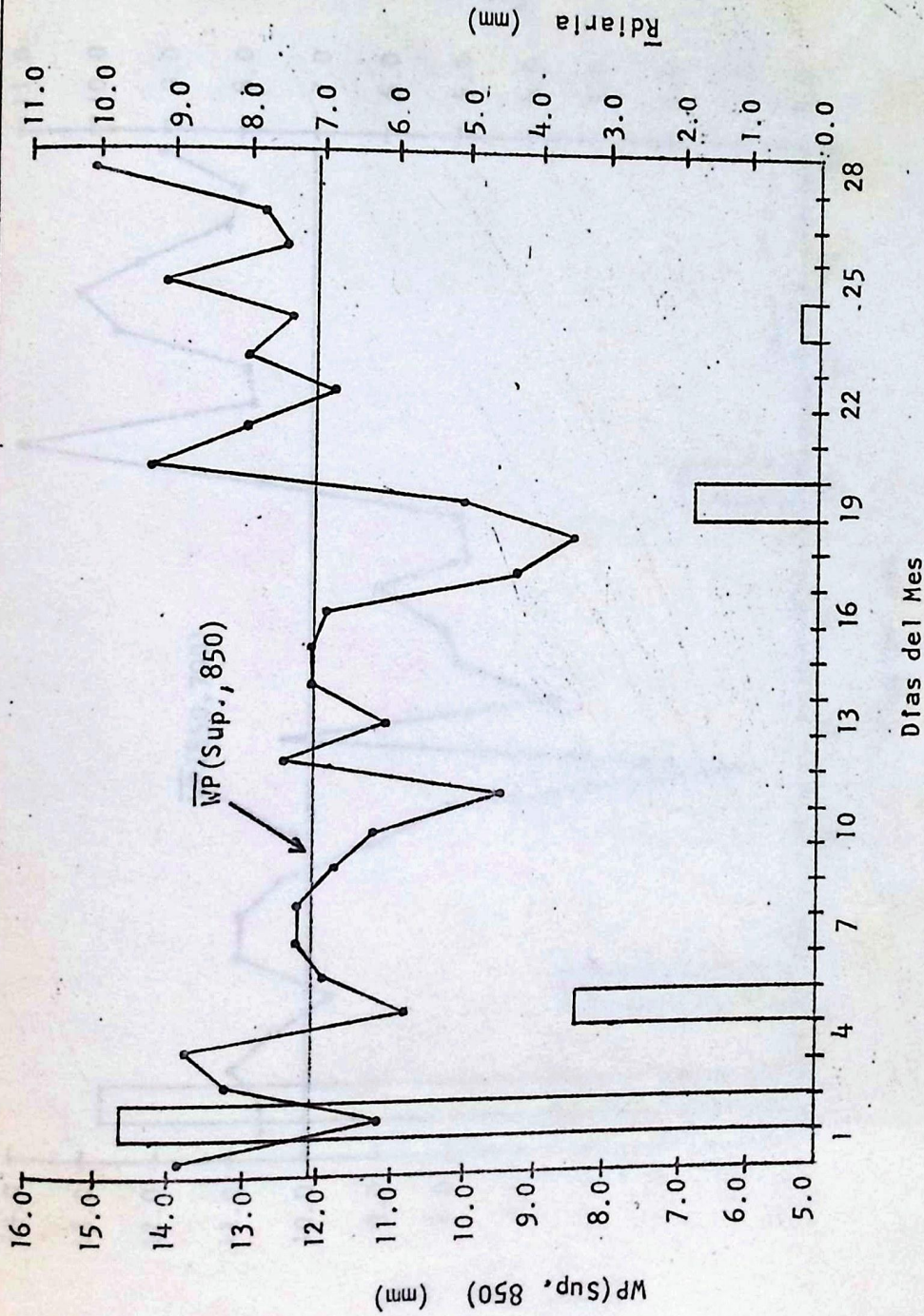
Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de noviembre 1971

▲ Indica  $\bar{R}diaria > 7.0$  mm



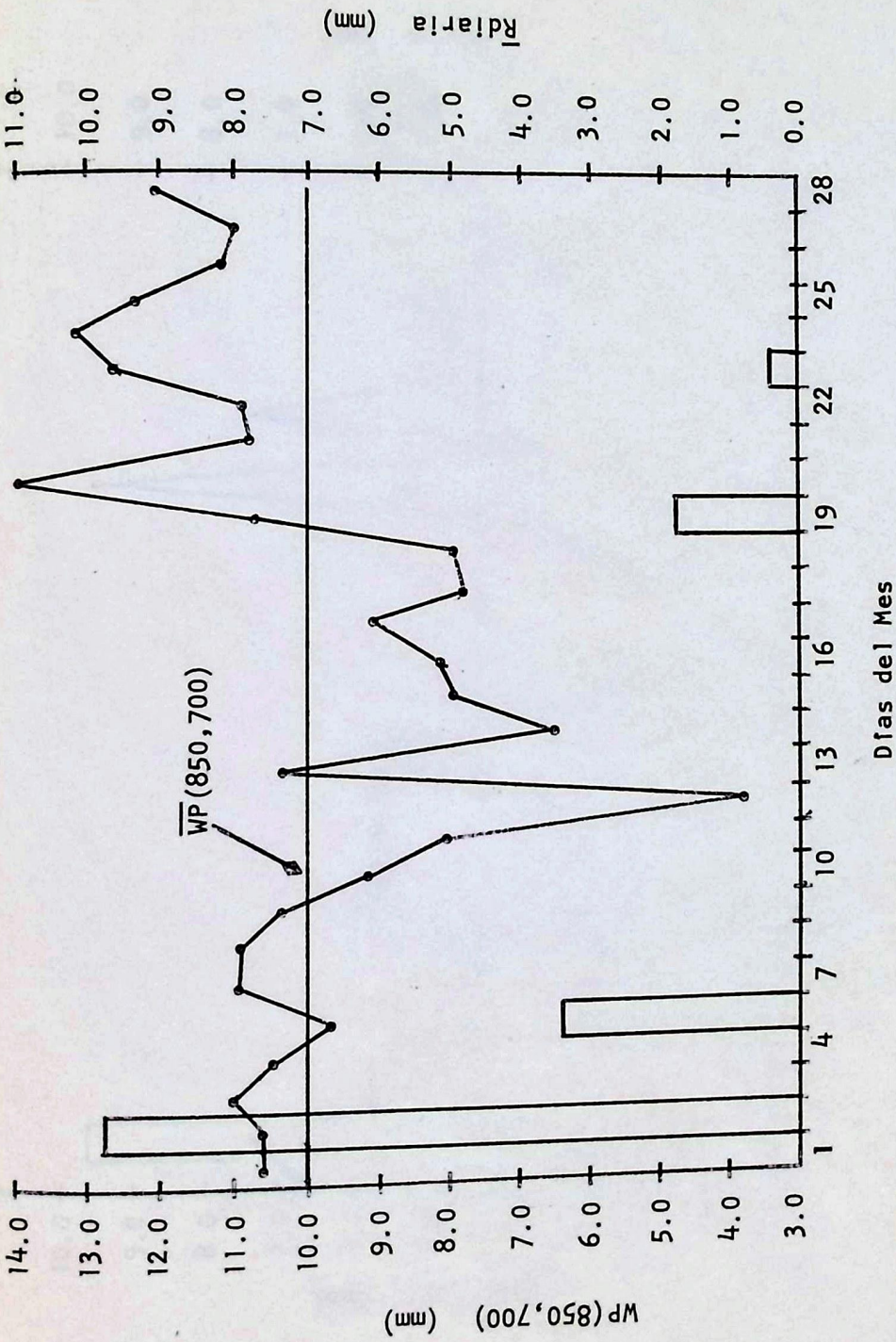
Gráfica 36-2

Agua Precipitable Diaria y Precipitación Media Diaria Calculada en Base a la Red de Nueve Estaciones Meteorológicas. Mes de diciembre 1971



