

En la Cuenca del Río Lempa, las estaciones que cuentan con los datos meteorológicos necesarios para la aplicación de esta fórmula son las siguientes:

INDICE	ESTACION	LAT. N	LONG. OESTE	ELEVACION
A 12	Santa Ana, El Palmar	13°58.6'	89°34.2'	725
A 31	Planes de Montecristo	14°23.9'	89°21.6'	1851
L 4	San Andrés	13°48.5'	89°24.4'	460
G 3	Nueva Concepción	14°07.5'	89°17.4'	320
S 5	San Salvador, Observ.	13°42.0'	89°12.0'	700
S 27	Estación Matriz	13°41.0'	89°09.0'	650
M 18	Sesori	13°43.0'	88°22.0'	195
Z 2	San Francisco Gotera	13°42.0'	88°06.0'	250
Z 4	La Galera	14°03.0'	88°05.0'	1900

Dado que para la verificación de la validez de los datos de evapotranspiración potencial obtenidos por la aplicación de la fórmula, necesitamos tener datos de evaporación tanque, se hizo una primera selección de las estaciones antes mencionadas, puesto que de ellas solamente cuentan con datos de evaporación tanque las estaciones A 31, G 3, S 27, M 18, Z 2 y Z 4 y de éstas solamente la G 3, la M 18 y la Z 2 cuentan con 4 ó más años de registro.

A fin de verificar esta fórmula en las distintas zonas de la cuenca se decidió incluir la estación de Güija A 15, situada en la Zona Nor-Occidental, que carece de datos de Duración de Luz Solar, pero en la que se asumen por su cer-

canía los datos correspondientes a la estación A 12 Santa Anna El Palmar, la estación de Nueva Concepción G 3, situada en la parte Central de la cuenca y la estación de Sesori M 18, situada en la Zona Oriental.

Hay que hacer notar que se recomienda para la aplicación de esta fórmula usar velocidades de viento a 2 mts. de altura. Dado que no existen mediciones a 2 mts., lo ideal sería aplicar un perfil de vientos a fin de poder calcular las velocidades a la altura recomendada.

En este trabajo no se ha realizado el cálculo antes mencionado, pero a fin de tener una idea de la influencia en los valores calculados según esta fórmula de la elevación a que se considera el valor de viento usado, se ha realizado su aplicación a la estación de Santa Cruz Porrillo que cuenta con valores de viento medidos con anemógrafo (10 mts. de altura) y con anemómetro (0.75 cms. de altura) para el período 1969 - 1974.

La siguiente tabla muestra los valores promedios mensuales de los elementos meteorológicos necesarios para la aplicación de la fórmula y correspondientes a la estación de Santa Cruz Porrillo.

TABLA No. 22

ESTACION: SANTA CRUZ PORRILLO

ELEMENTO: VALORES PROMEDIOS MENSUALES

1969	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
h(%)	.64	.66	.68	.73	.77	.84	.74	.83	.83	.87	.77	.67
v(m/s)	1.50	1.44	1.56	1.42	1.25	(.80)	(1.44)	(1.08)	1.19	0.92	1.14	1.50 Anemógrafo
v(km/día)	76.5	78.6	64.5	51.5	35.3	17.5	20.5	13.6	20.0	9.3	36.8	50.5 Anemómetro
t(°C)	26.0	26.4	28.1	28.5	29.4	27.2	28.2	27.2	26.8	26.0	26.2	26.2
R(mm/día)	12.0	13.3	14.5	15.2	15.3	15.2	15.2	15.1	14.7	13.7	12.2	11.7
D(hrs/día)	9.9	9.8	9.2	7.6	6.9	5.4	8.5	5.7	6.2	6.4	8.9	9.4
Da(hrs/día)	11.4	11.7	12.0	12.4	12.8	12.9	12.9	12.6	12.2	11.8	11.5	11.3
1970	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
h(%)	.67	.53	.67	.65	.71	.80	.81	.83	.84	.86	.72	.63
v(m/s)	1.78	3.22	1.83	1.67	1.69	(1.44)	1.39	1.22	1.28	1.11	1.61	1.97 Anemógrafo
v(km/día)	50.0	105.1	74.8	64.0	69.1	44.5	33.5	26.0	44.4	28.4	55.6	75.9 Anemómetro
t(°C)	26.0	27.7	27.3	(28.8)	(28.3)	(27.2)	26.6	26.3	26.0	26.0	25.7	26.2
R(mm/día)	12.0	13.3	14.5	15.2	15.3	15.2	15.2	15.1	14.7	13.7	12.2	11.7
D(hrs/día)	9.3	10.2	9.4	9.3	8.5	8.3	7.2	7.3	7.2	7.3	8.7	9.5
Da(hrs/día)	11.4	11.7	12.0	12.4	12.6	12.9	12.9	12.6	12.2	11.8	11.5	11.3
1971	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
h(%)	.62	.64	.65	.61	.77	.77	.73	.80	.87	.86	.78	.71
v(m/s)	1.94	1.86	1.94	2.47	1.63	1.44	1.56	1.36	1.25	1.08	1.03	1.39 Anemógrafo
v(km/día)	85.6	81.8	87.7	116.6	53.4	41.7	53.4	40.6	32.4	30.4	35.9	51.8 Anemómetro
t(°C)	35.1	26.0	27.0	27.3	27.8	26.5	27.3	26.3	25.5	26.0	25.3	25.2
R(mm/día)	12.0	13.3	14.5	15.2	15.3	15.2	15.2	15.1	14.7	13.7	12.2	11.7
D(hrs/día)	9.4	9.6	9.7	9.9	7.6	8.0	8.6	6.9	6.4	7.5	8.0	9.4
Da(hrs/día)	11.4	11.7	12.0	12.4	12.8	12.9	12.9	12.6	12.2	11.8	11.5	11.3

1972	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
h(%)	.69	.63	.67	.62	.78	.78	.71	.75	.82	.82	.81	.66
v(m/s)	1.53	2.30	1.89	1.72	1.71	1.47	1.69	1.67	1.36	1.11	1.14	2.00 Anemógrafo
v(km/día)	59.5	101.3	75.2	62.0	50.2	46.4	56.2	46.4	33.4	18.5	21.5	62.7 Anemómetro
t(°C)	25.5	26.2	26.7	27.8	27.5	27.4	28.3	27.2	26.9	26.4	26.8	26.7
R(mm/día)	12.0	13.3	14.5	15.2	15.3	15.2	15.2	15.1	14.7	13.7	12.2	11.7
D(hrs/día)	9.6	9.9	9.8	8.3	6.3	7.7	8.8	8.8	7.9	8.3	8.3	9.4
Da(hrs/día)	11.4	11.7	12.0	12.4	12.8	12.9	12.9	12.6	12.2	11.8	11.5	11.3

