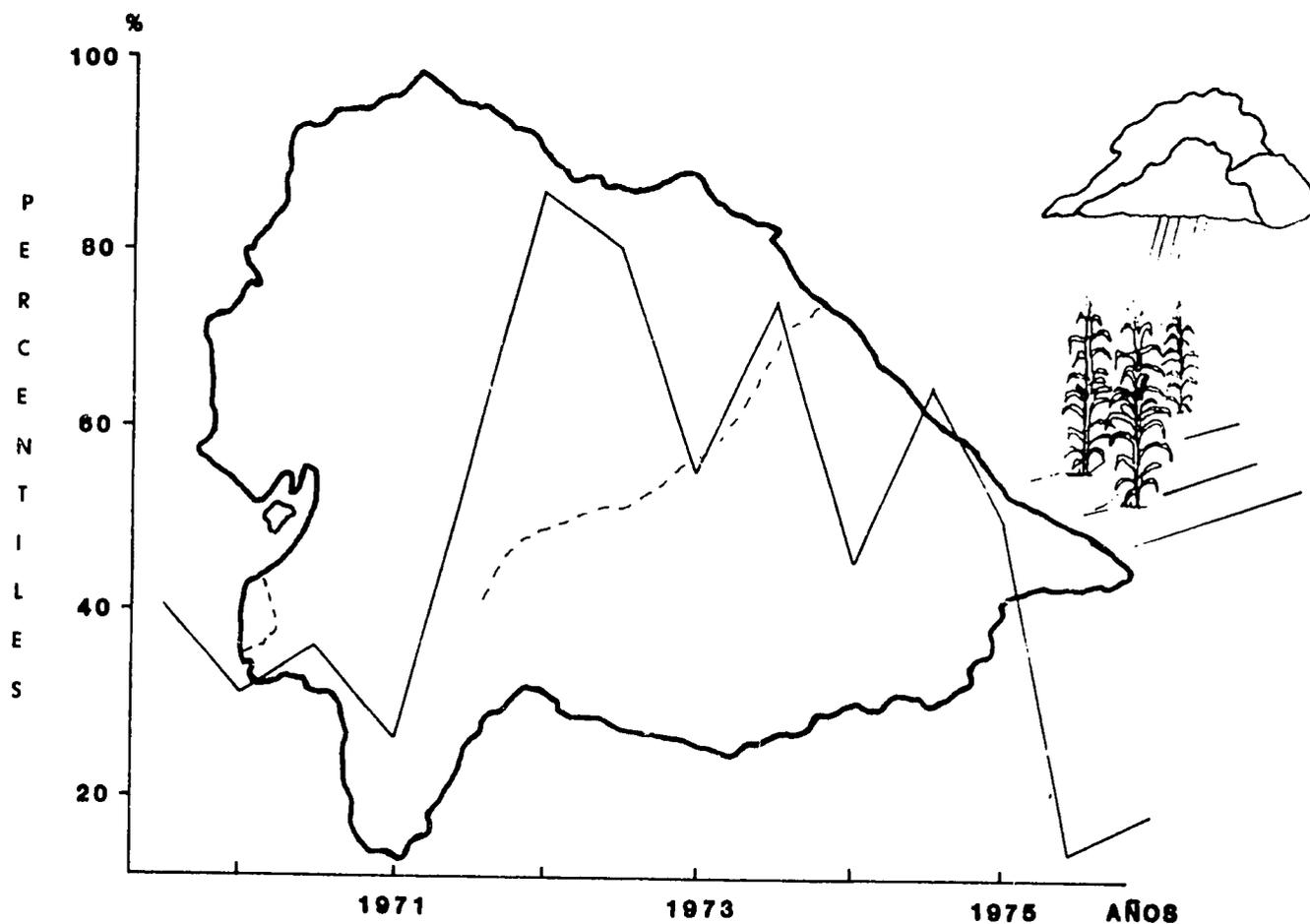


IN-ABC-483  
68957

# METODOS AGROMETEOROLOGICOS PARA EVALUAR EL ESTADO DE LOS CULTIVOS ECUADOR



OSCAR ROVERE

MIGUEL RODRIGUEZ

INFORME FINAL

MAYO 1985

METODOS AGROMETEOROLOGICOS PARA EVALUAR  
EL ESTADO DE LOS CULTIVOS  
ECUADOR

INFORME FINAL

AL

Programa Nacional de Regionalización  
Agraria (PRONAREG)  
Ministerio de Agricultura y Gan.  
Quito, Ecuador

Instituto Nacional de Meteorología  
e Hidrología (INAMHI)  
Ministerio de Recursos Naturales y Ener.  
Quito, Ecuador

POR

OSCAR ROVERE<sup>1/</sup>

MIGUEL RODRIGUEZ<sup>1/</sup>

PARA LA

AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL  
OFICINA PARA LOS DESASTRES EN EL EXTERIOR

WASHINGTON , D.C.

ADMINISTRACION NACIONAL DE OCEANOS Y ATMOSFERA DE LOS E.E.U.U  
SERVICIO NACIONAL DE SATELITES, DATOS E INFORMACION  
CENTRO PARA LA EVALUACION AMBIENTAL  
COLUMBIA, MISSOURI

Y

UNIVERSIDAD DE MISSOURI-COLUMBIA

MAYO , 1985

---

<sup>1/</sup> Meteorólogo del PRONAREG y Agrometeorólogo del INAMHI, respectivamente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este informe expresan sus agradecimientos por la ayuda recibida en este Programa de Capacitacion a las siguientes instituciones y personas:

A la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID-Washington) y al Centro de Meteorologia Aplicada (CIAM) integrado por el Centro para Servicios de Evaluacion Ambiental / Administracion de Oceanos y Atmosfera de los Estados Unidos de Norte America (NOAA/AISC) y la Universidad de Missouri-Columbia (UMC).