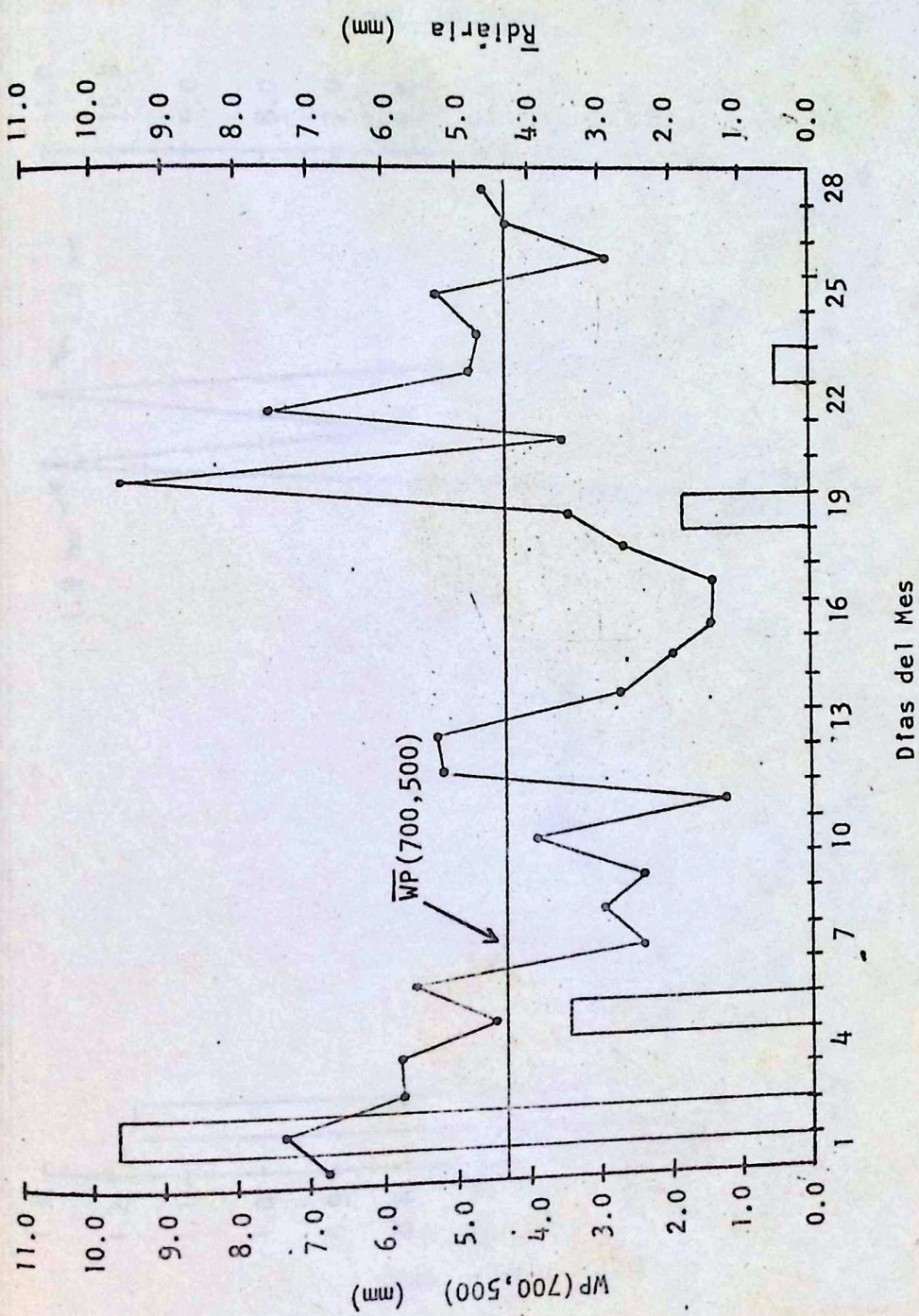
Gráfica 1-3

Agua Precipitable Diaria entre la Superficie del Suelo y 850 mb y Precipitación Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de febrero 1971



Gráfica 2-3

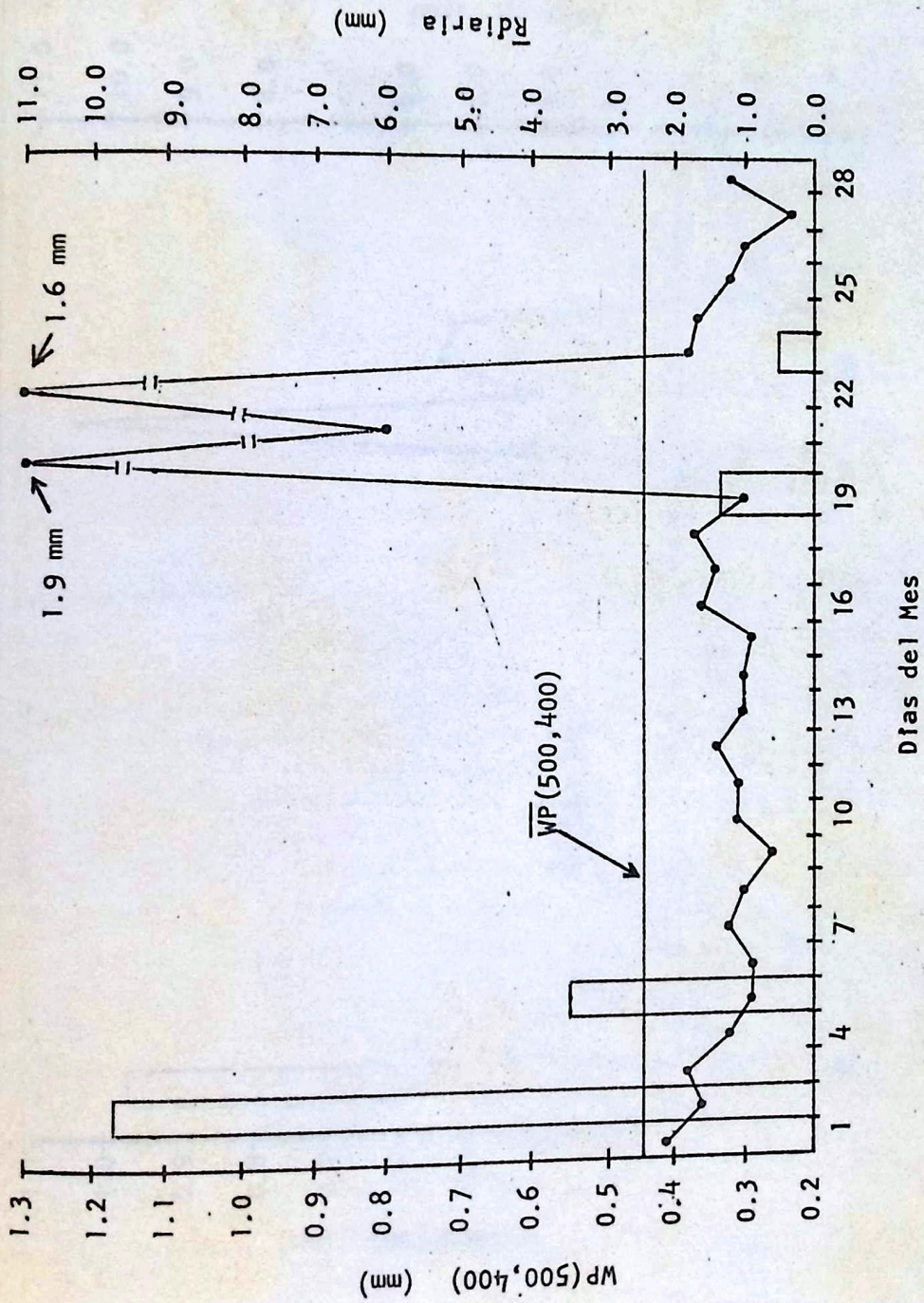
Agua Precipitable Diaria entre 850 y 700 mb y Precipitación Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de febrero 1971