1973	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
h(%)	.61	.57	.69	.72	.78	.82	.77	.82	.85	.88	.77	.68
v(m/s)	2.58	(2.50)	1.64	1.61	1.44	1.28	1.33	1.33	1.14	1.06	0.89	2.03 Anemógrafo
v(km/día)	89.0	78.2	50.6	41.9	25.8	20.2	21.8	16.0	10.4	8.8	21.9	Anemómetro
t(°C)	26.3	27.6	28.0	28.5	27.7	26.9	27.0	26.5	26.1	25.0	26.7	24.4
R(mm/día)	12.0	13.3	14.5	15.2	15.3	15.2	15.2	15.1	14.7	13.7	12.2	11.7
D(hrs/día)	9.8	9.8	9.5	8.0	6.6	5.7	7.0	7.3	7.1	5.7	9.5	9.4
Da(hrs/día)	11.4	11.7	12.0	12.4	12.8	12.9	12.9	12.6	12.2	11.8	11.5	11.3

1974	E	F	M	A	M	J	J	A
h(%)	.68	.61	.67	.62	.74	.82	.74	.77
v(m/s)	2.56	2.17	1.64	1.78	1.58	1.36	1.47	1.44 Anemógrafo
v(km/día)			66.5	60.0	42.5	24.2	24.0	33.6 Anemómetro
t(°C)	25.5	25.9	27.1	28.0	27.7	26.5	27.1	27.1
R(mm/día)	12.0	13.3	14.5	15.2	15.3	15.2	15.2	15.1
D(hrs/día)	5.5	10.3	9.2	9.7	7.5	5.9	8.7	8.5
Da(hrs/día)	11.4	11.7	12.0	12.4	12.8	12.9	12.9	12.6

Para facilitar los cálculos se elaboró para la aplicación de la fórmula el siguiente programa para computadora, - mediante el cual se obtuvieron los valores de evapotranspiración media mensual para el período de registro de la estación Santa Cruz Porrillo.

```

10 REM PROGRAMA PARA EL CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL
20 DIM A$25,B$4
30 DISP "ESCRIBA EL NOMBRE DE LA ESTACION"
40 WAIT 1500
50 INPUT A$
60 DISP "ESCRIBA EL AÑO QUE LE INTERESA "
70 WAIT 1500
80 INPUT B$
90 PRINT "EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL , MEDIA MENSUAL "
100 PRINT
110 PRINT
120 PRINT "ESTACION:"A$
130 PRINT
140 WRITE (15,150)"an",8,126,"o"B$
150 FORMAT 4B,1F1.0
160 PRINT
170 PRINT
180 READ H,V,T,R,D,D1
190 A=0.02*(1-H)*(2+V)*(60+T)
200 B=0.4*R*(0.33+D/D1)
210 C=D/D1*(6-H*T/5)
220 F=1+8.34/T
230 E=(A+B-C)/F
240 PRINT "Etp="E"      (mm/dia)"
250 DATA .....
350 GOTO 180
360 END

```

```

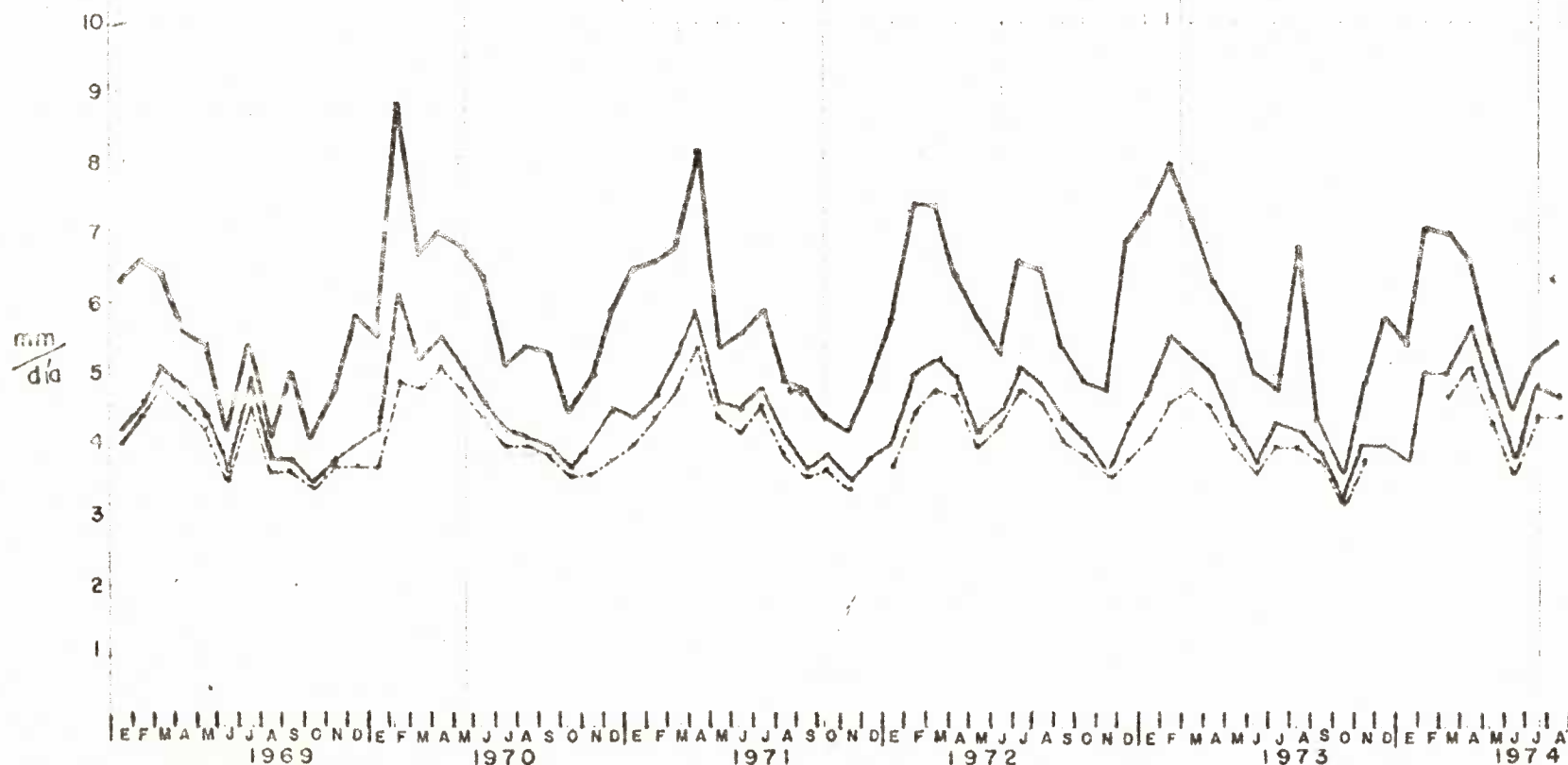
370 REM H= HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO (%/100)
380 REM V= VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO (M SEG.)
390 REM T= TEMPERATURA PROMEDIO (°C)
400 REM R= RADIACION DE LUZ SOLAR (MM/DIA)
410 REM D= HORAS DE LUZ SOLAR (H/DIA)
420 REM D1=DURACION ASTRONOMICA DE LUZ SOLAR (H/DIA)

```

... a continuación.

ESTACION: SANTA CRUZ PORRILLO

— Evaporación Tanque
 - - - Evapotranspiración Potencial Fórmula con "ANEMOGRAFO" 10 m. sobre suelo
 - - - " " " " "ANEMOMETRO TANQUE 0.75 mt



De la observación del gráfico de la estación Santa Cruz Porrillo, podemos ver que los valores de Promedios Mensuales de Evapotranspiración Potencial obtenidos mediante la aplicación de la fórmula utilizando valores de viento de anemógrafo (10 mts. sobre el suelo) y anemómetro (0.75 mts. sobre el suelo) no presentan diferencias significativas, por lo que en primera instancia podríamos decir que la elevación a que se considera el valor del viento tiene poca influencia en los valores calculados.