Al señor Darrell McIntyre AID-Quito por el apoyo brindado en la materializacion de este curso de capacitacion, al Ing. Enrique Suarez, Director Ejecutivo del Programa Nacional de Regionalizacion Agricola (PRONAREG) y al Ing. Franco Rios Director-General del Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia (INAMHI) por el valioso apoyo administrativo brindado a los autores del presente informe.

A los responsables de la conduccion del Programa de Capacitacion doctores Andres Ravelo y Ana Maria Planchuelo de Ravelo, Investigador Asociado e Investigadora Especialista del Departamento de Ciencias Atmosfericas de la Universidad de Missouri en Columbia, quienes con sus orientaciones nos permitieron cumplir con los objetivos y metas del Programa de Capacitacion. Al Doctor Wayne L. Decker, Director del CIAM, al Doctor Clarence Sakamoto, Jefe de la rama de Modelos de la NOAA/AISC y al Doctor Louis Steyaert, por su valioso apoyo administrativo. Al Sr. Mike Benzinger, analista de Sistemas del Centro de Computo del CIAM por su ayuda en el analisis de los datos.

Tambien queremos expresar nuestro agradecimiento a las siguientes personas por su colaboracion en la preparacion de este informe,

Tyece Little por el mecanografiado del informe, Jerry Wright por la realización de las ilustraciones y al señor George Lozano asistente de Capacitación del CIAM por su coordinación durante nuestra estadía en Columbia, Missouri.

Ademas agradecemos al Jefe de la Rama de Evaluaciones de NOAA/AISC, al técnico Douglas LeComte y a la señora secretaria Sofia Proctor por la ayuda dispensada.

## SUMMARY

Increasing agricultural commodities and reducing losses due to abnormal climatic conditions can be both economically and socially beneficial. This report focuses on some of the climatic impact assessment methods which can be used by planners and managers to mitigate potential climatic impact and reduce climatic vulnerability. Historic climatic data, primarily monthly precipitation, were used to develop agroclimatic indices for selected stations in Ecuador. Agroclimatic indices are powerful tools for crop condition assessment and land use studies. This kind of information has important implications to decision makers and planners involved with marketing strategies, import/export policies and rural development programs in Ecuador.

The results of this research can be used by people from various disciplines as follows:

- 1) Early warning assessment reports on potential crop failure due to drought or flooding can be used by policy makers and economic analysts to mitigate potential climatic impact on food security and to develop alternative strategies in economic planning. This early warning can represent as much as a 3-6 month lead-time before the occurrence of economic impacts.
- 2) Crop conditions assessments can be used by agricultural statisticians and economists to supplement and complement other information sources (e.g., field reports, probability sampling and market analysis) for forecasting crop production. For example, reliable crop condition information can be provided by about 30 days before the harvest begins.

- 3) Weather advisories and crop condition reports can be used by extension officials on planting dates, irrigation scheduling, pest management practices and/or fertilizer application.
- 4) Agroclimatic tools (plant water stress estimates, crop water requirements and climatic risk analysis) can benefit land and water resource management studies for agricultural planning and rural development.

This report is written to provide background and technical information for those potentially involved with agroclimatic modeling and preparation of assessments. The data bases and methodology are discussed in Chapter II and analytic results are discussed in Chapter III. Chapter IV provides concluding remarks.

The goal is to provide users in government agencies and in the private sector with assessments based on these models. Although assessments must be thoroughly tested and evaluated under quasi-operational conditions, this proposed climatic impact assessment program has the potential to provide reliable, timely, yet inexpensive information. This information on climatic impact can be used as an additional information source to complement and supplement existing or planned information sources used for economic planning and decision making.

## INDICE

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS. . . . .	i
LIST DE FIGURAS . . . . .	ii
I. INTRODUCCION. . . . .	1
II. DATOS Y METODOLOGIA . . . . .	2
A. Datos . . . . .	2
1. Meteorológicos. . . . .	2
2. Agrícolas . . . . .	7
3. Información Sobre las Condiciones Agroclimáticas y sus Efectos en la Agricultura. Periodo 1965-1984 . . . . .	7
B. Metodologia . . . . .	11
1. Índice Hídrico de los Cultivos (IHC) . . . . .	12
2. Coeficientes de Cultivo (KC). . . . .	16
3. Ejemplo de Cálculo de los Coeficientes para el Cultivo de Papa . . . . .	17
III. RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	21
A. Análisis de la Sequía para el Año 1979 y sus Efectos en el Cultivo de Papa-Estación Izobamba. . . . .	21
B. Análisis del Impacto Climático en la Zona Arrocera de la Costa, Período 1965-1984 (durante el ciclo vegetativo del cultivo Enero-Abril). . . . .	25
C. Análisis de la Sequía y sus Efectos en el Año Agrícola de 1968 Cultivo-Arroz en la Zona de Pichilingue . . . . .	28
D. Análisis del Estado de los Cultivos Durante el Mes de Marzo de 1985 . . . . .	30

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . . .	33
A. Conclusiones. . . . .	33
B. Recomendaciones . . . . .	34
REFERENCIAS . . . . .	35
ANEXOS. . . . .	36
A. Descripción de las Condiciones Agroclimáticas y sus Efectos en la Agricultura. Período 1965-1984 . . . . .	37
B. Prototipo del Boletín Agroclimático Mensual del Ecuador . . . . .	50

