

APORTES DE OTRAS DISCIPLINAS

UNA METODOLOGIA PARA EL TRABAJO EN MESOESCALA PARA LA PROVINCIA DE CORDOBA

*Liliana Spescha **, *Olga E. Scarpati*** y *Stell M. Zabala****

**CIBIOM-CONICET, FA-UBA*

***CIBIOM-CONICET, FH y CE-UNLP*

****CIBIOM-CONICET*

INTRODUCCION

La provincia de Córdoba presenta ambientes de diferentes características según la topografía con un gradiente de valles y sierras lo que hace que se encuentren en ella, el paisaje serrano y el de la pampa donde tradicionalmente se ha practicado agricultura extensiva de secano. En el presente estudio se pretende, mediante el uso de una metodología sencilla aumentar la información ya existente, dado que a pesar de ser una región vastamente estudiada, presenta datos hidrometeorológicos insuficientes.

La informática actual es una herramienta que permite aplicar los resultados a mapas obtenidos por software con regionalizaciones según los parámetros elegidos lo que permite caracterizar áreas grandes.

De esta manera se logra delimitar mejor las diferentes regiones climáticas naturales y conocer cual es su vinculación con la actividad productiva. Por otra parte su comparación posterior con mapas de suelo, de vegetación y de uso de la tierra permitirá una mejor definición de las regiones hídricas concordante con los ecosistemas.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PROVINCIA DE CORDOBA

Ubicación geográfica

Se trabajó con la provincia de Córdoba (Fig 1) cuyos puntos extremos son Norte: 29° 26' LS, 64° 16' LW; Sur : 35° 00' LS entre los meridianos 63° 23' y 65° 07' LW; Este : 32° 54' LS, 61° 46' LW y Oeste : 31° 53' LS y 65° 47' LW con una superficie total de 168.766 km².

Clima

El clima es el recurso natural más importante de cuantos afectan al medio ambiente.

Su variabilidad natural modifica al medio físico y biológico, influyendo sobre el ecosistema.

La provincia estudiada pertenece a los climas de dominio atlántico que están caracte-

rizados por la convergencia periódica de distintas masas de aire : una tropical cálida y húmeda y otra que puede ser fría y continental del sudoeste ó marítima del sudeste y/o polar. Su predominio alternado explica la diferenciación dinámica y gradual del clima.(Atlas Total, 1981).

A su vez distinguimos los distintos tipos climáticos subhúmedo de llanura que corresponde al Este y Sudeste de Córdoba, subhúmedo serrano (sierras pampeanas) y tropical semiárido en el ángulo Noroeste de la provincia.

-Subhúmedo de llanura : se caracteriza porque el incremento de la continentalidad y el decrecimiento de las precipitaciones entre 700 y 500 mm determinan a la faja de transición entre el clima húmedo al Este y semiárido al Oeste. Es el límite de la agricultura de secano.

- Subhúmedo serrano : es más fresco y más lluvioso que el anterior. Las laderas a barlovento contrastan con las que están a sotavento pues las primeras reciben el aire húmedo que proviene del Este, y por último el

- Tropical semiárido : que es el tipo climático por el cual las lluvias de verano que coinciden con las altas temperaturas determinan que el balance hídrico sea negativo, mientras que la estación seca se prolonga de mayo a octubre.

Las precipitaciones medias anuales son escasas entre 400 y 600 mm .

En la Fig. 2 podemos observar los climogramas pertenecientes a cuatro estaciones representativas de los distintos tipos de clima de la provincia. Ordenadas alfabéticamente ellas son :

- Laboulaye (34° 08' LS y 63° 24' LW)—Templado subhúmedo de llanura.
- Río Cuarto Aero (33° 07' LS y 64° 14' LW)——Templado subhúmedo serrano.
- Villa Dolores Aero (31° 57' LS y 65° 08' LW)—Templado subhúmedo de las planicies.
- Villa María del Río Seco (29° 54' LS y 63° 41' LW) —Tropical semiárido.

SUELOS

Según la clasificación del Atlas de Suelos de la República Argentina (1990) en la provincia de Córdoba se han reconocido cuatro órdenes y once subórdenes de suelos:

ORDEN	SUBORDEN
Alfisoles	Acuafes
Aridisoles	Argides, Ortides
Entisoles	Acuentes, Fluventes, Ortentes, Psamentes
Molisoles	Alboles, Acuoles, Udoles , Ustoiles

Considerando:

- a) unidades taxonómicas.
- b) capacidad de uso, sus limitantes y los

c) índices de productividad,

se concluye que taxonómicamente se han reconocido los siguientes órdenes :

Alfisoles: representan el 9 % de la superficie total de la provincia, correspondiendo la casi totalidad de los mismos al Gran Grupo de los Natracualfes.

Se distribuyen en áreas de depresión del Río Dulce al Norte y sectores inundables del Sur (General Roca, J. Celman, Río Cuarto, Presidente R. S. Peña y M. Juárez).

Aridisoles: ocupan el 5 % de la superficie provincial y corresponden en la mayoría al suborden de Ortides. Se localizan en el Norte y Noreste.

Entisoles : ocupan el 13 % de la superficie provincial, de los cuales un 8 % corresponden al suborden Ortentes. Se reconocen en el área serrana, y zonas de influencia, en la llanura medanosa al Sur y en los departamentos de Gral. Roca y Río Cuarto.

Molisoles : abarcan el 63 % de la superficie total de la provincia con más de 10 millones de hectáreas. Los subórdenes más representativos son los Ustoles (43%) que se distribuyen en Córdoba principalmente en el Centro y Centro-Norte de la misma. Le siguen los Udoles con 9% de superficie ubicados en el Centro-Este y Sudeste (departamentos de M. Juárez y San Justo) siendo importantes por la superficie que abarcan y por la mayor productividad.

VEGETACION

Según la bibliografía consultada en la provincia de Córdoba encontramos los siguientes biomas:

- Pastizal serrano.
- Bosque subtropical.
- Ecotono.
- Espinal.
- Pastizal pampeano

- Pastizal serrano: su desarrollo se ve favorecido por la condensación de agua de las nubes que, provenientes del Atlántico, chocan contra los macizos montañosos, lo que explica la asimetría que presenta la cobertura vegetal en estas elevaciones ya que es mucho más abundantes en las laderas orientales. Dicho bioma se halla entre los 1.100 y 2.200 m. Se empobrecen en invierno y reverdecen al llegar las lluvias. Las especies vegetales que predominan son coiron, cebadillas, gramillas y arbustos como el piquillín, espinillo y poleo. La principal actividad que se desarrolla en los mismos es la ganadería de lanares.