Para llegar a una comprobación de lo anteriormente expuesto se realizó la aplicación de la fórmula con valores de viento de anemógrafo y anemómetro en la estación de Nueva Concepción que cuenta con registros de viento de anemógrafo y anemómetro, pero que solamente cuenta con 6 años de registro, por lo que sería necesario para una verdadera comprobación, contar con estaciones que tengan un mayor número de años de registro y reúnan las condiciones para la explicación de la fórmula.

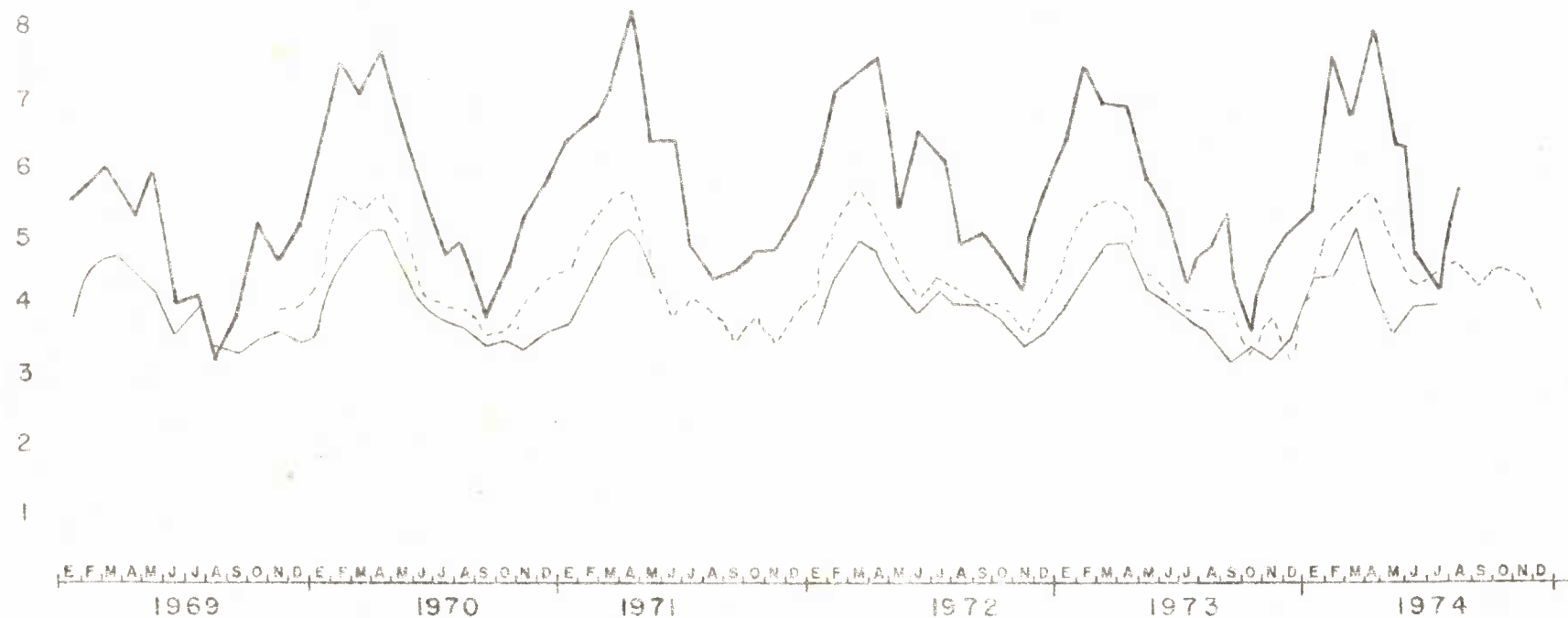
Los resultados obtenidos y representados en la siguiente gráfica no presentan grandes diferencias por lo que podemos concluir que es indiferente usar en la aplicación de esta fórmula los valores de viento de anemógrafo o anemómetro.

— Evaporación tanque.

— Evapotranspiración Potencial Fórmula con Anemómetro Tanque 0.75 mt. Sobre Suelo.

--- Evapotranspiración Potencial Fórmula con Anemógrafo 10 mt. Sobre Suelo.

ESTACION: NUEVA CONCEPCION 63



A fin de obtener el coeficiente de correlación, o sea el grado de relación entre los datos medidos de evaporación tan- que y los datos calculados de evapotranspiración potencial con la fórmula, se aplicó el programa de correlación presentado en la página 28, a los datos de la estación Santa Cruz Porrillo obteniéndose los siguientes resultados:

COEFICIENTE DE CORRELACION = 0.87

(Aplicando la fórmula con datos de viento de anemógrafo)

COEFICIENTE DE CORRELACION = 0.76

(Aplicando la fórmula con datos de viento de anemógrafo)

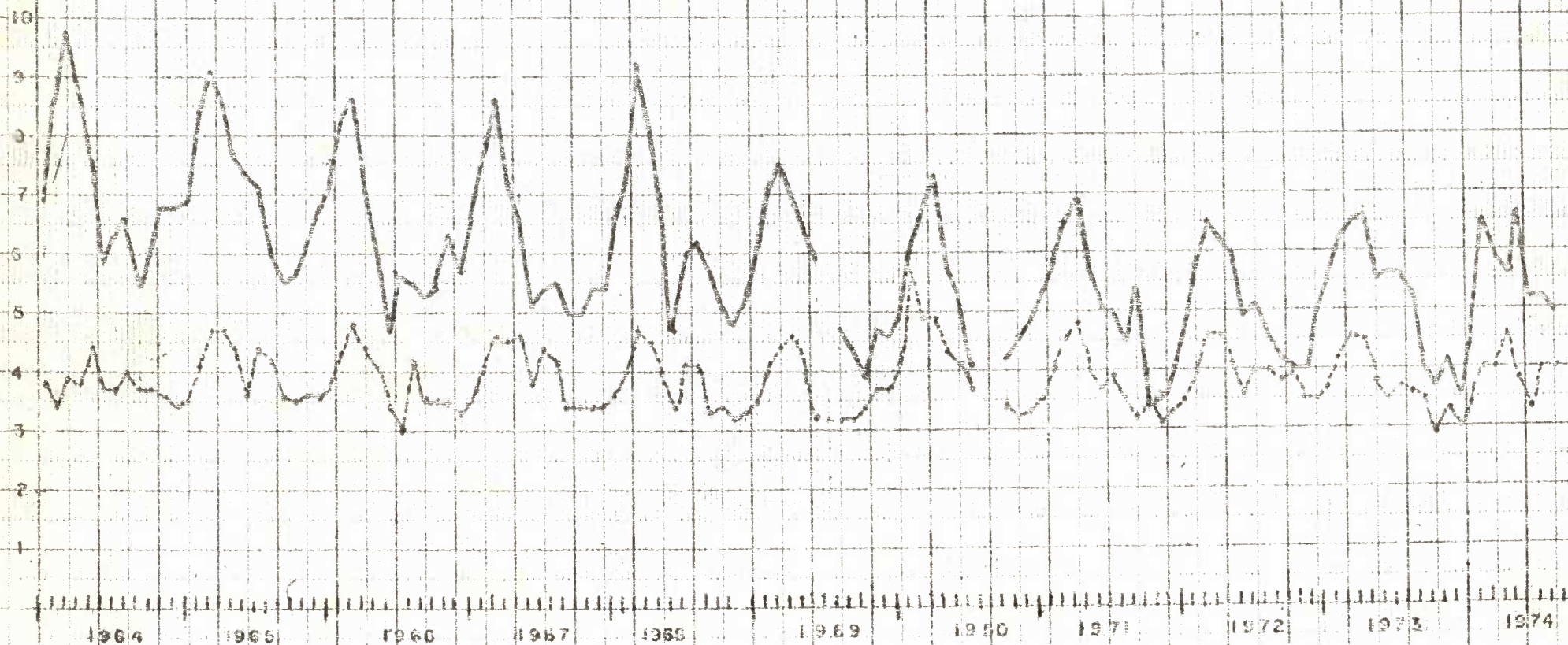
Para poder obtener mayor número de datos de comparación, a fin de poder sacar conclusiones acerca de la validez de la fórmula, se aplicó ésta con datos de velocidad de viento de anerómetro a las estaciones de Güija, Nueva Concepción y Sesorí, obteniéndose los valores presentados en las siguientes gráficas.