## LISTA DE CUADROS

<u>Cuadros</u>		<u>Pagina</u>
2.1	Datos Meteorológicos Mensuales Disponibles de las 16 Estaciones Seleccionadas para este Estudio Período: 1965-1984 . . . . .	4
2.2	Calendario de Siembra y Cosecha y Meses Considerados para el Cálculo del Índice Hídrico de los Cultivos . . . . .	8
2.3	Valores Estimados de los Coeficientes de Cultivos KC Ciclo de Cultivo Decadal . . . . .	14
2.4	Valores Estimados de los Coeficientes de Cultivo (KC) . . . . .	15

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figuras</u>		<u>Pagina</u>
2.1	Red de Estaciones Meteorológicas del Proyecto Agroclimático . . . . .	3
2.2	Ejemplo de Cálculo de los Coeficientes para el Cultivo de la Papa . . . . .	19
3.1	Indice Hídrico para el Cultivo de Papa en Izobamba . . . . .	22
3.2	Indice Hídrico para el Cultivo de Arroz en Guayaquil (Abril) . . . . .	26
3.3	Indice Hídrico del Cultivo de Arroz en Pichilingue (Abril) . . . . .	27
3.4	Indice Hídrico del Cultivo de Arroz en Pichilingue (1968) . . . . .	29

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El Ecuador es un país de vocación esencialmente agrícola, en donde la agricultura contribuye con el 42% del Producto Nacional Bruto y da empleo aproximadamente al 56% de la mano de obra del país (Banco Central del Ecuador, Atlas del Ecuador 1982), por lo tanto es necesario que el sector gubernamental adjudique la importancia prioritaria a los programas de desarrollo rural, consciente de que el clima y la variabilidad climática son factores condicionantes de las practicas agrícolas y de la productividad de los cultivos. Como parte inicial del Proyecto "Sistema de Información Agrometeorológica para el Pronostico de Cosechas y el Desarrollo Agrícola en el Ecuador", dos tecnicos ecuatorianos han realizado un entrenamiento en Columbia-Missouri EE.UU., merced al apoyo financiero de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) y la asistencia técnica del Servicio Meteorológico de los EE.UU. (NOAA/AISC) y la Universidad de Missouri-Columbia; como resultado de dicho entrenamiento, se presenta el siguiente informe, el cual consta de tres partes fundamentales:

1. Metodología a aplicarse en el país, que permitirá utilizar eficientemente los recursos agrometeorológicos.
2. Aplicación de esta metodología a casos específicos de evaluación de cultivos a nivel regional o local acorde a las limitaciones climáticas (inundaciones, sequías y heladas).
3. Prototipo de un boletín agroclimático de la evaluación de la productividad de los cultivos, para informar a los sectores gubernamentales sobre el impacto meteorológico en las cosechas y facilitar así la toma de decisiones agroeconómicas. Este boletín se pondrá también a disposición del pequeño agricultor, quien podrá encontrar valiosa información agroclimática relacionada con los cultivos.

CAPITULO II  
DATOS Y METODOLOGIA

A. DATOS

1. Meteorológicos

Se utilizaron los siguientes datos:

- a. Temperatura máxima absoluta, mínima absoluta y precipitaciones diarias de 15 estaciones meteorológicas ubicadas en la Costa y Sierra con un período de información de 20 años (1965-1984). Las 15 estaciones meteorológicas están distribuidas en 15 provincias del país y fueron seleccionadas por su ubicación en zonas agrícolas y por la disponibilidad de equipos de radio para transmitir la información meteorológica.

Estas estaciones están suministrando datos para la elaboración del boletín Agroclimático del Ecuador que en forma preliminar se está editando cada mes.

- b. Datos mensuales de precipitación, temperaturas (máxima media y mínima media), heliofanía, humedad relativa y velocidad del viento de 35 estaciones ubicadas en distintas provincias de la Sierra y de la Costa, estas estaciones se agregaron a las 15 estaciones iniciales y para permitir tener una amplia cobertura de estaciones. Esta red de estaciones se usará para realizar el análisis de las condiciones agrometeorológicas en las distintas provincias del país (ver Figura 2.1). Esta información incluye períodos de 18 años (1965-1982).

El Cuadro 2.1 presenta las estaciones meteorológicas consideradas para el análisis agroclimático.