- Bosque subtropical: Sus límites son de transición. Al occidente de la isohieta de 800 mm señala su acentuada concentración estival con formas de vida adaptadas a inviernos secos y relativamente «frescos». Esto se refleja en la vegetación en el empobrecimiento de especies y en la disminución de la cobertura del suelo, especialmente en la faja occidental donde las precipitaciones pueden descender a 450 mm anuales.

En los contrafuertes de las Sierras Pampeanas se modifica su riqueza florística y adquiere la fisonomía de un bosque serrano. Se corresponde con el bosque caducifolio y xerófilo con dominancia de especies adaptadas a deficiencia hídrica.

- Ecotono ó Bioma de transición : constituye una franja de superposición entre dos biomas (ecotono) presentando caracteres intermedios, con deficiencia de agua en el suelo, es sensible a la tala, sequías aperiódicas y pastoreo intensivo. Hay bosque de quebracho colorado sin presencia de arbusto de monte.

- Espinal : la vegetación dominante son bosques xerófitos caducifolios alternando con sabanas. En el estado arboreo predomina una leguminosa : algarrobo, a la que acompañan espinillo, chañar, tala, etc.

- Pastizal pampeano : la formación vegetal más importante que son los flechillares y estepas formadas por diferentes gramíneas ha sido muy modificado por el hombre.

Territorios Fitogeográficos

Cabrera (1971) ha señalado para la provincia mediterránea los siguientes territorios fitogeográficos que pertenecen al Dominio Chaqueño:

- Provincia pampeana
- Provincia del espinal
- Provincia chaqueña

MATERIALES Y METODO

La información utilizada para el desarrollo del estudio consistió en los datos climatológicos de todas las estaciones de la provincia que se hallan publicados en las estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) desde 1940 hasta 1990. Si bien el área en estudio es la provincia de Córdoba en su totalidad, se usó también información de localidades de provincias vecinas para así poder seguir la tendencia de las isolíneas en los límites de la misma.

Se integraron los estadísticos posicionales correspondientes a temperatura media mensual y precipitación media mensual de todas las publicaciones del SMN.

Una vez efectuado este cálculo se procedió al cómputo de los balances de agua en el suelo.

El Balance Hidrológico Climático (Thornthwaite y Mather, 1955), realizado con valores normales de temperatura y precipitación, constituyó el primer paso para el conocimiento hídrico de los regímenes ya que permite definir la aptitud agroclimática de un área; además en regiones como la presente en las cuales el agua resulta el principal factor limitante para el desarrollo de la agricultura, constituye una herramienta muy útil a nivel macroclimático para conocer la situación media del agua en el suelo.

La evapotranspiración potencial se estimó según la metodología de Thornthwaite. Se utilizó la capacidad de campo correspondiente a 300mm dado que luego se procedió a la determinación de la fórmula climática de Thornthwaite.

Una vez procesada la totalidad de la información correspondiente a 50 estaciones se trabajó con un programa computacional que permitió volcar los resultados obtenidos en un mapa, de acuerdo con las coordenadas geográficas de las localidades utilizadas y luego se realizó el trazado de isolíneas.

Se graficaron los valores de precipitación media anual, evapotranspiración real anual, evapotranspiración potencial anual, temperatura media anual, temperatura media del mes más frío, temperatura media del mes más cálido, excesos, deficiencias de agua en el suelo e índices hídricos según la mencionada teoría. El cálculo de los índices hídricos permitió delimitar las zonas climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas con el fin de lograr una mejor planificación de la agricultura.

DISCUSION Y RESULTADOS

Se obtuvieron una serie de mapas en escala 1:2.000.000 para la provincia de Córdoba.

Los cordones montañosos de la provincia no fueron tratados debido a la carencia de estaciones meteorológicas en las mismas, esto sumado a la variación espacial de los parámetros analizados hace imposible su consideración en la escala de trabajo propuesta y con la base de datos disponible.

Los resultados obtenidos se encuadran en el marco de la escala mesoclimática.

PRECIPITACION

Las precipitaciones medias anuales del área analizada (Fig.3) disminuye de este a oeste de 920 a 440 mm en sentido longitudinal, aunque se observa un incremento en el área serrana, lugar en el que se registran valores entre 800 y 1000 mm (Atlas Total, 1981).

El regimen de precipitaciones es monzónico, o sea que las lluvias se concentran en el verano (octubre-marzo). Esta tendencia a mayor concentración estival se acentúa según se avance al oeste en la provincia; donde esta marcada estacionalidad llega al 80% en las sierras pampeanas y disminuye en sentido sudeste.

Según Canziani y Forte Lay (1993) la secuencia de estacionalidad en sentido decreciente es : verano, primavera, otoño, invierno, siendo el mes más lluvioso diciembre y el de menor precipitación junio.

Córdoba pertenece a la región central del país, al norte del paralelo 40° L.S., y por ello se encuentra bajo la influencia del cinturón de altas presiones subtropicales en el esquema de circulación atmosférica en la escala global.

En esa latitud se produce subsidencia del aire que es la causa de la disminución de la nubosidad y por lo tanto hay menor precipitación lo que junto con la alta radiación produce mayor evaporación.

En el invierno debido a las bajas temperaturas que predominan sobre el continente y a que los anticiclones semipermanentes que están sobre los océanos a 30° L.S. se desplazan unos grados de latitud hacia el norte, se forma un cinturón de altas presiones entre el continente y el océano que impide la entrada de aire húmedo al territorio argentino.

En verano, en cambio, como todo el sistema sigue el movimiento del sol las anticiclones migran hacia el sur, se intensifica la depresión termo-orográfica del noroeste argentino, en consecuencia se rompe el cinturón de altas presiones y puede ingresar al país el aire cálido y húmedo proveniente del anticiclón del Atlántico, fuente de vapor de agua para las precipitaciones que se producen en la República Argentina.