Días del Mes

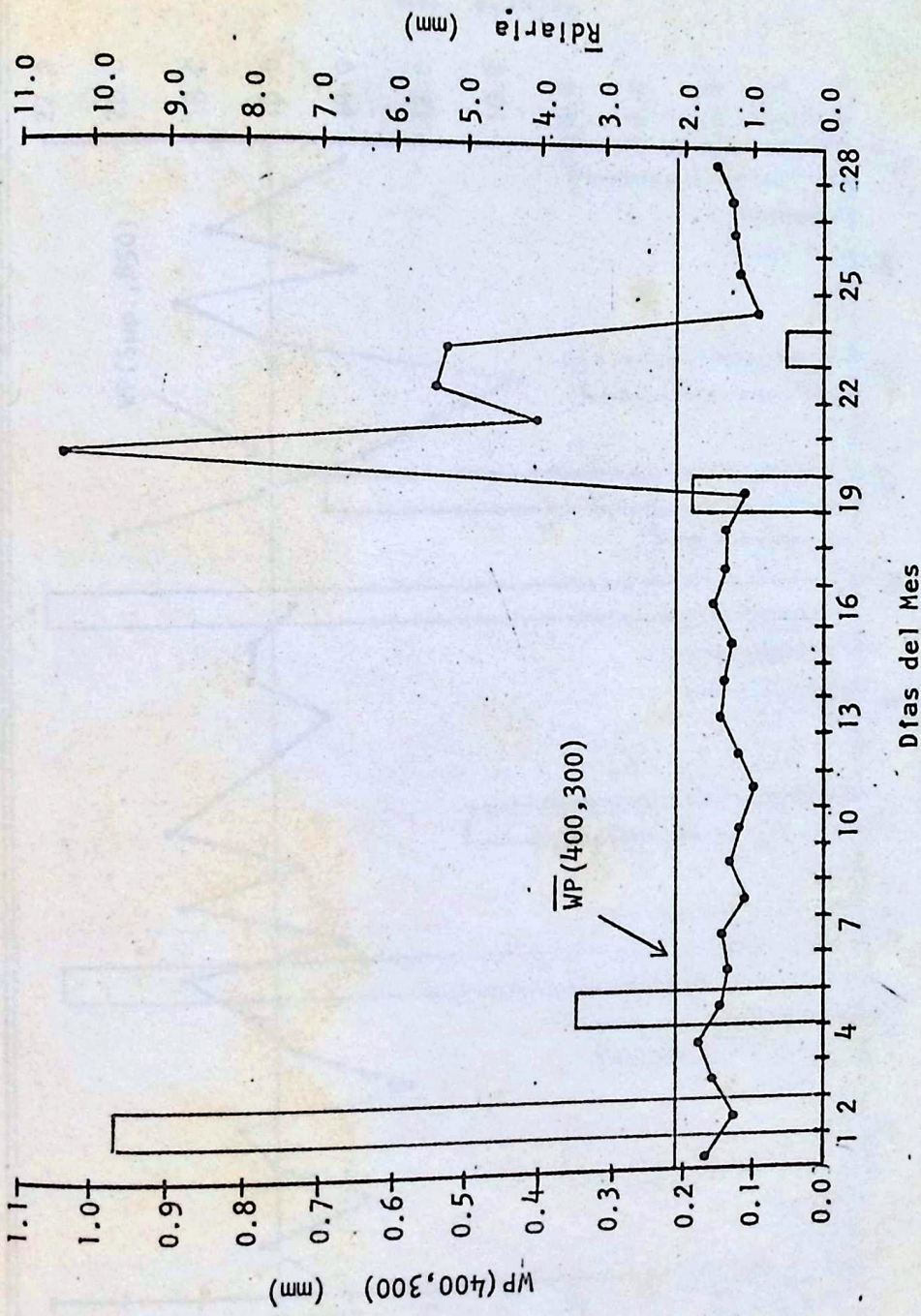
Gráfica 3-3

Agua Precipitable Diaria entre 700 y 500 mb y Precipitación Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de febrero 1971

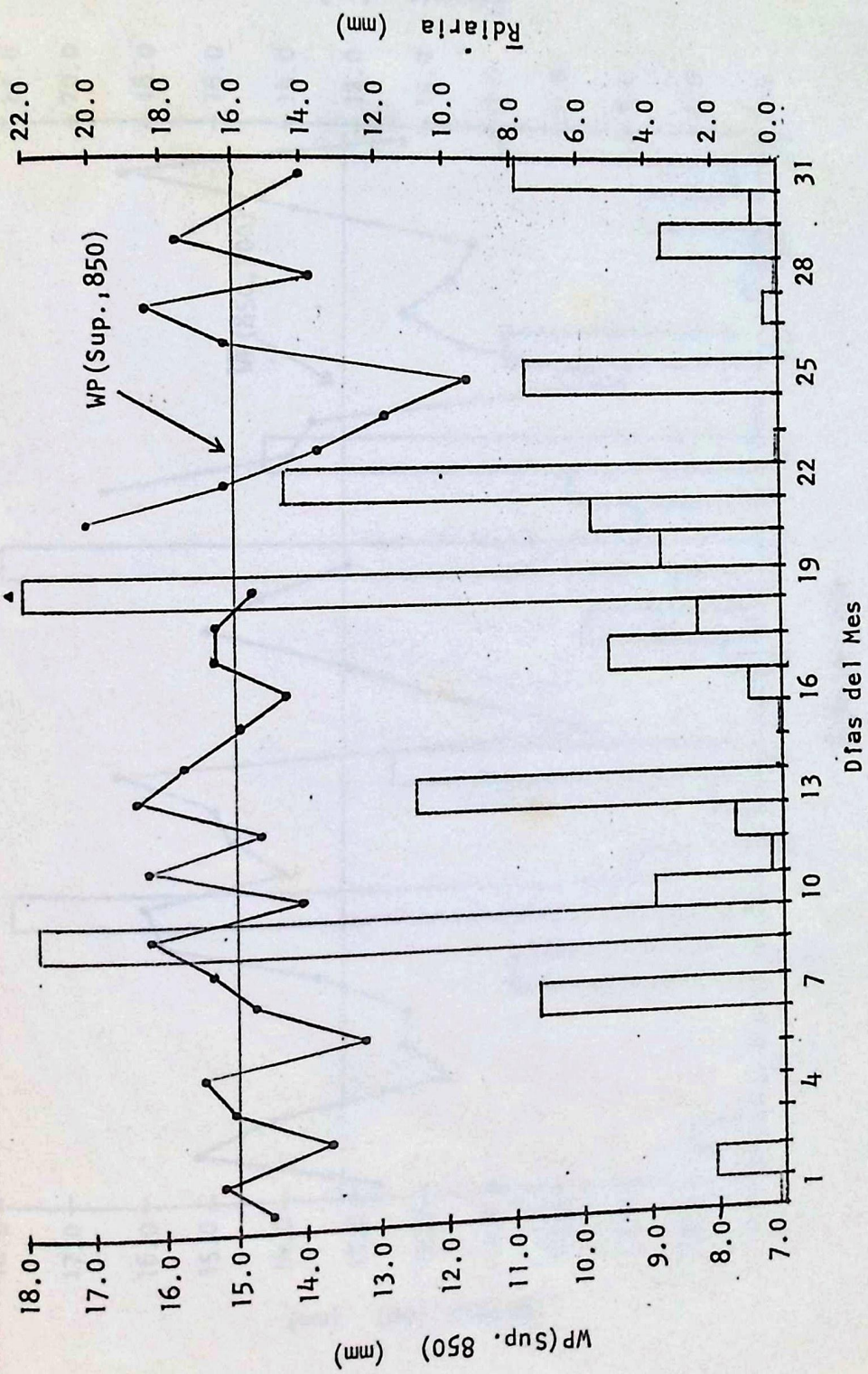


Gráfica 4-3

Agua Precipitable Diaria entre 500 y 400 mb y Precipitación  
Media Diaria vs. El Tiempo: Mes de febrero 1971