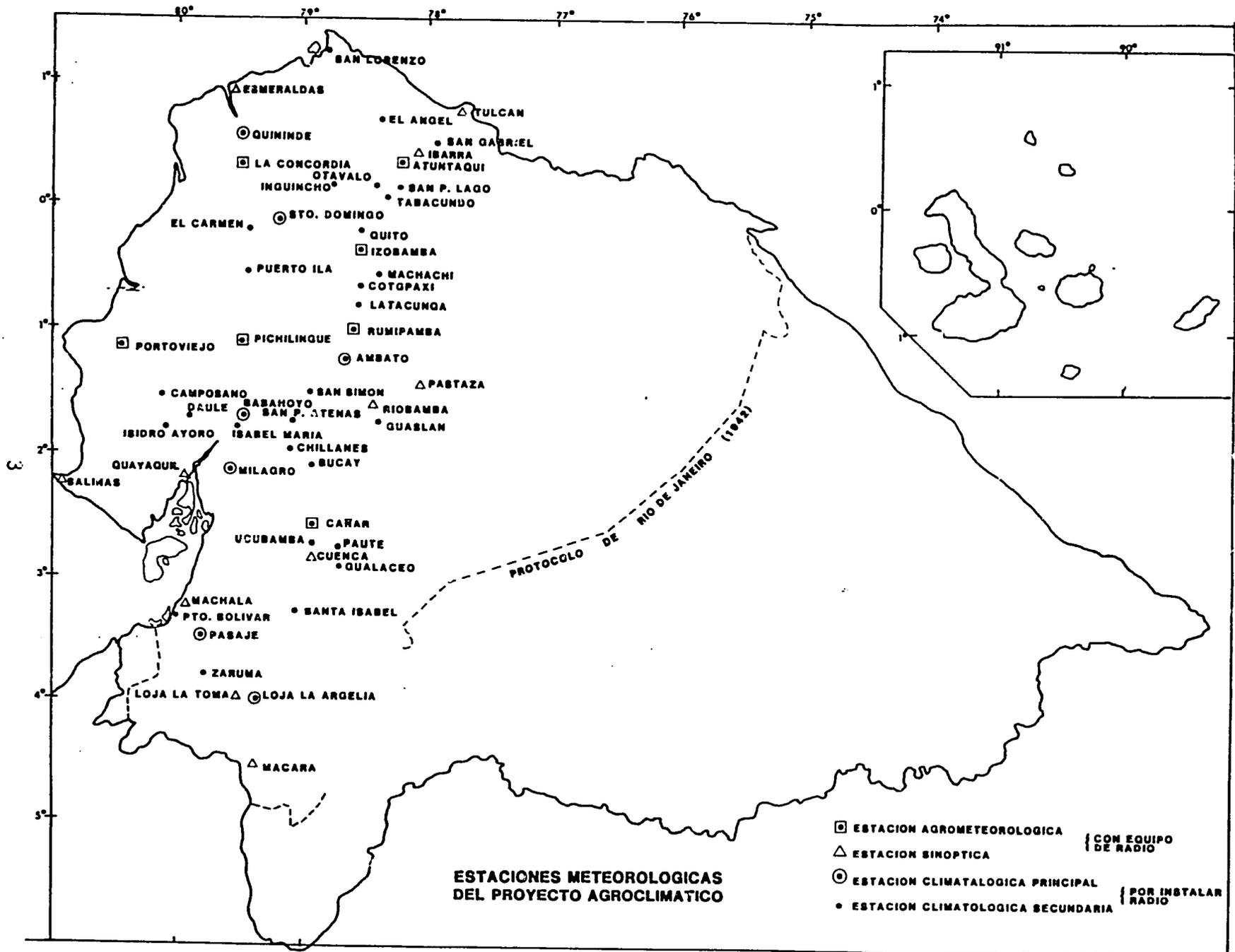


Figura 2.1 Red de estaciones meteorológicas del Proyecto Agroclimático

Cuadro 2.1 Datos Meteorológicos Mensuales Disponibles De Las 16 Estaciones  
 Seleccionadas Para Este Estudio Período: 1965-1984

ESTACIONES	UBICACION GEOGRAFICA			P A R A M E T R O S M E T E O R O L O G I C O S							
	long.	lat.	altura s.n.m. m.	lluvia mm.	Temp. Max. Absoluta °C	Temp. Min. Absoluta °C	Temp. Max. Media °C	Temp. Min. Media °C	Heliofania Horas sol	Velocidad del Viento m/s	Humedad Relativa %
Esmeraldas	79°37'W	00°57'N	23	X	X	X	X	X	X	X	X
La Concordia	79°25'W	00°01'N	300	X	X	X	X	X	X	X	X
Portoviejo	80°26'W	01°04'S	44	X	X	X	X	X	X	X	X
Pichilingue	79°27'W	01°05'S	73	X	X	X	X	X	X	X	X
Guayaquil	79°53'W	02°09'S	6	X	X	X	X	X	X	X	X
Machala	79°58'W	03°15'S	6	X	X	X	X	X	X	X	X
Tulcan	77°42'W	00°49'N	2.950	X	X	X	X	X	X	X	X
Atuntaqui	78°13'W	00°20'N	2.350	X	X	X	X	X	X	X	X
Izobamba	78°54'W	00°22'S	3.058	X	X	X	X	X	X	X	X
Rumipamba	78°35'W	01°01'S	2.628	X	X	X	X	X	X	X	X
Ambato	78°37'W	01°15'S	2.540	X	X	X	X	X	X	X	X
Riobamba	78°39'W	01°39'S	2.769	X	X	X	X	X	X	X	X
Cañar	78°56'W	02°34'S	3.104	X	X	X	X	X	X	X	X
Cuenca	78°58'W	02°55'S	2.527	X	X	X	X	X	X	X	X
Loja La Toma	79°23'W	03°59'S	2.135	X	X	X	X	X	X	X	X
Loja La Argelia	79°12'W	04°00'S	2.238	X	X	X	X	X	X	X	X

Cuadro 2.1 Datos Meteorológicos Mensuales Disponibles De Las 34 Estaciones Adicionales, Seleccionadas Para Este Estudio Período: 1965-1984

ESTACIONES	UBICACION GEOGRAFICA			PARAMETROS METEOROLOGICOS					
	long.	lat.	altura s.n.m. m.	lluvia mm.	Temp Maxima Media °C	Temp Minima Media °C	Temp. Max. Media °C	Velocidad del Viento m/s	Humedad Relativa %
Inguincho	78°21'W	00°17'N	3.170	X	X	X	X	X	X
San Simon	78°59'W	01°38'S	2.600	X	X	X	X	X	X
Ibarra	78°08'W	00°21'N	2.228	X	X	X	X	X	X
San Gabriel	77°50'W	00°46'N	2.860	X	X	X	X	X	X
Otavalo	78°16'W	00°14'N	2.556	X	X	X	X	X	X
San Pablo del Lago	78°11'W	00°13'N	2.680	X	X	X	X	X	X
Machachi	78°33'W	00°30'S	2.950	X	X	X	X	X	X
Tabacundo	78°13'W	00°03'N	2.876	X	X	X	X	X	X
Santa Isabel	79°19'W	03°16'S	1.598	X	X	X	X	X	X
Zaruma	79°37'W	03°42'S	1.150	X	X	X	X	X	X
Quito Inamhi	78°28'W	00°08'S	2.812	X	X	X	X	X	X
Paute	78°45'W	02°47'S	2.289	X	X	X	X	X	X
San Pablo de Atenas	79°03'W	01°49'S	2.750	X	X	X	X	X	X
Guaslan	78°39'W	01°44'S	2.750	X	X	X	X	X	X
Macara	79°57'W	04°23'S	430	X	X	X	X	X	X
Latacunga	78°37'W	00°54'S	2.785	X	X	X	X	X	X
Ucubamba	78°58'W	02°53'S	2.510	X	X	X	X	X	X
Pastaza	78°03'W	01°30'S	1.043	X	X	X	X	X	X
Chillanes	79°04'W	01°59'S	2.300	X	X	X	X	X	X
El Angel	78°06'W	00°47'N	3.055	X	X	X	X	X	X
Cotopaxi	78°33'W	00°42'S	3.560	X	X	X	X	X	X