Ese incremento del vapor de agua en la atmósfera determinan que se activen los procesos convectivos, frontales ó mixtos productores de lluvias.

Del análisis grosero de las series anuales de precipitación se pueden observar que la mayoría de las localidades presentaban durante las últimas décadas (71-80) y (80-90), valores medios anuales sensiblemente superiores a los períodos decádicos anteriores.

TEMPERATURA DEL MES MAS CALIDO

En la Fig.4 se observa la distribución de isotermas correspondientes a la temperatura del mes más cálido. Los valores más altos se encuentran en el extremo noroeste de la provincia superando los 27,0 °C. En toda la zona norte las isotermas siguen un diagrama latitudinal hasta los 31° L. S. aproximadamente, luego se dispersan según un diseño longitudinal. Los valores más bajos están alrededor de 22 °C en las cercanías de las sierras.

TEMPERATURA DEL MES MAS FRIO

En la Fig. 5 vemos la distribución de isotermas correspondientes a la temperatura media del mes más frío. Los valores fluctúan entre 8 °C al sudoeste y 12 °C en el extremo noroeste de la provincia. Las isotermas también en este caso siguen una distribución latitudinal encontrándose los valores más bajos en las cercanías de las sierras.

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL ANUAL (ETP)

La Fig.6 muestra que la evapotranspiración potencial anual sigue una marcha similar a la de la temperatura media anual. Los valores fluctúan entre 820 mm en el sur de la provincia y 980 mm en el norte, reflejando un aumento de valores de sur a norte.

Las isóneas siguen en la zona llana de la provincia el sentido de los paralelos. Estos niveles de ETP indican que hay una buena disponibilidad para satisfacer los requerimientos energéticos de una amplia gama de cultivos.

EVAPOTRANSPIRACION REAL ANUAL (ETR)

Las isóneas presentan sentido longitudinal, observándose los valores más altos, 800 mm, hacia el este de la provincia, decreciendo hacia el oeste donde alcanzan el valor mínimo de 400 mm en el noroeste según se observa en la Fig.7 .

DEFICIENCIA DE AGUA EN EL SUELO

En la Fig.8 se exponen las isóneas que representan las deficiencias anuales de agua en el suelo. En toda la provincia se registran deficiencias por lo menos en algún mes del año.

Los mayores valores de deficiencia se localizan en el noroeste del área estudiada, con valores de 600 mm, coincidiendo con un fuerte gradiente de los mismos.

Las menores deficiencias se hallan en la zona oriental de la provincia con valores de 40 mm.

EXCESOS DE AGUA EN EL SUELO

En la Fig.9 se observan las isolíneas correspondientes a los excesos anuales.

Los mayores valores están concentrados en el extremo sudeste de la provincia con valores que van de 20 mm a 100 mm.

La isolínea correspondiente a 0 mm de excesos abarca el norte de la provincia y además vemos una isolínea cerrada en el centro de la misma.

Hacia el sudoeste encontramos una pequeña región húmeda con valores de 20 mm.

INDICE HIDRICO

En la Fig. 10, se hallan representadas las isolíneas correspondientes a los índices hídricos (IH) de Thornthwaite.

Analizando los mismos se observa que el $IH = 0$ que marca el límite entre los climas subhúmedos y húmedos, en la provincia de Córdoba tiene sentido longitudinal al oeste de la misma, coincidiendo aproximadamente con la isoyeta de 700 mm.

El $IH = -20$ que coincide con la isoyeta de 500 mm y separa los climas húmedos de los semiáridos poniéndole límite a la estepa, ocupa en dicha provincia el extremo sudoeste de la misma.

El $IH = -40$ concordante con valores de precipitación de 250 mm ocupa una muy pequeña porción perteneciente al sudoeste de la provincia y delimita las zonas de gran aridez.

CLASIFICACION CLIMATICA

Según el sistema climático de Köppen (1953) en la provincia encontramos:

Cfa: clima templado lluvioso con invierno suave sin estación seca. Verano caluroso.

CW: clima templado lluvioso con invierno suave, con estación seca.

Bs: clima seco de latitudes medias, la continentalidad es el rasgo dominante de los climas de estepa o desierto.

La clasificación climática de Thornthwaite (1957) correspondiente a cada una de las localidades cordobesas cuyos climogramas se incluyen en el presente trabajo, es la siguiente:

Laboulaye $C_2 B_2' d a'$

Río Cuarto $C_1 B_2' r a'$

Villa Dolores $C_1 B_2' d a'$

Villa María del Río Seco $C_1 B_2' d a'$

Tipo Climático

C_1 : « subhúmedo seco

C_2 : « subhúmedo húmedo

Eficiencia hídrica

d: nulo o pequeño exceso de agua

r: nula o pequeña deficiencia de agua

Índice de Eficiencia Térmica

B_2' : mesotermal

Concentración Estival de la Eficiencia Térmica

a' : 48 %

Vemos que como la variación anual de la temperatura de la provincia es muy poca, los tipos de clima de concentración estival de la eficiencia térmica son muy escasos.

Se observa además que los climas mesotermales abarcan toda la provincia y así todo el país y sus diversos tipos se extienden por franjas que siguen aproximadamente las isotermas (Burgos y Vidal, 1951).

CONCLUSIONES

- Se logró evaluar y analizar en el espacio algunas variables climáticas de la región con el objetivo de tener un mejor conocimiento de dichos parámetros.

- Se trató de establecer a través de este estudio un criterio para lograr una adecuada planificación agrícola de la región, pues si bien hay una abundante bibliografía acerca de la provincia existen trabajos profundos solo de algunas subregiones por ejemplo Manfredi, Marcos Juárez, ó trabajos muy específicos tales como distribuciones teóricas de frecuencias de precipitaciones (Ravelo, 1979).

- Al comparar las disponibilidades climáticas con las necesidades agroclimáticas de los cultivos se podrán mejorar los esquemas de manejo actual según su mejor adaptación a la zona de estudio; cuales tienen mejor alternativa de desarrollo y así determinar épocas del año con apropiadas condiciones climáticas.

- La provincia de Córdoba presenta variaciones térmicas influenciadas por la altitud y la latitud. Se proporciona una información bastante completa y detallada sobre la distribución espacial de las temperaturas medias del mes más cálido y del mes más frío en las diferentes zonas de la región, basada en la cartografía de isotermas.