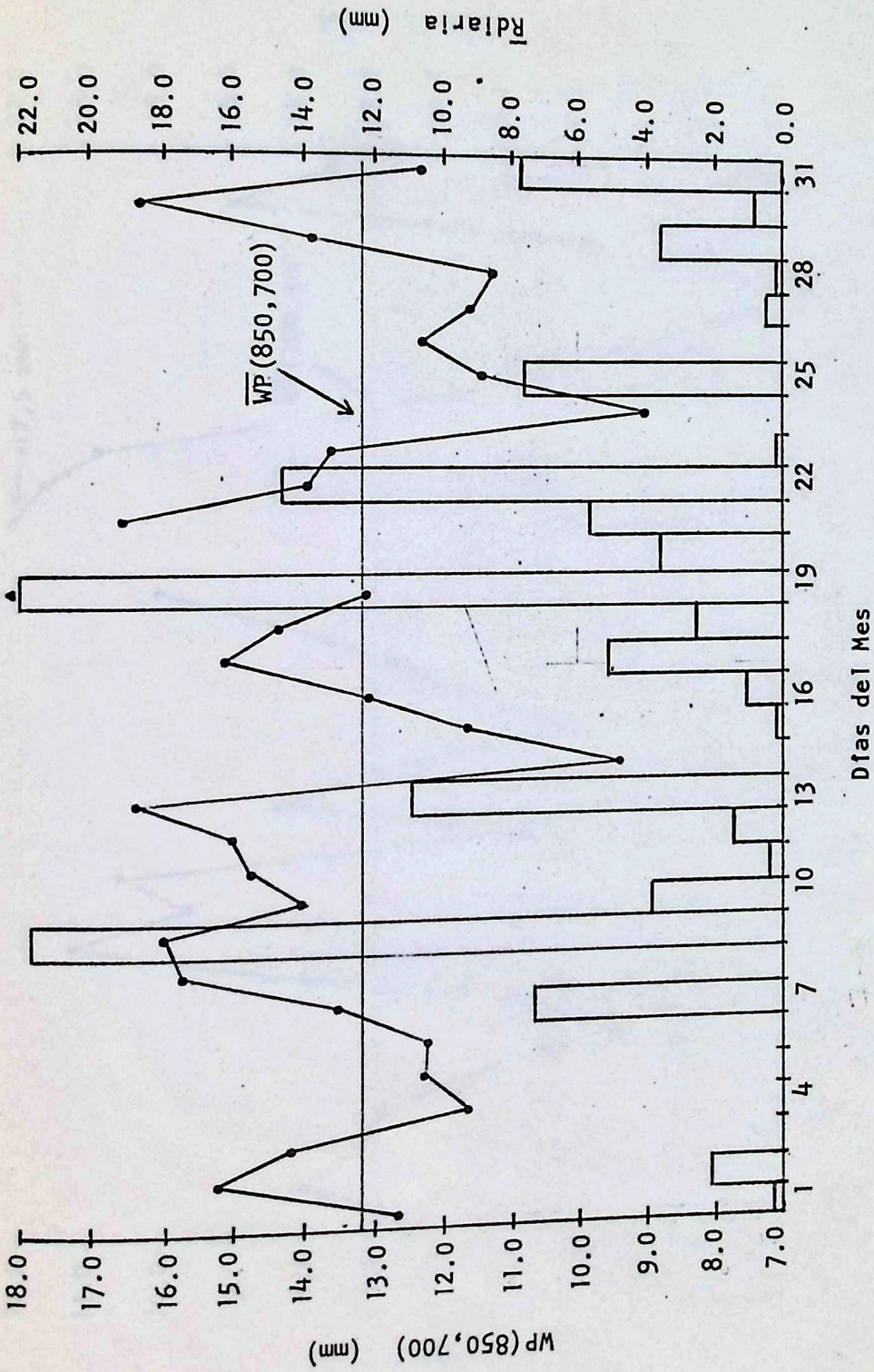
Gráfica 5-3  
 Agua Precipitable Diaria entre 400 y 300 mb y Precipitación  
 Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de febrero 1971



Gráfica 6-3

Agua Precipitable Diaria entre la Superficie del Suelo y 850 mb y Precipitación Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de mayo 1971