Cuadro 2.1 Datos Meteorológicos Mensuales Disponibles De Las 34 Estaciones Adicionales, Seleccionadas Para Este Estudio Período: 1965-1984 (Cont.)

ESTACIONES	UBICACION GEOGRAFICA			PARAMETROS METEOROLOGICOS					
	long.	lat.	altura s.n.m. m.	lluvia mm.	Temp Maxima Media °C	Temp Minima Media °C	Temp. Max. Media °C	Velocidad del Viento m/s	Humedad Relativa %
Gualaceo	78°46'W	02°54'S	2,360	X	X	X	X	X	X
Puerto Ila	79°23'W	00°33'S	260	X	X	X	X	X	X
Quininde	79°28'W	00°20'N	95	X	X	X	X	X	X
Camposano	80°23'W	01°35'S	-	X	X	X	X	X	X
Isabel María	79°33'W	01°49'S	7	X	X	X	X	X	X
Milagro	78°34'W	02°08'S	13	X	X	X	X	X	X
Pasaje	79°48'W	03°19'S	15	X	X	X	X	X	X
Babahoyo	79°32'W	01°49'S	-	X	X	X	X	X	X
Sto Domingo Colorados	79°11'W	00°14'S	660	X	X	X	X	X	X
El Carmen	79°27'W	00°16'S	-	X	X	X	X	X	X
Bucay	79°05'W	02°11'S	317	X	X	X	X	X	X
San Lorenzo	78°50'W	01°15'N	5	X	X	X	X	X	X
Daule	79°58'W	01°51'S	20	X	X	X	X	X	X

## 2. Agrícolas

Se dispuso de la siguiente información:

- a. Información estadística anual de 15 provincias del Ecuador, ubicadas 5 en la Costa y 10 en la Sierra, superficie sembrada, superficie cosechada y rendimientos para los años 1962-1983 y de los siguientes productos: caña de azúcar, arroz, arveja, cebada, fréjol, haba, lenteja, maíz suave, maíz duro, trigo, papas y soya.
- b. Información estadística correspondiente a dos rondas censales (una ronda caua 6 meses) del año 1983, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de los mismos productos agrícolas enumerados en el punto a.
- c. Calendarios de siembras y cosechas que pueden verse en el cuadro 2.2 del presente Informe. Estos datos con la información meteorológica sirvieron de base para calcular los índices agroclimáticos.

Existen en el país diferentes épocas de siembra y cosecha dependiendo éstas de las condiciones climáticas predominantes, razón por la que se presenta en este informe un calendario preliminar de cultivos de secano, basados en la información que proporcionó el Banco Nacional de Fomento. Dicho calendario debiera ser verificado con censos apropiados.

## 3. Información sobre las condiciones agroclimáticas y sus efectos en la Agricultura. Período 1965-1984.

Las condiciones agroclimáticas producen efectos positivos o negativos en la agricultura, siendo estas sequías, retrasos en las

Cuadro 2.2 Calendario de Siembra y Cosecha y Meses Considerados Para el Cálculo del Índice Hidrico de los Cultivos

ESTACIONES	Altura snm. m	Lluvia Media (Oct-May)	Cana de Azucar	Arroz	Cebada	Frejol	Maiz Suave	Maiz Duro	Trigo	Patatas	Soya	Cana de Azucar	Arroz	Cebada	Frejol	Maiz Suave	Maiz Duro	Trigo	Patatas	Soya
Prov. Carchí																				
Tulcan	2,950		-	-	12-7	-	10-6	-	12-6	10-6	-			12-5	-	10-3	-	12-4	10-3	
San Gabriel	2,860		-	-	12-7	-	10-6	-	12-6	10-6	-			12-5	-	10-3	-	12-4	10-3	
El Angel	3,055		-	-	12-7	-	10-6	-	12-6	10-6	-			12-5	-	10-3	-	12-4	10-3	
Prov. Imbabura																				
Inguincho	3,170		-	-	2-9	10-2	10-7	-	2-9	5-2	-			2-7	10-1	10-4	-	2-7	5-11	
Atuntaqui	2,350		-	-	2-8	10-1	10-6	-	2-8	5-12	-			2-6	10-12	10-3	-	2-6	5-9	
Ibarra	2,228		*12-6 **6-6	-	2-6	10-1	10-6	-	2-6	5-11	-	*12-3 **6-3		2-4	10-12	10-3	-	2-4	5-8	
Otavalo	2,556		-	-	2-8	10-2	10-6	-	2-8	5-12	-			2-6	10-1	10-3	-	2-6	5-9	
San Pablo del lago	2,680		-	-	2-8	10-2	10-6	-	2-8	5-12	-			2-6	10-1	10-3	-	2-6	5-9	
Prov. Pichincha																				
Izobamba	3,058		-	-	11-8	1-5	10-7	-	11-8	1-8	-			11-6	1-4	10-4		11-6	1-6	
Machachi	2,950		-	-	11-8	1-5	10-6	-	11-8	1-7	-			11-6	1-4	10-3		11-6	1-5	
Tabacundo	2,876		-	-	11-8	1-5	10-6	-	11-8	1-8	-			11-6	1-4	10-3		11-6	1-6	
Quito Inamhi	2,812		-	-	11-8	-	10-6	-	11-8	1-7	-			11-6	-	10-3		11-6	1-5	
Cotopaxi	3,560		-	-	11-9	-	10-6	-	11-9	1-8	-			11-7	-	10-3		11-7	1-6	
Sta. Domingo Colorados	660		*12-6 **6-6	1-4	-	-	-	1-5	-	-	-	*12-3 **6-3	1-4	-	-	-	1-4	-	-	
Puerto Ila	260		*12-6 **6-6	1-4	-	-	-	1-5	-	-	-	*12-3 **6-3	1-4	-	-	-	1-4	-	-	
Prov. Cotopaxi																				
Latacunga	2,785		-	-	10-7	10-2	10-5	10-2	10-7	10-5	-			10-5	10-12	10-2	10-12	10-5	10-2	
Rumipamba	2,628		-	-	10-7	10-2	10-5	10-2	10-7	10-5	-			10-5	10-2	10-2	10-12	10-5	10-2	
Prov. Tungurahua																				
Ambato	2,540		-	-	1-8	6-11	10-6	-	1-8	10-6	-			1-6	6-9	10-3	-	1-6	10-3	