- Los campos de precipitación analizados en escala espacial permitieron obtener una cartografía de isoyetas de la provincia.

- Según los resultados obtenidos a partir del procesamiento del Balance Hidrológico

Climático se observó que si bien en la provincia se registran deficiencias por lo menos algún mes del año, tenemos todo el este, sudeste de la misma con valores que van entre 20 y 100 mm de excesos.

- Cabe destacar que si se contara con mayor número de estaciones tanto en la zona llana como principalmente en la serrana, esta metodología suministraría una información más completa y más precisa en la escala espacial considerada.

- El presente estudio permite poner a disposición general una información valiosa y original con vistas a posteriores estudios bioclimáticos, ecológicos, agrícolas y ganaderos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración prestada por la Sra. Patricia Fernández y el Sr. Alberto Capriolo.

BIBLIOGRAFIA

Atlas de Suelos de la República Argentina (1990). Tomo I. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD. ARG. 85/109. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales

Atlas Total de la República Argentina (1982) Físico-Político. Centro Editor de América Latina.

Burgos J. y Vidal A. (1951) «Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite». Meteoros I (1). Buenos Aires, Argentina.

Cabezas C., Cabeza J. y Escudero J. (1992) «Estudio termométrico de la provincia de Cáceres». I Congreso Iberoamericano y V Congreso Interamericano de Meteorología. Salamanca, España.

Cabrera A. (1971) Fitogeografía de la República Argentina, del Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Vol XIV N° 1 y 2.

Canziani O., Forte Lay J. y Troha A. (1993) Estacionalidad de las precipitaciones en el territorio continental argentino. 16a. Reunión Científica de la AAGG. Bahía Blanca.

De la Casa A. ; Rodríguez A. (1991) «Zoonificación Agroclimática de la Provincia de Córdoba». Tercera Parte. Sistemas agrícolas sugeridos y sus riesgos climáticos asociados en tres localidades de la provincia de Córdoba. V Reunión Argentina de Agrometeorología. Actas.

Prohaska I. (1952). Regímenes estacionales de precipitaciones de Sudamérica y mares vecinos. Meteoros 2 (1-2); 68-71.

Ravelo A., Seidler R. (1979). Agroclima en la provincia de Córdoba, expectativas de precipitación en el curso del año. Revista INTA. Serie 3. Clima y Suelo.

Servicio Meteorológico Nacional (1958) Estadísticas Climatológicas. 1941-1950. Pub B1. N°3. Buenos Aires, Argentina.

Servicio Meteorológico Nacional (1981) Estadísticas Climatológicas 1961-70 Pub. B1 N°35. Buenos Aires, Argentina.

Servicio Meteorológico Nacional (1986) Estadísticas Climatológicas 1971-80. Pub. B1 N° 36. Buenos Aires, Argentina.

Servicio Meteorológico Nacional (1992) Estadísticas Climatológicas 1981-90. Pub. B1 N° 37. Buenos Aires, Argentina.

Spescha L., Burgos J. (1992). Régimen del Balance Hidrológico del Suelo en la Cuenca del río Iruya y su relación con los recursos naturales renovables. Revista Atmósfera. N° 18. Marzo 1993. 27-38.

Thornthwaite C,W y Mather. (1955). The water balance. Drexel Institute of Technology. Publication in Climatology. Vol 8. N°1. Centerton. New Jersey, USA.

Thornthwaite C W (1948). An approach contend a natural classification of climate. Geographical Review pp 55-94.

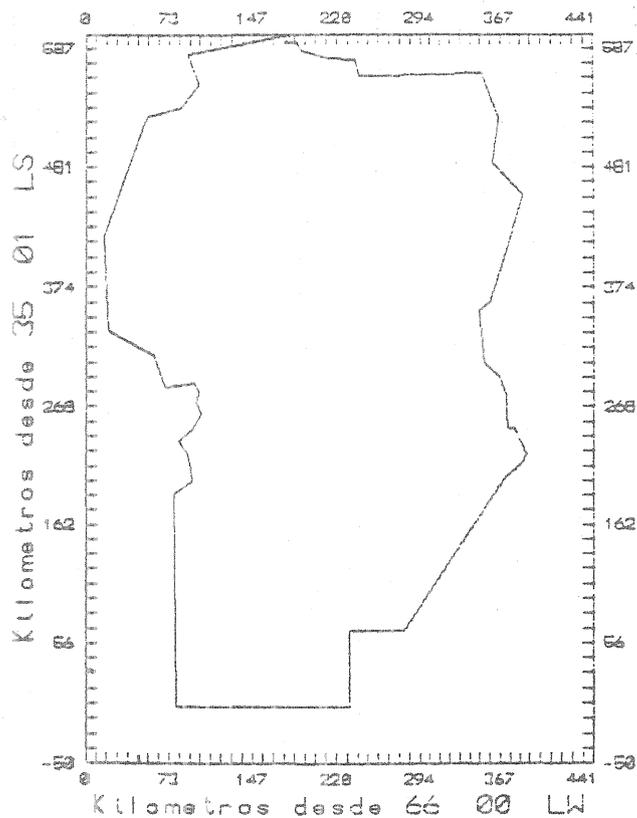
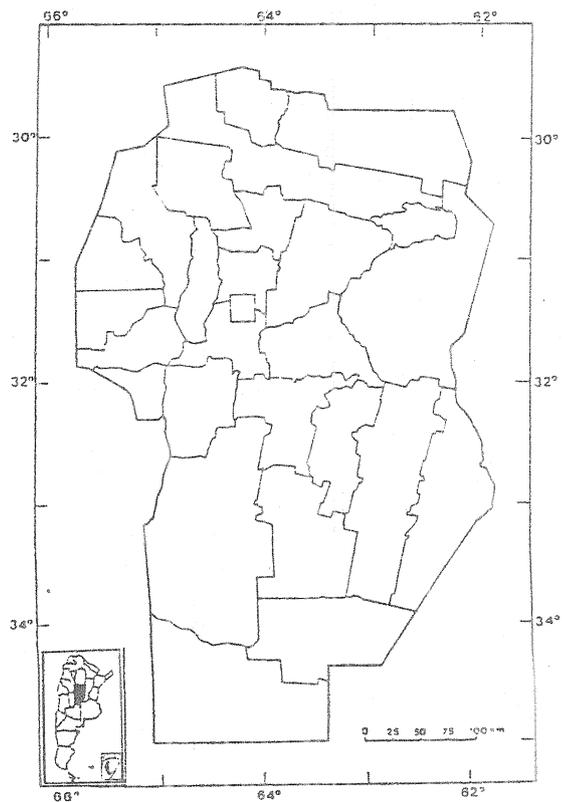