ESTACION GUIJA

— Evaporación Tanque

- - - Evapotranspiración potencial fórmula con "Anemómetro" Toque 0.75 ml. sobre suelo

Coefficiente de Correlación $r = 0.57$

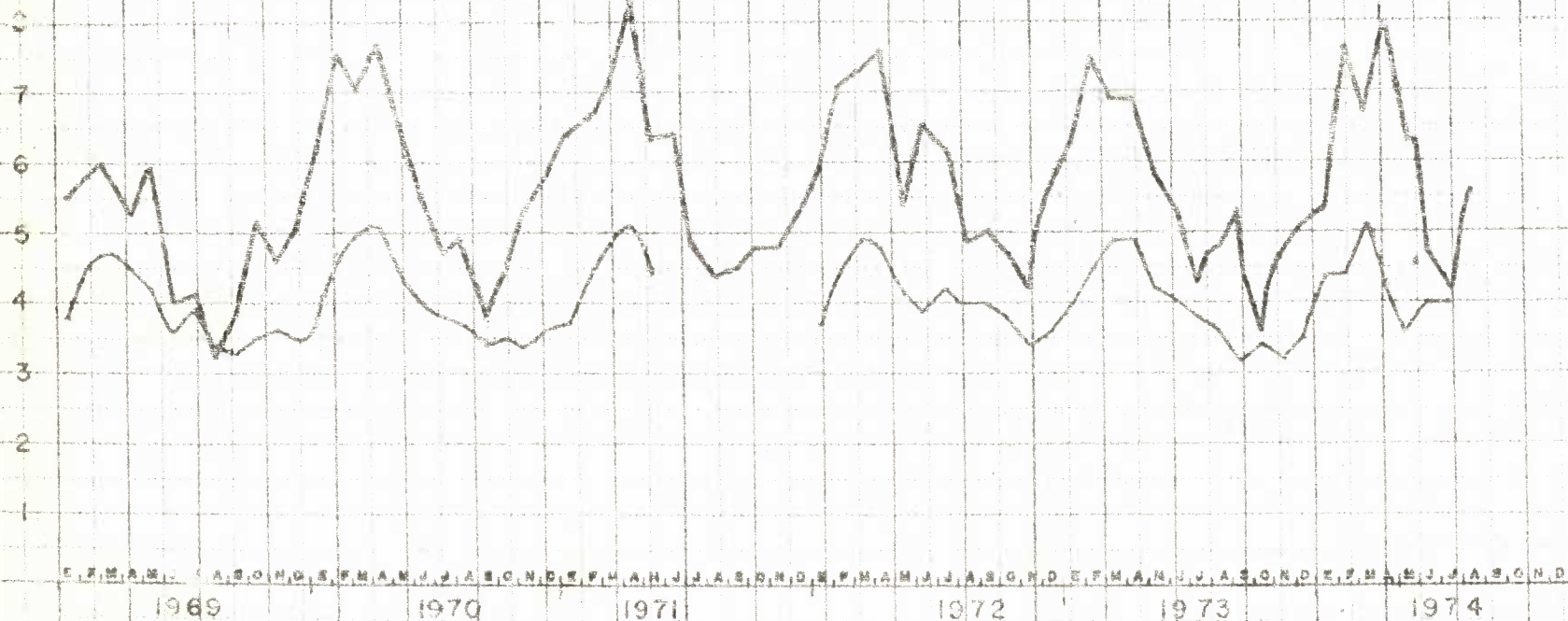


— Evaporación tanque

— Evapotranspiración Potencial Fórmula con Anemometro Tanque 0.75mt Sobre Suelo.

ESTACION: NUEVA CONCEPCION G3

Coefficiente de Correlación
 $r = 0.81$

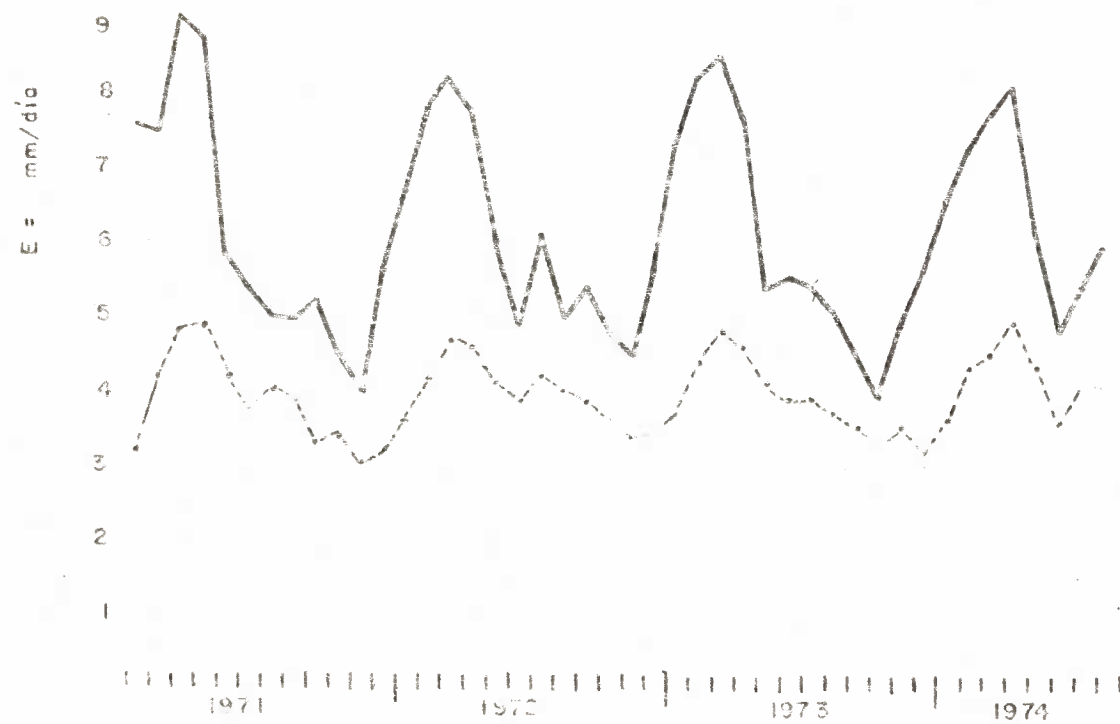


SESORI

— E Evaporación

- - - Evapotranspiración Potencial Fórmula con "ANEMOMETRO TANQUE 0.75 mt. sobre suelo

$r = 0.75$ Coeficiente de Correlación



La semejanza de los gráficos obtenidos demuestra que los valores de Evaporación Tanque y los valores de Evapotranspiración Potencial calculados con la fórmula tienen una distribución cronológica semejante.