\* El Cultivo Inicial Alcanza Madurez Entre 15-18 Meses.

\*\* Las Socas Entre 10-12 Meses.

Cuadro 2.2 Calendario de Siembra y Cosecha y Meses Considerados Para el Calculo del indice Hidrico de los Cultivos

ESTACIONES	Altura snm. m	Lluvia Media (Oct-May)	Cana de Azucar	Arroz	Cebada	Frejol	Maiz Suave	Maiz Duro	Trigo	Patatas	Soya	Cana de Azucar	Arroz	Cebada	Frejol	Maiz Suave	Maiz Duro	Trigo	Patatas	Soya
Prov. Bolivar Chillanes	2,300		*12-6 **6-6	1-6	12-5	2-6	10-6	8-1	12-5	2-8	-	*12-3 **6-3	1-4	12-3	2-5	10-3	8-12	12-3	2-6	-
San Simon San Pablo de Atenas	2,600 2,750		-	-	12-5	2-6	10-6	-	12-5	2-8	-	-	-	12-3	2-5	10-3	-	12-3	2-6	-
Prov. Chimborazo Gualan	2,750		-	-	12-5	2-6	10-6	-	12-5	2-9	-	-	-	12-3	2-5	10-3	-	12-3	2-7	-
Riobamba	2,769		-	-	10-5	4-8	10-6	-	10-5	10-6	-	-	-	10-3	4-7	10-3	-	10-3	10-4	-
Bucay	317		*12-3	1-4	-	5-8	-	10-2	-	-	-	*12-12	1-4	-	5-7	-	10-1	-	-	-
Prov. Canar Canar	3,104		-	-	1-9	4-8	9-5	-	1-9	10-7	-	-	-	1-7	4-7	9-3	-	1-7	10-5	-
Prov. Azuay Sta. Isabel	1,598		*12-6 **6-6	-	-	10-2	-	1-6	-	-	-	*12-3 **6-3	-	-	10-1	-	1-5	-	-	-
Paute	2,289		*12-6 **6-6	-	-	10-2	10-6	-	-	-	-	*12-3 **6-3	-	-	10-1	10-3	-	-	-	-
Ucubamba	2,510		-	-	1-8	4-8	10-6	-	1-8	1-8	-	-	-	1-6	4-6	10-3	-	1-6	1-6	-
Cuenca	2,527		-	-	1-8	4-8	10-6	-	1-8	1-8	-	-	-	1-6	4-6	10-3	-	1-6	1-6	-
Gualaceo	2,360		*12-6 **6-6	-	-	10-4	10-6	-	1-8	1-8	-	*12-3 **6-3	-	-	10-3	10-3	-	1-6	1-6	-
Prov. Loja Loja la Argelia	2,238		-	-	12-6	10-2	10-6	-	12-6	-	-	-	-	12-4	10-1	10-3	-	12-4	-	-
Loja la Toma	2,135		*12-6 **6-6	-	-	10-2	-	-	-	-	-	*12-3 **6-3	-	-	10-1	-	-	-	-	-
Macara	430		*12-6 **6-6	1-6	-	10-2	-	10-2	-	-	-	*12-3 **6-3	1-4	-	10-1	-	10-1	-	-	-
Prov. Esmeraldas San Lorenzo	5		*12-6 **6-6	1-4	-	5-8	-	1-5	-	-	-	*12-3 **6-3	1-4	-	5-7	-	1-4	-	-	-
Quininde	95		*12-6 **6-6	1-4	-	5-8	-	1-5	-	-	-	*12-3 **6-3	1-4	-	5-7	-	1-4	-	-	-
Esmeraldas	23		*12-6 **6-6	1-4	-	5-8	-	1-5	-	-	-	*12-3 **6-3	1-4	-	5-7	-	1-4	-	-	-

\* El Cultivo Inicial Alcanza Madurez Entre 15-18 Meses

\*\* Las Socas Entre 10-12 Meses

Cuadro 2.2 Calendario de Siembra y Cosecha y Meses Considerados Para el Calculo del indice Hidrico de los Cultivos