Figura 1A: Provincia de Córdoba y cartografía obtenida por la metodología propuesta

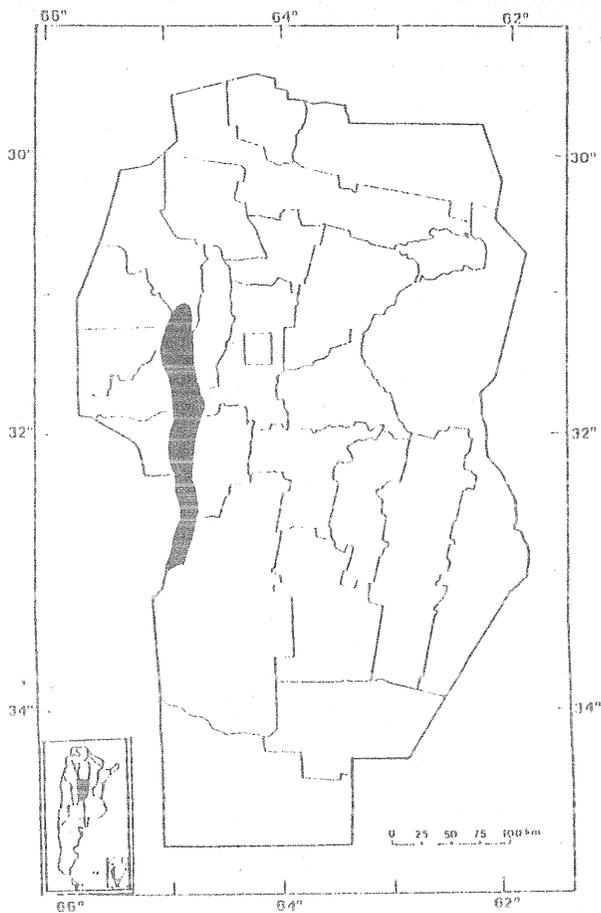
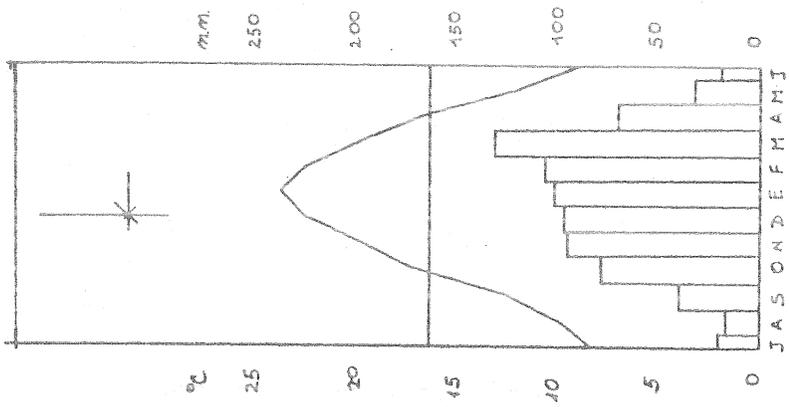
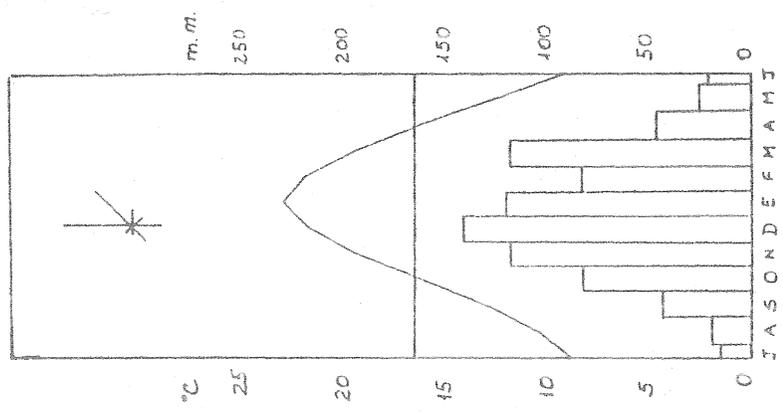


Figura 1B: Ubicación del sistema pampeano en la provincia de Córdoba. Región carente de información meteorológica.