Los coeficientes de correlación obtenidos y que andan alrededor de 0.7 parecen indicar la solidez de aplicación de la fórmula, sin embargo, es el coeficiente de determinación el que indica el porcentaje de los datos que cumplen la condición estudiada, en nuestro caso 0.49 o sea el 49% de los datos.

Para investigar con un mayor grado de seguridad el valor de la Evapotranspiración Potencial y llegar a tener idea de su valor exacto sería necesario tener un registro adecuado de observaciones de lisímetros.

A continuación se presenta un cuadro de valores promedio de evapotranspiración potencial calculados para distintas estaciones.

TABLA No. 23

PROMEDIOS MENSUALES, EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm/día)

	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>AÑOS DE REGISTRO</u>
SANTA CRUZ POREILLO Indice V 6 Elev. 30 m.s.n.del M.	4.29	5.22	5.22	5.34	4.60	4.17	4.73	4.34	4.01	3.72	3.84	4.13	6
SAN FRANCISCO GOTERA Indice Z 2 Elev. 250 m.s.n.del M.	3.92	4.43	4.86	5.04	4.40	4.12	4.41	4.14	3.79	3.74	3.62	3.65	6
SANTA ANA (EL PALMAR) Indice A 12 Elev. 725 m.s.n.del M.	3.87	4.27	4.60	4.64	4.24	3.59	3.92	3.86	3.45	3.48	3.43	3.34	6
SAN ANDRES Indice L 4 Elev. 460 m.s.n.del M.	3.84	4.49	4.71	4.94	4.21	3.74	4.20	3.96	3.72	3.53	3.51	3.61	4
SESORI Indice M 18 Elev. 195 m.s.n.del M.	3.50	4.24	4.71	4.76	4.16	3.80	4.06	3.90	3.54	3.41	3.30	3.30	4
GUIJA Indice A 15 Elev. 485 m.s.n.del M.	3.62	4.27	4.60	4.64	4.24	3.59	3.92	3.86	3.45	3.48	3.43	3.35	11

Como puede observarse, de acuerdo a estos datos preliminares, no existen diferencias considerables en la distribución de la evapotranspiración a lo largo de la cuenca: únicamente Santa Cruz Porrillo presenta valores bastante altos. La combinación de factores que intervienen en este complejo proceso inducen a diferencias locales que dependen del factor más predominante. Lamentablemente no existen registros de lugares montañosos, los cuales posiblemente si acusen diferencias más notables.

En el transcurso del año, marzo y abril son los meses con mayor evapotranspiración y los mínimos mensuales corresponden a octubre y noviembre. En los meses intermedios se observa una disminución progresiva con excepción de julio que presenta con respecto a junio.

IV.-

ZONAS CLIMATICAS EN LA CUENCA DEL RIO LEMPA

A fin de poder distinguir las zonas climáticas de la -
cuenca del Río Lempa, usaremos como base la clasificación -
climática de Köppen.

Esta clasificación, indica las diferentes regiones cli-
máticas por medio de combinaciones de letras y elije como e-
lementos climáticos la precipitación y la temperatura, pues
son los de mayor importancia y de los cuales se tienen más -
registros y estadísticas que de cualquier otro elemento.

La clasificación de Köppen define 5 clases climáticas
y 11 tipos climáticos principales:

CLASE DE CLIMA	LETRA	PERIODO SECO EN	GRADO
TROPICAL LLUVIOSO	A	falta (verano)	INVIERNO
ARIDOS	B		
TEMPLADOS LLUVIO- SO	C	falta (verano)	INVIERNO
BOREALES	D	falta (verano)	INVIERNO
NIVALES	E		
			Bosque Sabana Trop. Lluv.
			Estepa Desierto
			Tundra Hielo eterno

() = en la práctica no existe.

Subíndices utilizados:

f = falta estación seca

s = estación seca en verano

w = estación seca en invierno

S = estepa; W = desierto; T = tundra

F = hielo eterno

Resultan los siguientes 11 tipos climáticos:

- | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1) Af | 3) Bs | 5) Cf | 7) Cw | 9) Dw | 11) Ef |
| 2) Aw | 4) Bw | 6) Cs | 8) Df | 10) Et | |

Ej.: Aw Clima tropical lluvioso con período seco en invierno.

Las zonas A, C, D, están separadas de la zona E por la $\bar{T}$ del mes más caliente = 10°C y la E está dividida en ET y EF por $\bar{T}$ del mes más caliente = 0°C .

Las zonas A, C, D, están subdivididas por las siguientes temperaturas medias del mes más frío.

+ 18°C	Límite entre clima A y C	16°	17°	18°	19°	20°	21°
		C		A			
- 3°C	Límite entre clima C y D						

Con estos límites definidos y basándonos en el gráfico de elevación vs temperatura (ver gráficos pág. 29), elaborado con los promedios mensuales de las distintas estaciones para el mes de Enero (mes más frío); observamos que todas las zonas comprendidas entre los 0 y los 1250 mts. de elevación S.N. del M. tienen una $\bar{T}$ para este mes $>18^{\circ}\text{C}$ (clima A) y todas las comprendidas entre 1250 y 2700 mts. (elevación más alta, El Pital, Depto. de Chalatenango). Una $\bar{T} < 18^{\circ}\text{C}$ y $> -3^{\circ}\text{C}$ (clima C). Por otra parte, la estación seca en nuestro país es en invierno (subíndice W); con lo anteriormente expuesto, podemos hacer una primera clasificación diciendo:

Zonas entre 0 y 1250 mts. S.N. del M. pertenecen (según Köppen) al clima Aw = Tropical lluvioso con período seco en invierno o Sabanas Tropicales y Zonas de la cuenca entre 1250

y 2770 mts. S.N. del N. al clima Cw = Templado lluvioso invierno seco.