ESTACIONES	Altura snm. m	Lluvia Media (Oct-May)	Cana de Azucar	Arroz	Cebada	Frejol	Maiz Suave	Maiz Duro	Trigo	Patatas	Soya	Cana de Azucar	Arroz	Cebada	Frejol	Maiz Suave	Maiz Duro	Trigo	Patatas	Soya
La Concordia	300		* 1-6 **6-6	1-4	-	2-5	-	1-5	-	-	2-6	* 1-3 **6-3	1-4		2-4		1-4			2-5
Prov. Manabi Portoviejo	44		* 1-6 **6-6	1-4	-	2-5	-	1-5	-	-	2-6	* 1-3 **6-3	1-4		2-4		1-4			2-5
Composano	-		* 1-6 **6-6	1-4	-	2-5	-	1-5	-	-	2-6	* 1-3 **6-3	1-4		2-4		1-4			2-5
El Carmen Prov. Los Rios Pichilingue	- 73		* 1-6	1-4	-	2-5	-	1-5	-	-	2-6	* 1-3 **6-3	1-4		2-4		1-4			2-5
Isabel Maria	7		* 2-7 **6-6	1-4	-	1-4	-	1-5	-	-	6-10	* 2-4 **6-3	1-4		1-3		1-4			6-9
Babahoyo	-		* 2-7 **6-6	1-4	-	1-4	-	1-5	-	-	6-10	* 2-4 **6-3	1-4		1-3		1-4			6-9
Prov. Guayas Milagro	13		* 2-7 **6-6	1-4	-	1-4	-	1-5	-	-	6-10	* 2-4 **6-3	1-4		1-3		1-4			6-9
Guayaquil	6		* 2-7 **6-6	1-4	-	1-4	-	1-5	-	-	6-10	* 2-4 **6-3	1-4		1-3		1-4			6-9
Daule	20		* 2-7 **6-6	1-4	-	1-4	-	1-5	-	-	6-10	* 2-4 **6-3	1-4		1-3		1-4			6-9
Prov. El Oro Machala	6		*11-6 **6-6	1-4	-	2-5	-	1-5	-	-	6-10	*11-3 **6-3	1-4		2-4		1-4			6-9
Pasaje	15		*11-6 **6-6	1-4	-	2-5	-	1-5	-	-	6-10	*11-3 **6-3	1-4		2-4		1-4			6-9
Zaruma	1.150		*11-6 **6-6	1-4	-	2-5	-	1-5	-	-	6-10	*11-3 **6-3	1-4		2-4		1-4			6-9
Prov. Napo Pastaza Pastaza	1.043		* 3-6 **6-6	6-10	-	6-9	-	1-5	-	-	7-5	* 3-3 **6-3	6-9		6-8		1-4			1-4

\* El Cultivo Inicial Alcanza Madurez Entre 15-18 Meses.

\*\* Las Socas Entre 10-12 Meses.

lluvias, inundaciones, plagas, o, condiciones favorables para el desarrollo de los cultivos. Es frecuente que en la Sierra se presenten "heladas" en cualquier momento de la fase de crecimiento, igualmente ciertas condiciones ambientales favorecen la aparición de enfermedades que afectan a los cultivos.

En la Costa en el año de 1983 se presentaron inundaciones que afectaron seriamente la economía nacional, declarando a muchas provincias del país en estado de emergencia. Una descripción de las condiciones agroclimáticas y sus efectos en la agricultura constan en el Anexo A . Esta información se utilizará cuando se analice el efecto de las condiciones meteorológicas sobre los cultivos.

## B. METODOLOGIA

La evaluación de la productividad de los cultivos en términos cualitativos o cuantitativos puede efectuarse mediante el uso de índices agroclimáticos o modelos de rendimiento. El presente informe hará énfasis en la aplicación del índice hídrico de los cultivos (IHC), sin embargo existen otros índices agroclimáticos (Ravelo y Steyeart, 1983) cuya aplicación está sujeta a la disponibilidad de la información necesaria. Así mismo, el desarrollo, verificación y aplicación de modelos de rendimiento han sido condicionados por la calidad y cantidad de la información meteorológica y agrícola. Ravelo et al. (1985) demuestran la factibilidad del uso de modelos de rendimiento para establecer la productividad del cultivo de cebada en la zona de Guamote. Modelos similares pueden implementarse para otros cultivos y zonas del Ecuador.

En los últimos años se han desarrollado nuevas disciplinas que tratan de evaluar la producción agrícola a través de técnicas seleccionadas siendo una de ellas el uso de satélites meteorológicos para la

agricultura (por ejemplo, el NOAA 9). Es posible evaluar el estado de la vegetación por medio de fotografías ayudando de esta manera a encontrar las relaciones entre condiciones de tiempo y cosechas.

Las técnicas usadas para la interpretación de la información de los satélites y su aplicación en la agricultura fueron explicadas durante la capacitación técnica ofrecida en Columbia-Missouri. Dichas técnicas si bien tienen un futuro promisorio, por su contribución a la evaluación de la productividad agrícola, también tienen sus limitaciones tanto por sus costos como por su sofisticación. Esta información parece mas adecuada para cultivos extensivos. En zonas de minifundio y de cultivos mixtos los resultados que se obtienen son mas dudosos (las parcelas para este tipo de estudio deben tener un area de 1 x 1 km.). Cabe mencionar que la metodología por satélites está aún en la fase experimental en los Estados Unidos, ya que tienen solo dos años de verificación (1983-1984; 1984-1985) y su aplicación está restringida a ciertas áreas de actividades.