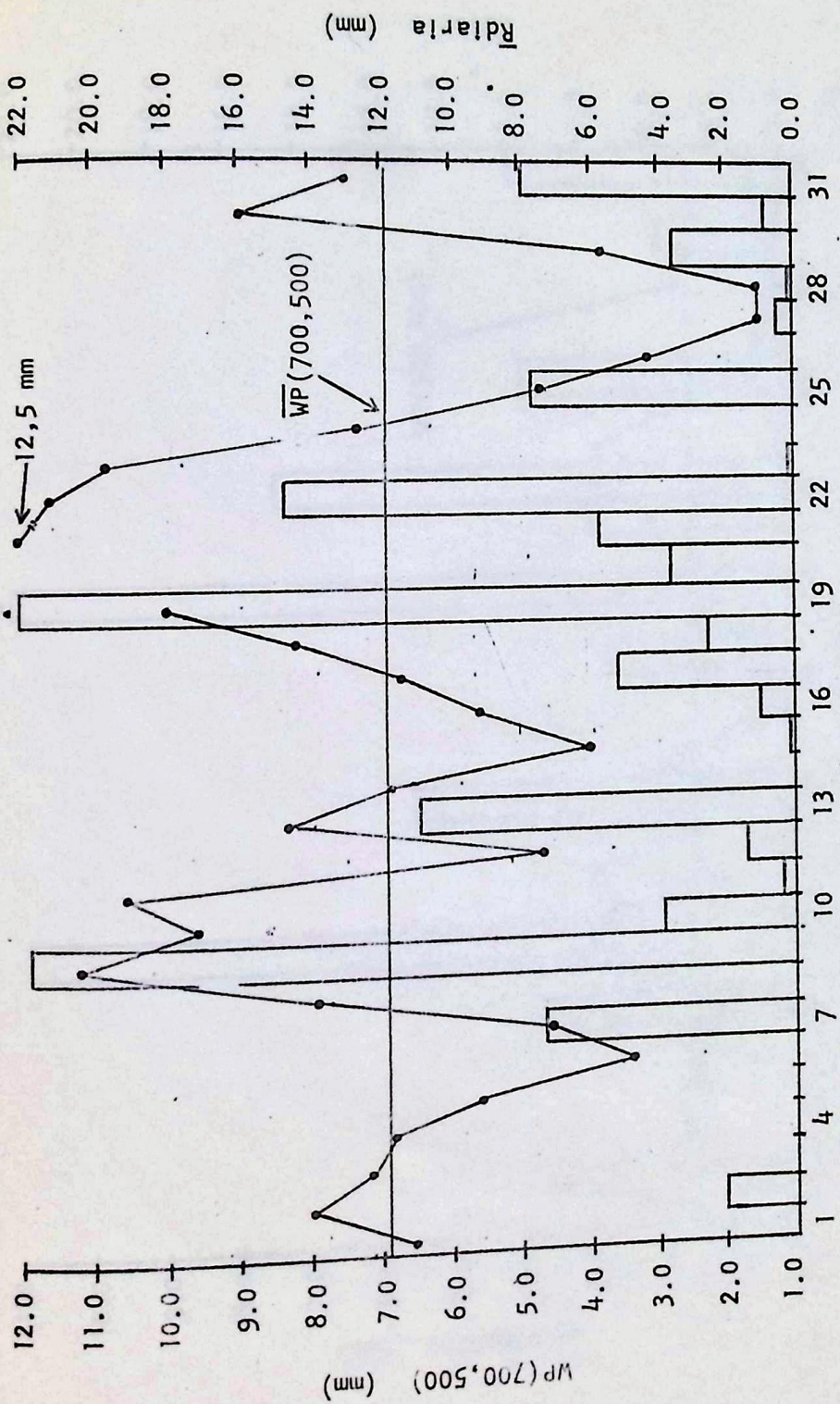
• Indica  $\bar{R}$  diaria > 22.0 mm



Gráfica 7-3

Agua Precipitable Diaria entre 850 y 700 mb y Precipitación Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de mayo 1971

• Indica  $\bar{R}$ diaria > 22.0 mm

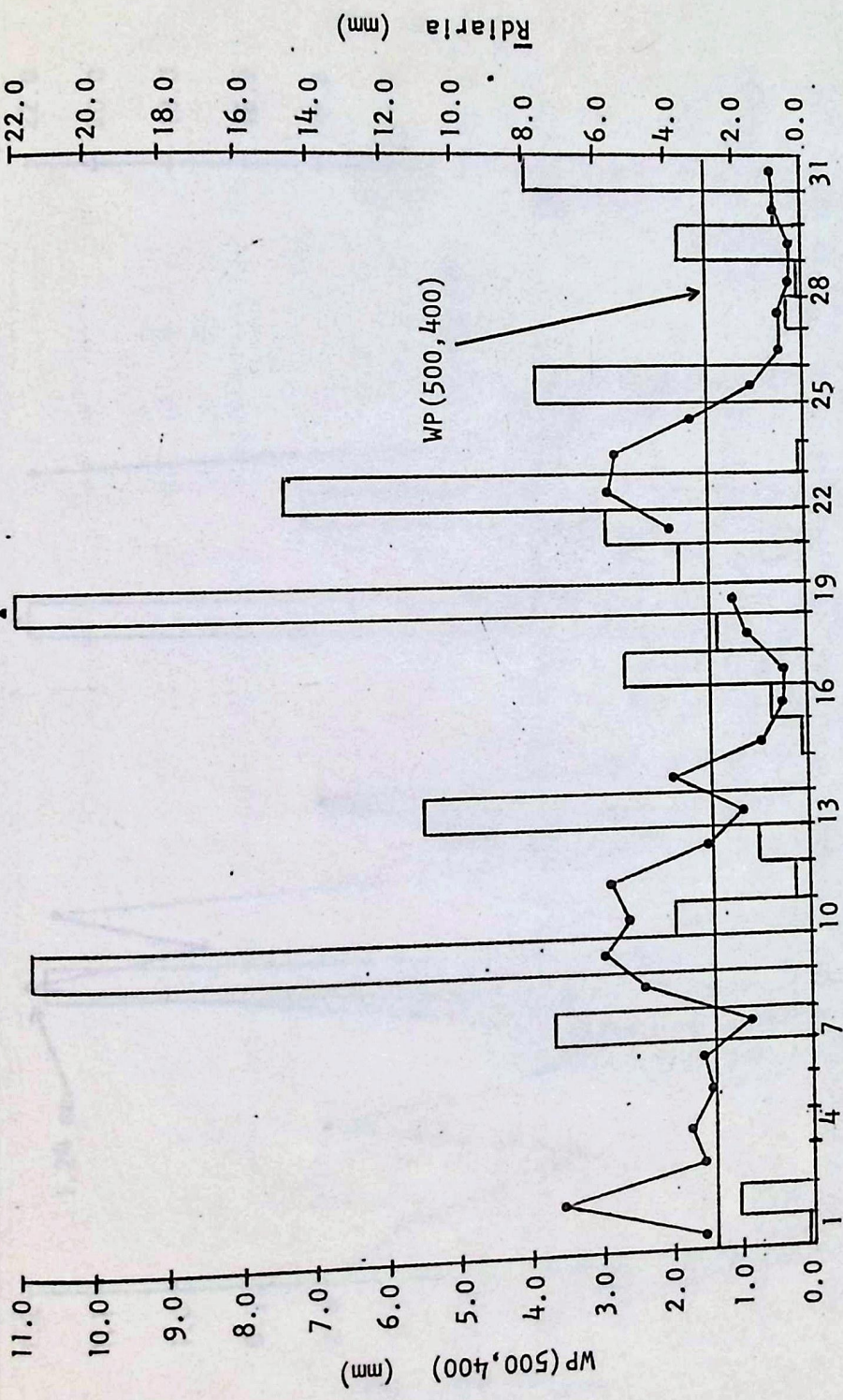


Días del Mes

Gráfica 8-3

Agua Precipitable Diaria entre 700 y 500 mb y Precipitación Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de mayo 1971