A fin de lograr una diferenciación más fina, la clasificación de Köppen introduce entre otros los subíndices siguientes:

- a: $\bar{T}$ mes más caliente $> + 22^{\circ}\text{C}$
- b: $\bar{T}$ mes más caliente $< + 22^{\circ}\text{C}$ y hay a lo menos 4 meses con una $\bar{T} 10^{\circ}\text{C}$
- c: $\bar{T}$ mes más frío $> - 38^{\circ}\text{C}$
- d: $\bar{T}$ mes más frío $< - 38^{\circ}\text{C}$
- i: isothermia, $(\bar{T} \text{ mes más caliente} - \bar{T} \text{ mes más frío}) < 5^{\circ}\text{C}$
- g: mes más caliente antes del solsticio de verano (21 de junio)

De la observación de los cuadros de temperaturas promedios mensuales y de las gráficas de elevación vrs. temperatura, tenemos que el mes más caliente es el mes de abril, siendo en la gráfica para ese mes que la $\bar{T} > 22^{\circ}\text{C}$ corresponde a las zonas comprendidas entre 0 y 1000 mts. de elevación aproximada subíndice (a) y a las zonas entre 1000 y 2700 mts. cuya $\bar{T}$ mes más caliente es $> + 22^{\circ}\text{C}$ y tienen por lo menos 4 meses con una $\bar{T} > 10^{\circ}\text{C}$ les corresponde el subíndice (b) podríamos decir ahora que tenemos la siguiente clasificación:

Zonas entre 0 y 1000 mts. Aw_a

Zonas entre 1000 y 1250 mts. Aw_b

Zonas entre 1250 y 2770 mts. Cw_b

Por otra parte en todas las zonas la diferencia entre la $\bar{T}$ mes más caliente y la $\bar{T}$ del mes más frío es menor que

5°C y el mes más caliente que hemos dicho que es abril, es - antes del solsticio de verano (21 de Junio) por lo que podemos agregar los subíndices i y g pudiendo entonces diferenciar 3 Zonas climáticas en la Cuenca del Lempa:

$$Aw_{aig} - Aw_{big} \text{ y } Cw_{big}$$

Zonas 0-1000 mts. S.N. del M. Aw_{aig} : Clima Tropical - lluvioso, con período seco en invierno, temperatura promedio del mes más caliente (Abril) $\geq + 22^{\circ}\text{C}$, diferencia entre las - temperaturas medias de los meses extremos (el más caliente - Abril y el más frío Enero, menos que 5°C: y mes más caliente antes del solsticio de verano (21 de Junio).

1000-1250 mts. S.N. del M. Aw_{big} Clima Tropical lluvioso, con período seco en invierno, temperatura promedio del - mes más caliente $< + 22^{\circ}\text{C}$ pero por lo menos 4 meses con una - $\bar{T} > 10^{\circ}\text{C}$; i y g idénticos conceptos que el anterior.

1250-2700 mts. S.N. del M. Cw_{big} : Clima Templado lluvioso, con período seco en invierno: b, i y g idénticos conceptos que el anterior.

V INCIDENCIA DE LAS ZONAS CLIMATICAS EN LOS RECURSOS NATURALES DE LA CUENCA.

Entre los recursos naturales de una región se pueden citar la vegetación, el suelo, las aguas superficiales, las aguas subterráneas, la fauna y naturalmente la atmósfera.

En la planificación de la utilización eficaz de casi todos los recursos naturales es indispensable el conocimiento de las condiciones climáticas predominantes.

Casi todas las actividades agrícolas, desde la planificación del aprovechamiento de las tierras, pasando por las labores diarias hasta el transporte y almacenamiento de las cosechas, dependen del clima y del tiempo.

El clima de una región determina las variedades de plantas que han de cultivarse, los períodos favorables para la siembra y recolección, las necesidades de riego, la prevención de las heladas, etc.

La mayor parte de los recursos hidrológicos provienen de la lluvia y en este sector la aplicación de la información meteorológica constituye un factor esencial, y es indispensable para la planificación, construcción y funcionamiento de centrales hidroeléctricas, embalses y otras instalaciones de control del agua.

La seguridad, eficacia y buen funcionamiento de toda clase de transportes dependen del tiempo. En el emplazamiento de un aeropuerto es de gran importancia la información climatológica, debiendo tomar en cuenta principalmente la frecuencia de nieblas, nubosidad y vientos fuertes.

La vivienda debe estar adaptada a las condiciones climatológicas locales.

La salud está íntimamente ligada con el tiempo y el clima, y las actividades recreativas dependen también en gran medida de los mismos factores, por lo que los factores meteorológicos desempeñan una función considerable para el progreso de la industria y turismo. Estos pocos ejemplos pueden contribuir a demostrar la importancia y la incidencia de las condiciones climáticas en el eficaz aprovechamiento de los recursos naturales de una región.

Dado que nuestro país es eminentemente agrícola, y dado que en el capítulo anterior se han definido las distintas zonas climáticas y conocemos los parámetros meteorológicos que las caracterizan, en el presente capítulo se trata de dar recomendaciones a uno de los problemas fundamentales que se plantean en materia de planificación agrícola y que es la elección de especies agrícolas que mejor se adaptan al clima.

Incluso los pequeños cambios climáticos del medio ambiente tales como los que se producen desplazando los cultivos pueden afectar las cosechas, la velocidad del crecimiento y la aparición de enfermedades. La adaptación de los cultivos a una determinada región depende en gran parte de las condiciones climáticas de la misma y el cultivo presenta requerimientos climáticos para su adaptación y desarrollo.

En el siguiente cuadro se presentan estos requerimientos para distintos cultivos.

REQUERIMIENTOS CLIMATICOS DE DIFERENTES CULTIVOS

C U L T I V O	Temperatura del Suelo °C			Desarrollo Foliar Temperatura Ambiente °C			Humedad Relativa (%)	Duración del Día	Altura sobre el nivel del mar (metros)	Precipitación Anual (mm)
	Mínima	Optima	Máxima	Mínima	Optima	Máxima				
Aguacate.....	-	-	-	-	13-15	-	-	-	300 - 900	
Ajonjolí.....	-	-	-	16	27	38	-	-	-	
Algodón.....	19	28	40	16	27	38	-	Indiferente	0 - 400	
Arveja.....	5	24	30	-	13-18	-	-	-	-	
Arroz.....	10	20	30	16	30-33	38	-	Largo	-	
Banano.....	-	-	-	12	16-27	38	-	-	0 - 1000	
Berenjena.....	-	-	-	18	21	35	Alta (85-90)	-	300 - 1300	
Brócoli.....	10	24	30	15	18-23	40	-	-	300 - 2000	
Apio.....	4	15	21	-	15-18	-	Alta (50-95)	-	600 - 1500	
Cacao.....	-	-	-	15	25	38	-	-	0 - 500	
Camote.....	-	-	-	10	21-24	30	Alta (70-85)	-	100 - 800	
Caña de Azúcar.....	16	28	40	16	27	38	-	Corto	-	
Cebolla.....	10	22	30	13	24	35	Alta (70-75)	Largo	400 - 1300	
Cítricos.....	15	28	38	7	17	38	Alta	-	300 - 1100	1200 - 1800
Café.....	13	23	38	10	20-26	30	-	-	500 - 1400	1000 - 2000
Coliflor.....	10	24	30	15	18-23	40	-	-	300 - 2000	
Cocotero.....	-	-	-	16	25-30	38	-	-	0 - 600	
Chilo.....	-	21-24	-	18	21-24	30	-	Indiferente	0 - 1300	
Espinaca.....	-	-	-	5	10-16	27	-	Largo	600 - 1500	