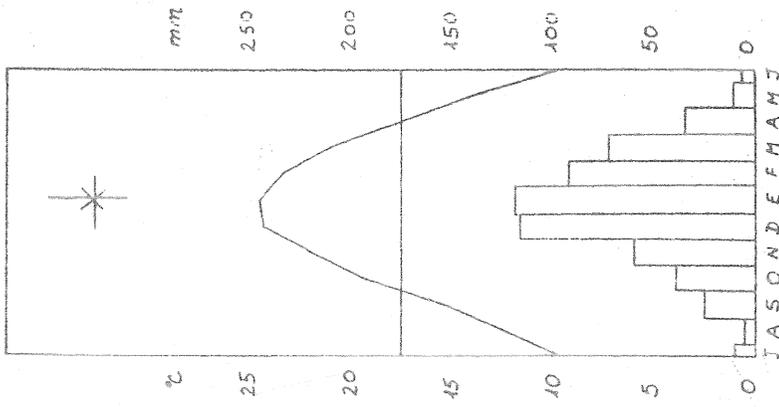


LABOULAYE

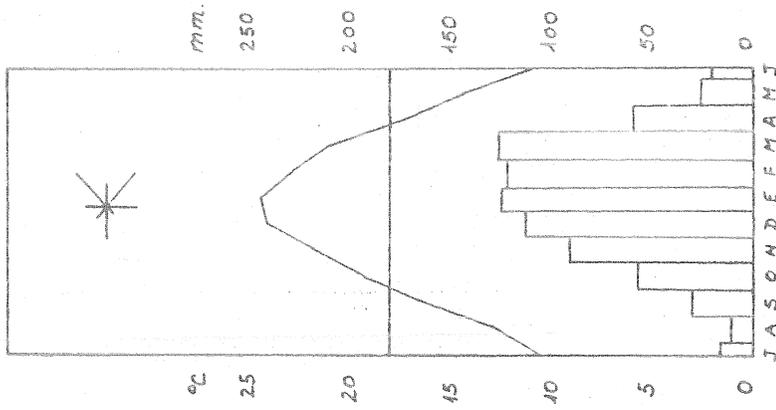


RIO IV

Figura 2 A: Climoçramas



VILLA DOLORES



VILLA MARIA DEL
RIO SECO

Figura 2 B: Climoigramas

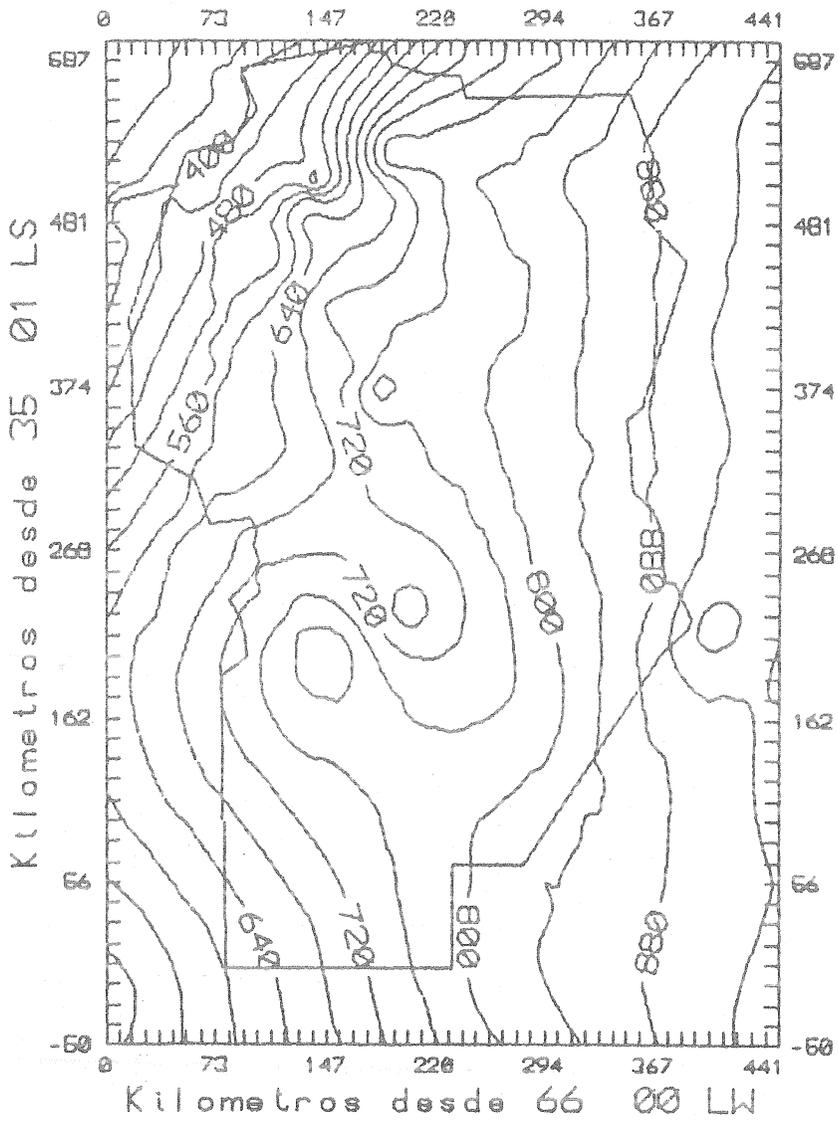


Figura 3: Precipitación media anual