• Indica Rd diaria > 22.0 mm

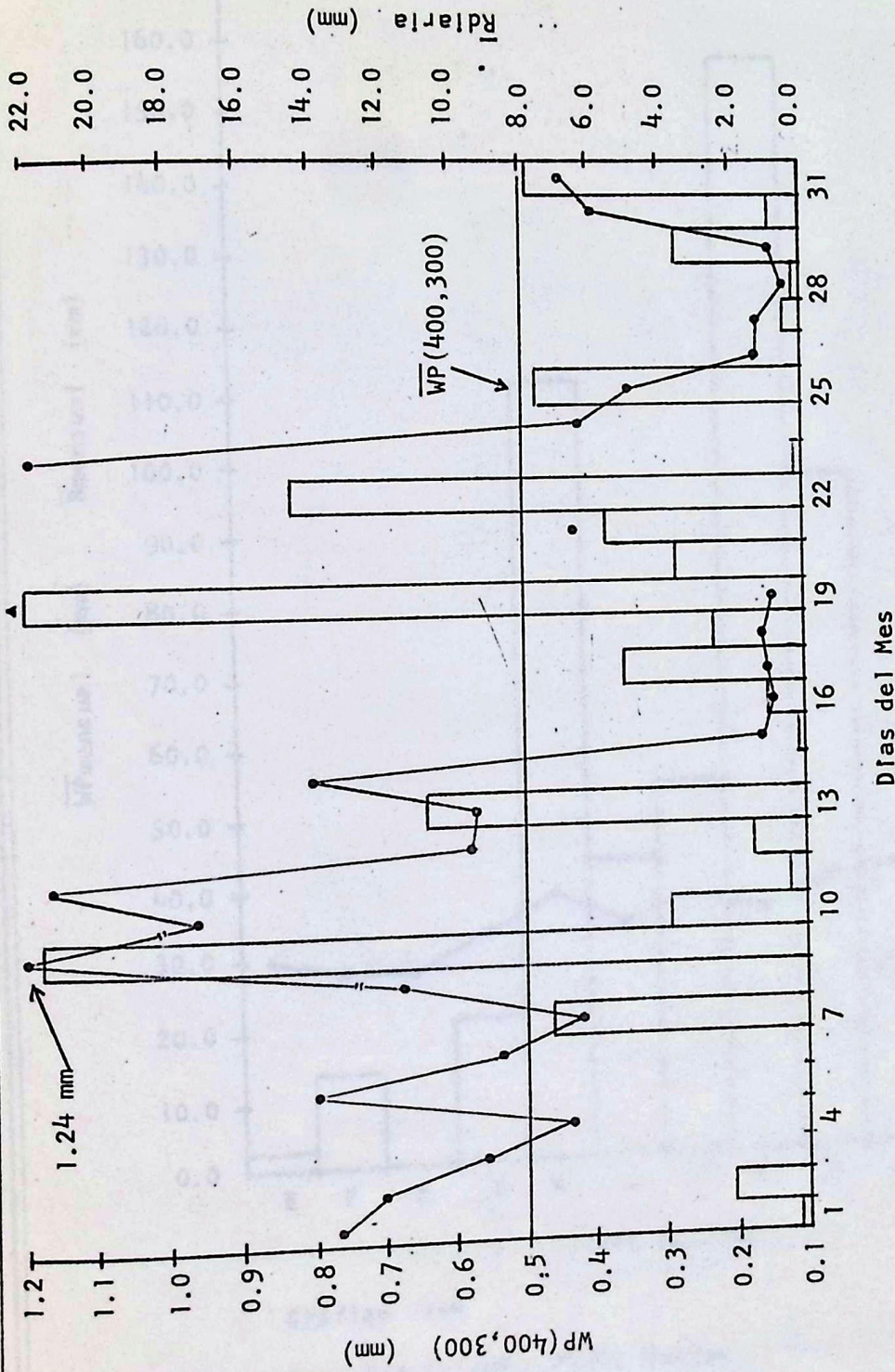


Días del Mes

Gráfica 9-3

Agua Precipitable Diaria entre 500 y 400 mb y Precipitación Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de mayo 1971

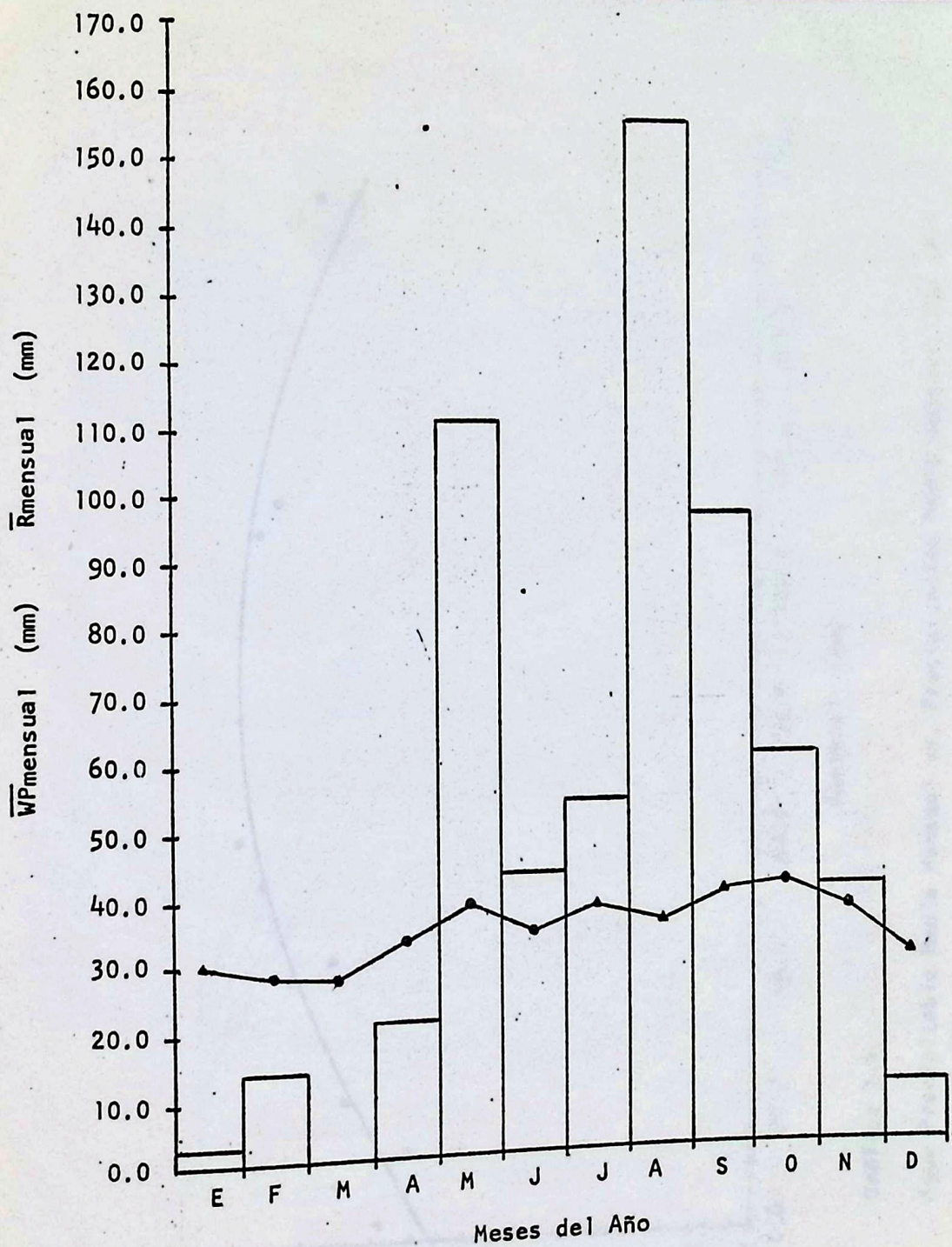
• Indica Rdiaria > 22.0 mm



Gráfica 10-3

Agua Precipitable Diaria entre 400 y 300 mb y Precipitación Media Diaria vs. El Tiempo. Mes de mayo 1971