C U L T I V O	Temperatura del Suelo °C			Desarrollo Foliar Temperatura Ambiente °C			Humedad Relativa (%)	Duración del Día	Altura sobre el nivel del mar (metros)	Precipitación Anual (mm)
	Mínima	Óptima	Máxima	Mínima	Óptima	Máxima				
Frijol.....	15	24	34	10	15-22	27	Alta (90)	Indiferente	0 - 2000	-
Lechuga.....	20	24	26	7	15-18	27	45-58	-	400 - 1200	-
Maíz.....	15	24	36	10	30-35	45	-	Indiferente	0 - 2000	-
Marañón.....	-	-	-	-	18	-	-	Largo	0 - 750	500 - 4000
Melon.....	-	-	-	10	18-25	32	Alta	Largo	0 - 600	-
Ocra.....	-	24-30	-	10	21	30	-	-	0 - 1000	-
Papa.....	-	18	-	15	18-21	27	Alta	Largo	300 - 2000	-
Papaya.....	-	-	-	16	27	38	-	-	100 - 700	1250 - 1750
Piña.....	6	29	40	-	24-27	-	Alta	-	300 - 800	1000 - 1500
Pepino.....	-	21-32	-	10	18-25	32	Alta	-	0 - 800	-
Repollo.....	10	24	30	15	18-23	40	-	-	300 - 2000	-
Soya.....	18	27	35	-	-	-	-	Indiferente	-	-
Tabaco.....	18	26	32	16	27	38	-	Corto	-	-
Tomato.....	18	20-24	35	-	17-26	-	-	Indiferente	200 - 1500	-
Sandía.....	-	-	-	10	18-25	32	Alta	Largo	0 - 600	-
Zanahoria.....	-	16-21	-	7	15-18	30	Alta (90-95)	-	300 - 1500	-

Es necesario aclarar que en nuestro país mucha de esta información no está disponible, por lo que se ha recolectado en gran parte de publicaciones extranjeras, por lo que no se puede asegurar que los requerimientos climáticos de nuestros cultivos sean exactamente los consignados en los cuadros anteriores.

Trataremos de definir en base a estos requerimientos, las zonas de la cuenca en los que mejor se adaptan los cítricos, cultivos que se han elegido debido a que se conocen en su mayoría los requerimientos climáticos que presentan.

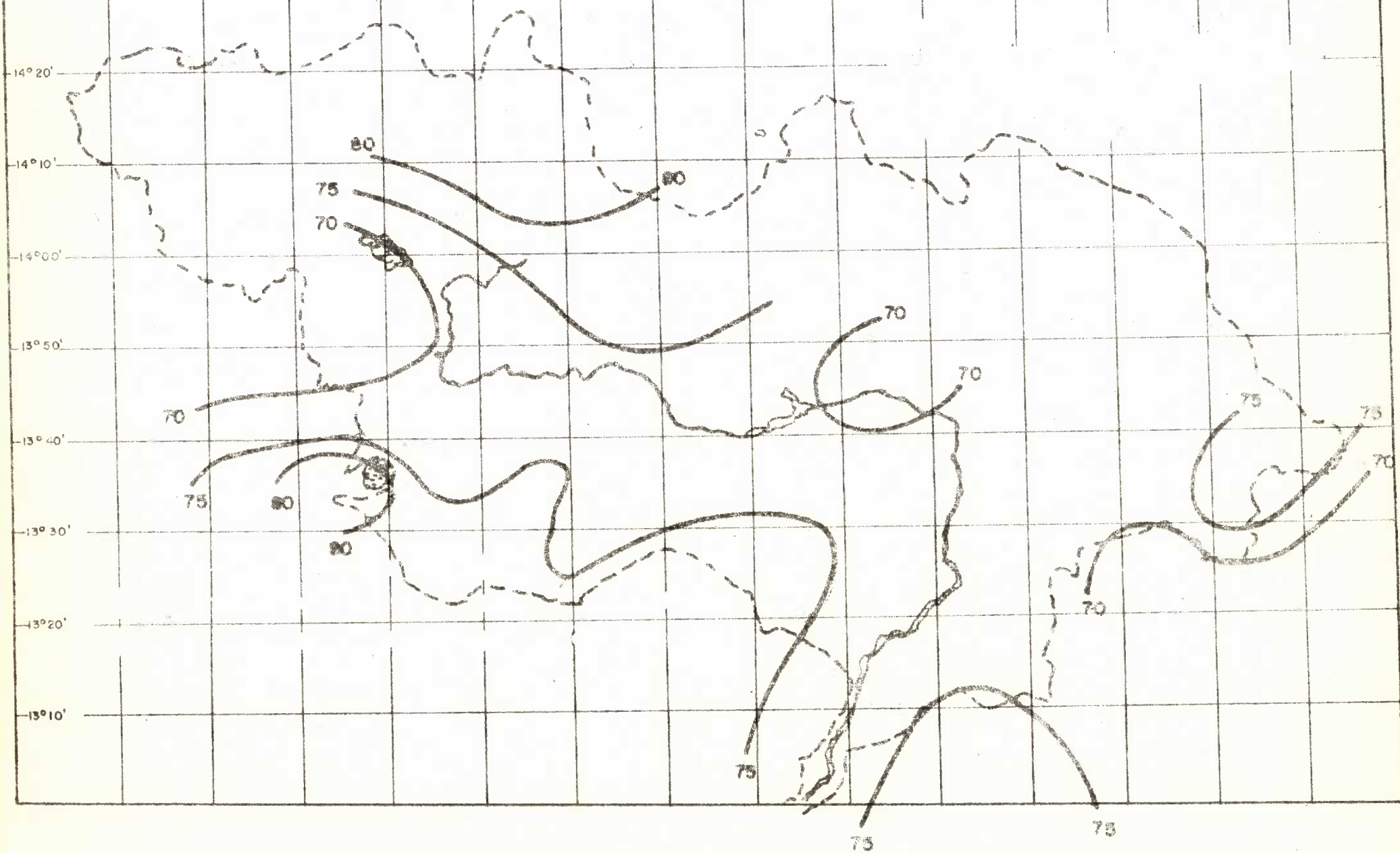
Por supuesto que la adaptación de estos cultivos depende también de otros factores tales como la naturaleza de los suelos, por lo que es necesario aclarar también que en el presente trabajo solo estamos considerando el factor clima, para determinar las zonas de la cuenca en las que los cultivos mencionados puedan adaptarse mejor.