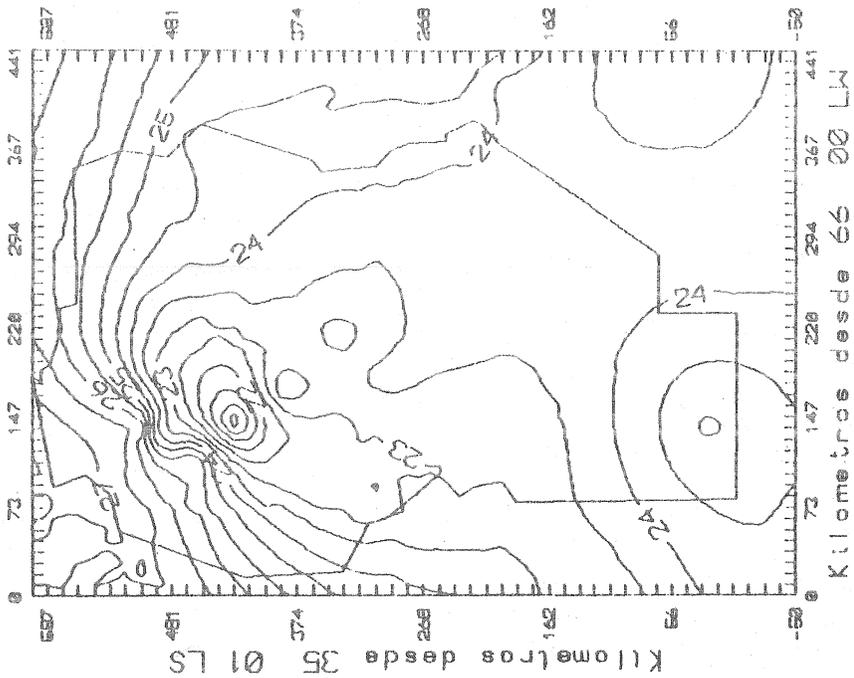


Figura 4: Temp. del mes más cálido

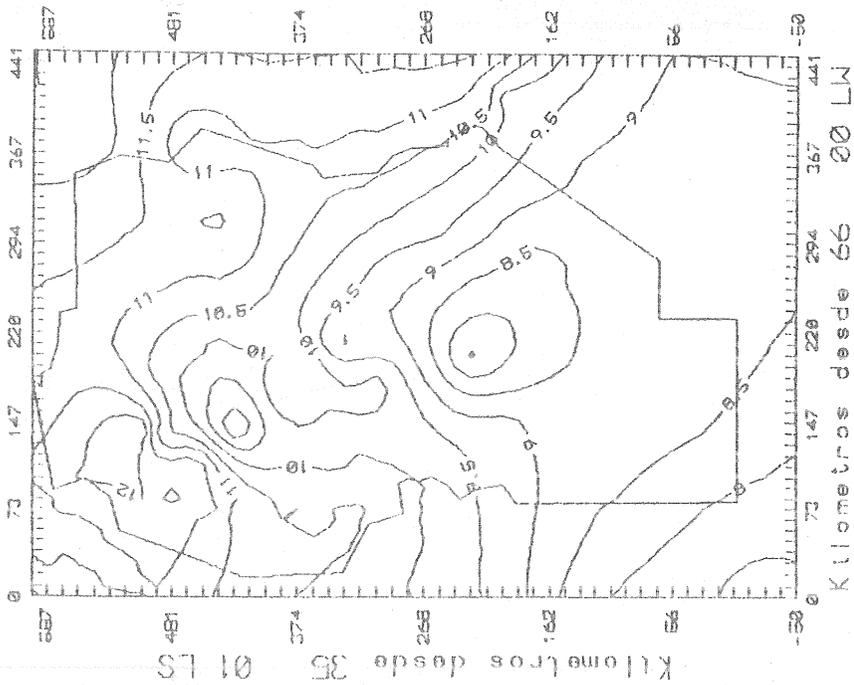


Figura 5: Temp. del mes más frío

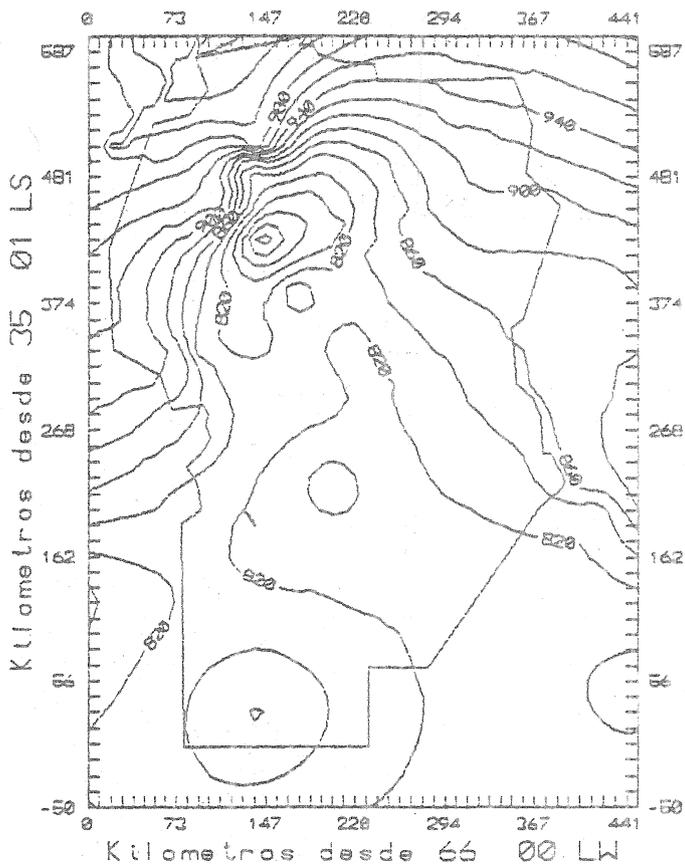


Figura 6: Evapotranspiración potencial media anual

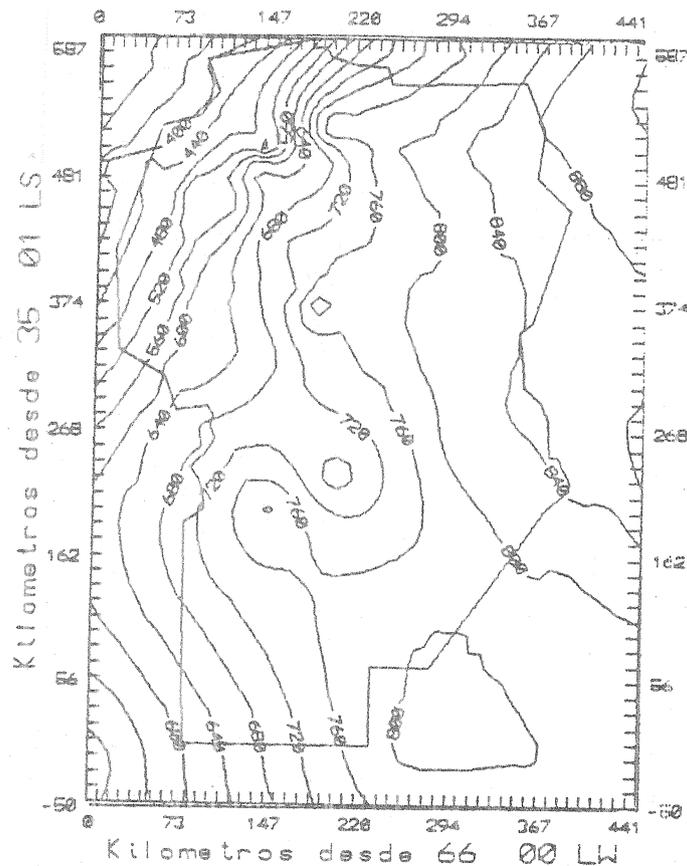