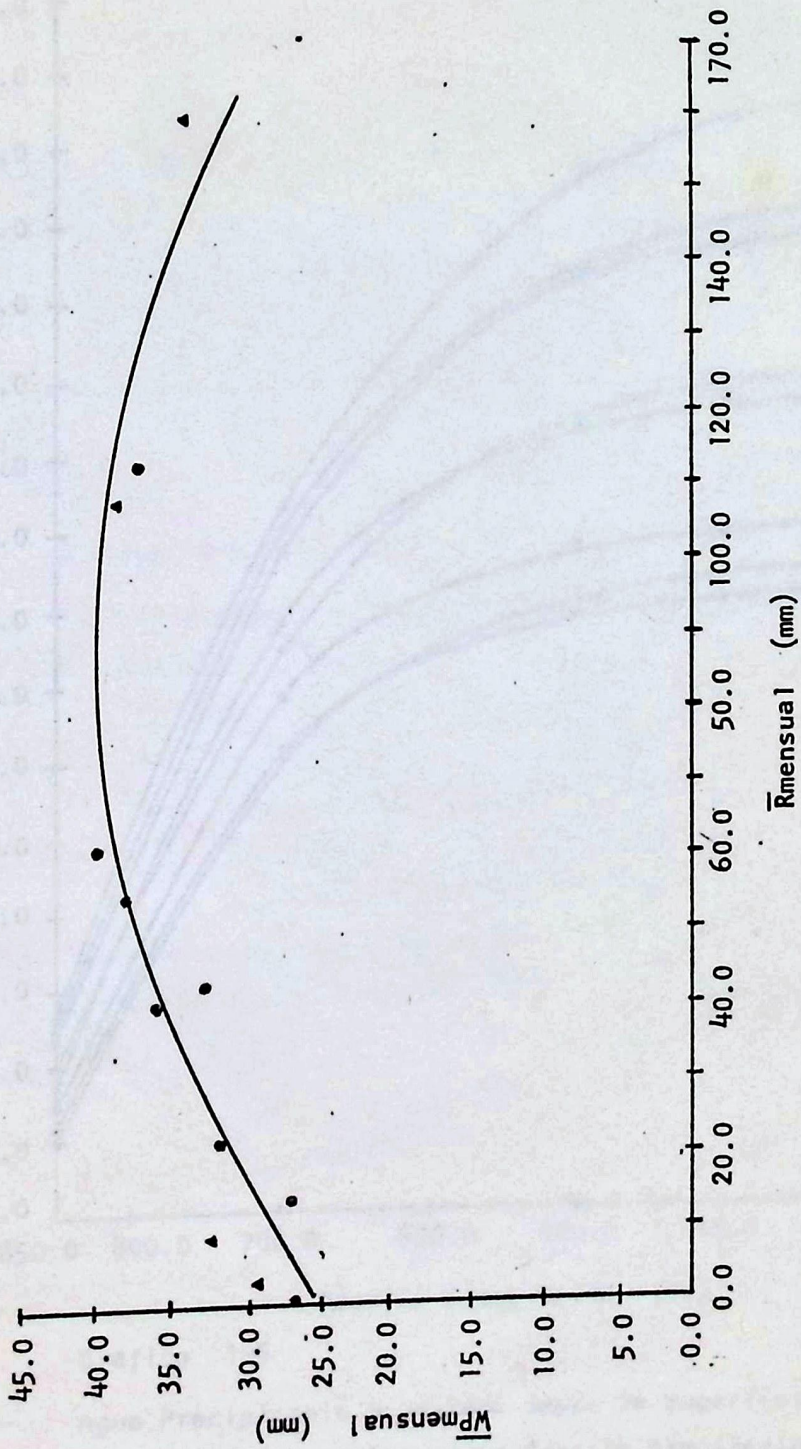
• Indica Rdiaria 22.0 mm



Gráfica 1-4

Agua Precipitable Media Mensual y Precipitación Media Mensual vs. El Tiempo. Año 1971

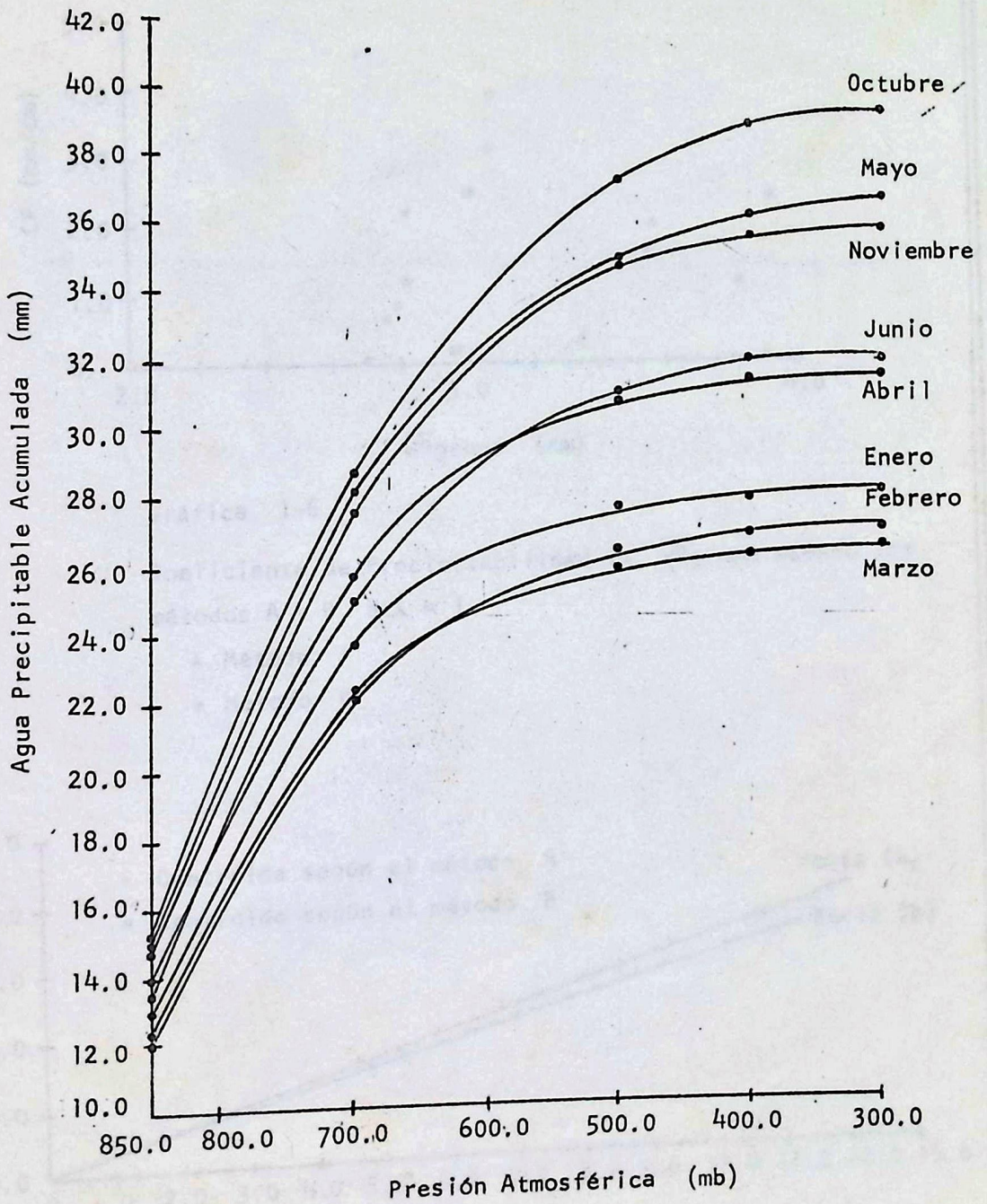
▲ Indica Media Incompleta



Gráfica 2-4

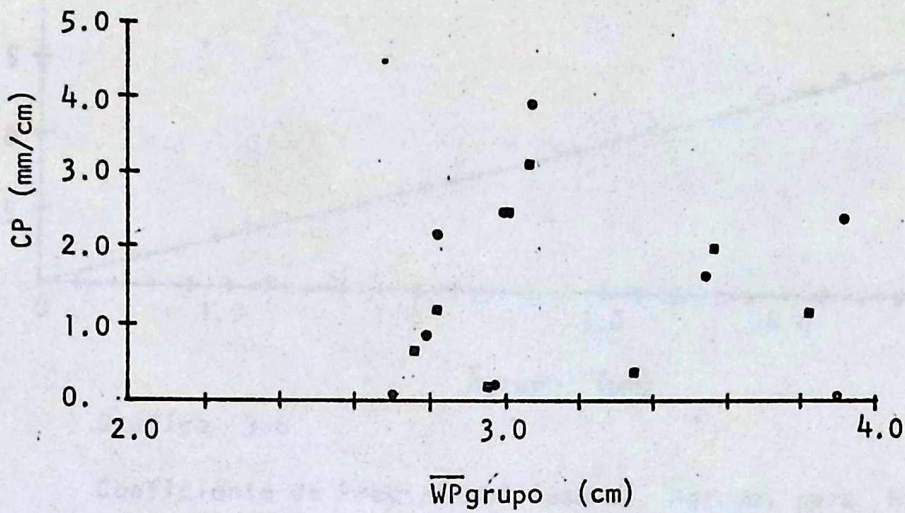
Agua Precipitable Media Mensual vs. Precipitación Media mensual. Año 1971