El procedimiento seguido, se detalla a continuación:

- a) Se hizo una primera selección de zonas considerando las alturas sobre el nivel del mar más recomendables para los cítricos y que siguen el cuadro de requerimientos climáticos de los 300 a los 1100 mts.
- b) De estas zonas se seleccionaron las que tenían un promedio anual de precipitación comprendido entre 1200 y unos 1800 mm. que según el cuadro de requerimientos, son las precipitaciones medias anuales favorables al cultivo considerado. Para ésto se utilizó el siguiente mapa de isohietas anuales para la cuenca, construido con los datos promedios anuales de precipitación que se presen-

90°00' 89°50' 89°40' 89°30' 89°20' 89°10' 89°00' 88°50' 88°40' 88°30' 88°20' 88°10' 88°00' 87°50' 87°40'

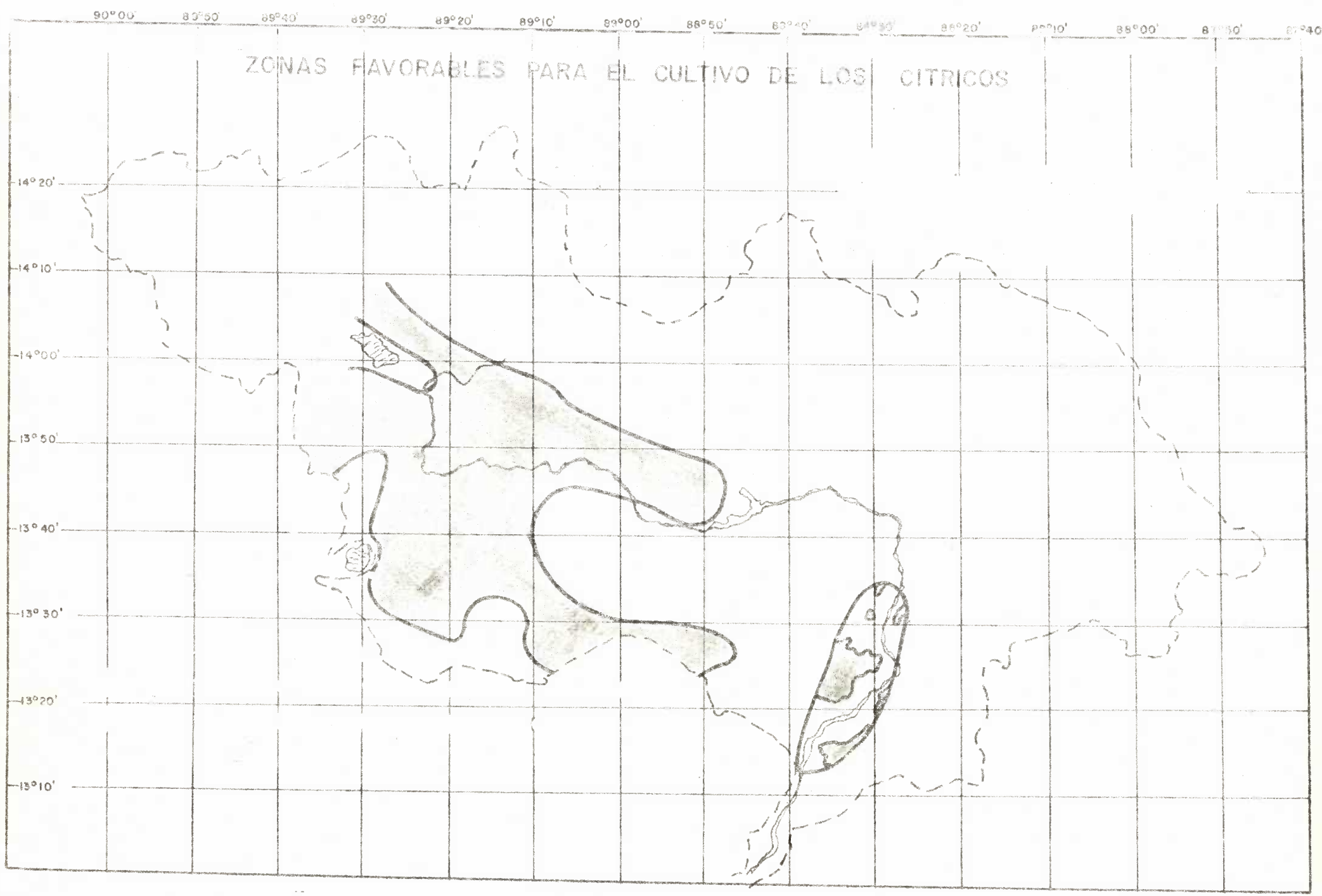
HUMEDAD RELATIVA NORMAL ANUAL



Las zonas que se determinaron como más favorables para los cultivos de cítricos aparecen en el siguiente mapa.

Este es solamente un ejemplo de la metodología a seguir y se deberá poner énfasis en los índices bioclimáticos para nuestros cultivos. La determinación realizada es una determinación macroclimática y que no es excluyente para condiciones puramente locales que pueden mostrar condiciones favorables.

Igual procedimiento puede seguirse con los otros cultivos, y cuando se conozcan los requerimientos climáticos de cada uno de ellos y se logre combinar este trabajo con un estudio de suelos, se podrá lograr una mejor definición de las zonas óptimas para su desarrollo.



B I B L I O G R A F I A

- 1) Archivo Climatológico del Servicio Meteorológico de El Salvador.
- 2) Informe Preliminar sobre el Clima en la Cuenca del Río Grande de San Miguel. Publicación Técnica No. 1, Servicio Meteorológico de El Salvador, Ing. H. Lessmann.
- 3) Some Methods of Climatological Analysis, Technical Note No. 81 - OMM, H.C.S. Thom.
- 4) A Note on Climatological Normals, Technical Note No. 84 - OMM, P.Jagannathan, R.Arlery.
- 5) Aspectos Climatológicos de la Precipitación en Honduras, marzo 1973. Tesis de Nabil Kawas.
- 6) Meteorología Sinóptica y Climatología de Centro América especialmente de El Salvador. Publicación Técnica No. 10, Servicio Meteorológico de El Salvador. Dr.Ing.Gelio Guzmán.
- 7) Almanaque Salvadoreño 1974. Publicación del Servicio Meteorológico de El Salvador.
- 8) Clima y Tiempo - Biblioteca para el hombre actual. Madrid, 1963. Herman Flohn.
- 9) Manual de Instrucciones: Estudios Hidrológicos. Publicación No. 34. Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano.
- 10) Red Nacional de Estaciones Meteorológicas en El Salvador. Publicación del Servicio Meteorológico.

- 11) Some Applications of Statistics to Meteorology.
Technical Note OMM.
- 12) Mathematical Methods of Statistics. Princenton
University, 1946. H.Cramer.
- 13) Hidrología para Ingenieros. Mc.Graw Hill, 1968.
Linsley, Kohler, Paulhus.
- 14) Guía de Prácticas Climatológicas, Publicación
Técnica No. 100 - OMM. TP 44.
- 15) Statistical Analysis and Prognosis in Meteorology.
Technical Note No. 71 - OMM.
- 16) Un Método para la Determinación del Valor de la
Evapotranspiración - Servicio Hidrológico
de El Salvador - 1974, Carlos Manuel Arita.
- 17) Introduucción a la Meteorología, Espasa Celpe,
México. S. Pettersen.
- 18) Climatology Mc.Graw Hill - 1944, B.Haurwitz -
J.M.Austin.
- 19) Frutales de Hoja Perenne, UTEHA 1962. W.H.
Chandler.
- 20) Frutas y Verduras. Editorial Acribia 1968.
R.E. Duckworth.
- 21) Boletín Informativo No. 1-97. ISIC, Santa Te-
cla.
- 22) Climatología y Fenología Agrícolas. Eudeba
1973. A.L. Defina.

- 23) Edafología Tropical. Herrero Hermanos, México
1970. F.Hardy.
- 24) El Cultivo de los Cítricos. CENTA - Boletín
Técnico No. 57, Santa Tecla, 1973.