Figura 7: Evapotranspiración real media anual

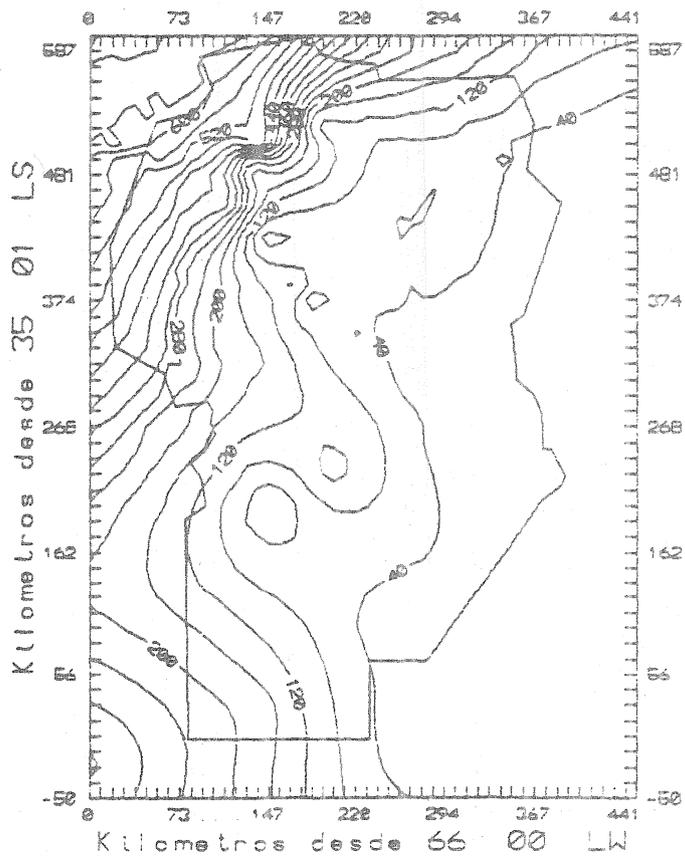


Figura 8: Deficiencias medias anuales

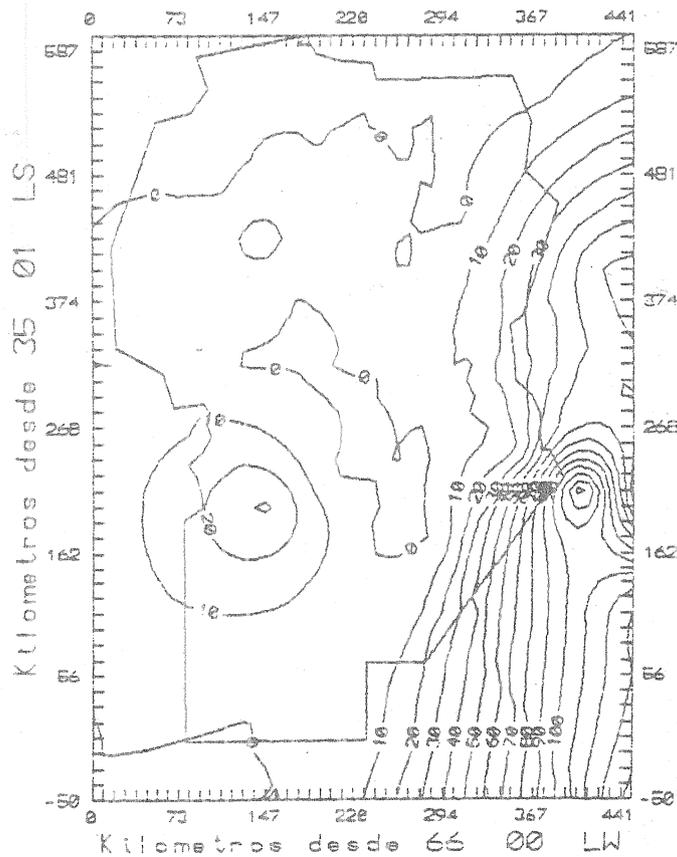


Figura 9: Excesos medios anuales

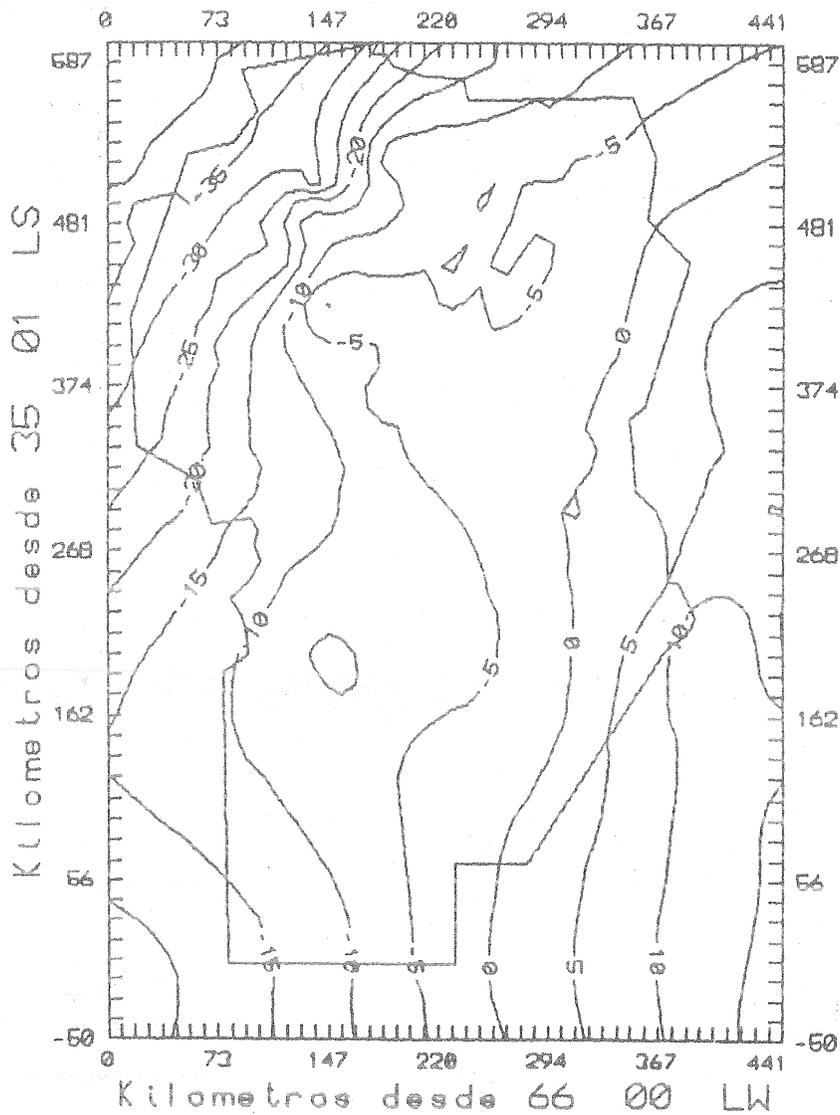


Figura 10: Índice Hídrico de
Thorntwaite (1955)