▲ Indica  $\bar{W}_{\text{pmensual}}$  incompleta



Gráfica 1-5

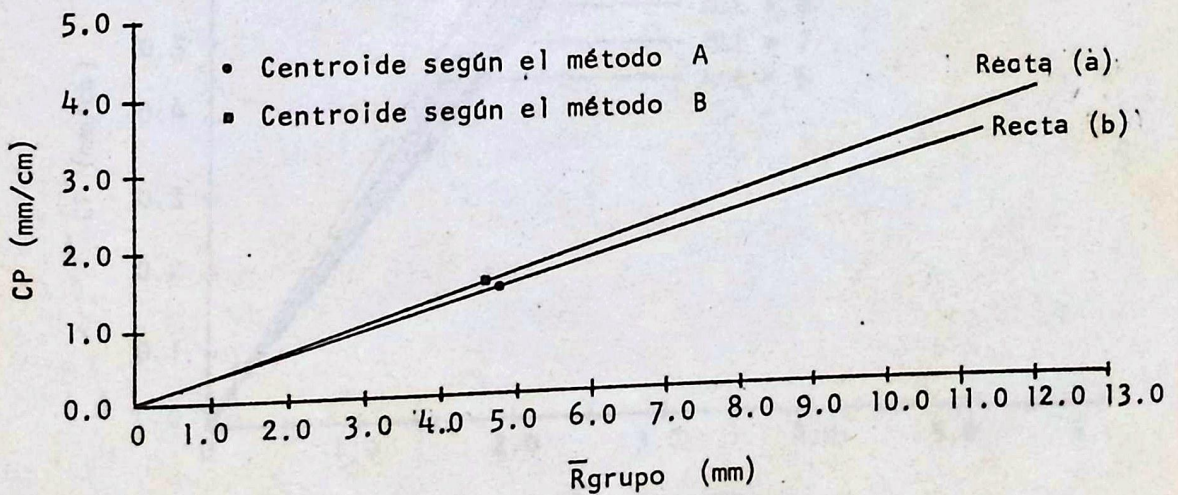
Agua Precipitable Acumulada desde la Superficie del Suelo hasta cualquier valor de la Presión Atmosférica entre 850 y 300 mb vs. la Presión Atmosférica



Gráfica 1-6

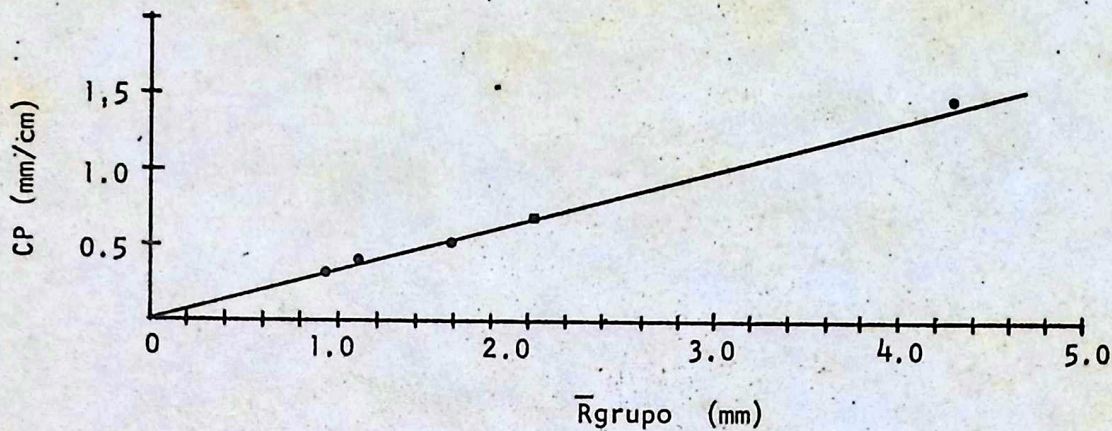
Coefficiente de Precipitabilidad vs.  $\overline{WP}_{\text{grupo}}$  usando los métodos A y B.  $NLL = 1$

- Método A
- Método B



Gráfica 2-6

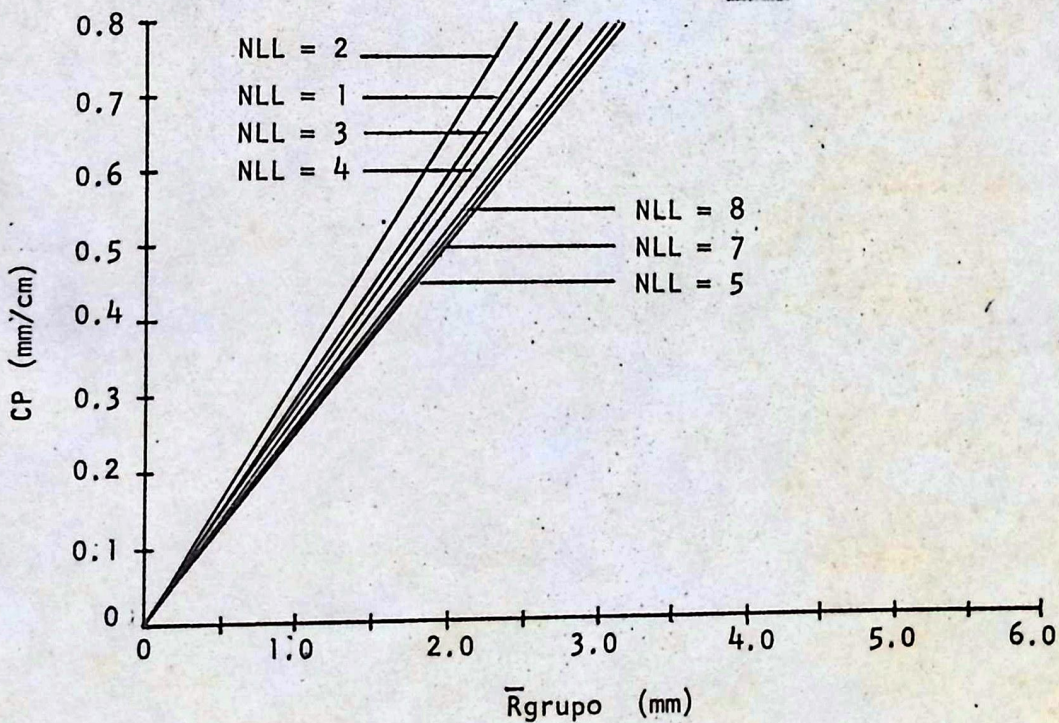
Coefficiente de Precipitabilidad vs.  $\overline{R}_{\text{grupo}}$  usando los métodos A y B.  $NLL = 1$



Gráfica 3-6

Coeficiente de Precipitabilidad vs.  $\bar{R}_{\text{grupo}}$ , para NLL = 2

□ Indica el centroide



Gráfica 4-6

Coeficiente de Precipitabilidad vs.  $\bar{R}_{\text{grupo}}$ , para diferentes valores de NLL

## FE DE ERRATA

Pág.	Dice:	Debe decir:
ix	Mapa de Ubicación del Area de Estudio.	Mapa de Delimitación del Area de Estudio.
8	$Q_k = (622 \times H_k \times ES) / (100 \cdot P_k - 0,378 ES_k)$	$Q_k = (622 \times H_k \times ES_k) / (100 P_k - 0,378 H_k \times ES_k)$
17	el respectivo valor de $W_{P\text{parcial}}$	el respectivo valor de $\overline{W}_{P\text{parcial}}$

Gráfica 2-4

El valor 50,0 entre 60,0 y 100,0 es 80,0