#### 1. Índice Hídrico de los Cultivos (IHC)

Este índice fue desarrollado por el CEAS (1979) y se calcula con la siguiente formula:

$$IHC_j = \sum_{i=1}^n P_i K_{Cij}$$

en donde:

$IHC_j$  = índice hídrico expresado en mm para el cultivo j

$P_i$  = precipitación de una fase específica del ciclo vegetativo: así por ejemplo:

$i=1$  para la fase 1 siembra emergencia;

$i=2$  para la segunda fase, crecimiento;

$i=3$  para la tercera fase, reproducción (floración-fructificación);

$i=4$  para la cuarta fase, maduración;

$i=5$  para la quinta fase, cosecha.

$KC_{ij}$  = coeficiente del cultivo j para la fase  $i$ ésima.

En los cuadros 2.3 y 2.4 se presentan los coeficientes de cultivo tomados de los cálculos realizados por Doorembos y Pruitt (1977), es necesario hacer notar que en general los cultivos se caracterizan por tener un valor de KC mayor en la fase de reproducción (floración-fructificación), es decir que indica que las necesidades hídricas de los cultivos son mayores en esta fase.

Este índice permite ponderar la precipitación en función de los requerimientos de agua para cada etapa del cultivo. El Índice Hídrico de los Cultivos (IHC) es fundamentalmente un índice de humedad que toma la precipitación y la pondera de acuerdo a las necesidades del cultivo en diferentes fases de su crecimiento y desarrollo.

Cuadro 2.3 Valores Estimados de los coeficientes de cultivos de ciclo de cultivo decadal.

CULTIVOS	No. Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
Trigo	4	0.20	0.25	0.35	0.45	0.6	0.7	0.85	1.0	1.15	1.15	1.05	1.1																									
	5	0.25	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05	1.05	0.9	0.75																						
	6	0.25	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.6	0.65	0.75	0.85	0.95	1.0	1.05	1.0	0.95	0.85	0.7																			
	8	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.65	0.7	0.8	0.85	0.95	1.05	1.1	1.15	1.2	1.2	1.15	1.1	1.0	0.85	0.8																
Cebada	4	0.2	0.25	0.35	0.45	0.6	0.7	0.85	1.0	1.15	1.15	1.05	1.1																									
	5	0.25	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05	1.05	0.9	0.75																						
	6	0.25	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.6	0.65	0.75	0.85	0.95	1.0	1.05	1.0	0.95	0.85	0.7																			
	8	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.65	0.7	0.8	0.85	0.95	1.05	1.1	1.15	1.2	1.2	1.15	1.1	1.0	0.85	0.8																
Soya	4	0.25	0.3	0.4	0.45	0.55	0.65	0.75	0.9	0.95	0.95	0.85	0.75																									
Arroz	4	0.35	0.35	0.45	0.5	0.55	0.65	0.75	0.85	0.9	1.0	1.05	1.1																									
Caña de Azúcar	12	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.45	0.5	0.5	0.55	0.6	0.65	0.65	0.7	0.7	0.75	0.8	0.8	0.85	0.85	0.9	0.95	0.95	1.0	1.0	1.0	1.0	0.95	0.95	0.95	0.9	0.85	0.85	0.8	0.75	

Cuadro 2.4. Valores Estimados de los Coeficientes de Cultivo (Kc)

CULTIVOS Fc	MESES DEL CICLO DE CULTIVO						
	1	2	3	4	5	6	7
PAPA	4	0.45	0.9	1.1	0.85		
	5	0.45	0.7	1.1	1.1	0.9	
	6	0.4	0.6	0.95	1.15	1.05	0.8
	7	0.40	0.55	0.85	1.10	1.15	1.0
MAIZ SUAVE	5	0.4	0.7	0.9	1.15	0.9	
	6	0.4	0.65	0.9	1.15	1.05	0.8
	7	0.4	0.6	0.9	1.15	1.15	0.95
MAIZ DURO	4	0.35	0.85	1.1	0.75		
	5	0.35	0.55	1.0	1.1	0.85	
FREJOL	4	0.45	0.85	1.15	0.45		
	5	0.4	0.75	1.15	1.1	0.4	
	6	0.35	0.7	1.0	1.15	0.9	0.3
	7	0.35	0.65	1.0	1.15	1.15	0.85
TRIGO	5	0.45	0.85	1.15	1.1	0.4	
	6	0.4	0.8	1.1	1.15	0.95	0.3
	7	0.35	0.6	0.9	1.15	1.15	0.85
CEBADA	5	0.45	0.85	1.15	1.1	0.4	
	6	0.4	0.8	1.1	1.15	0.95	0.3
	7	0.35	0.6	0.9	1.15	1.15	0.85
SOYA	4	0.85	0.75	1.0	0.7		

El Índice Hídrico de los Cultivos (IHC) nos ayuda a detectar si en alguna localidad que se analiza hubo insuficiencia en cuanto a suministro de agua al cultivo o ayuda a evidenciar si hubo exceso de lluvia, lo cual también implica problemas para muchos cultivos.

Para el cálculo del Índice Hídrico de los Cultivos (IHC) es necesario conocer la fecha de siembra del cultivo. Para el presente Informe se utilizó la información del cuadro 2.2.

## 2. COEFICIENTES DE CULTIVO (KC)

Algunos índices agroclimáticos utilizados para evaluar el estado de los cultivos consideran ciertas relaciones hídricas conocidas como coeficientes de cultivo. Los coeficientes de cultivo son la relación entre la evapotranspiración del cultivo considerado y la evapotranspiración del cultivo de referencia.

El  $KC_j$  es un coeficiente de requerimientos hídricos de un cultivo para las distintas fases del ciclo de la planta. El  $KC_j$  fue calculado en base a la siguiente relación:

$$KC_j = \frac{ETP_j}{ETP}$$

en donde:

$KC_j$  = coeficiente hídrico del cultivo, j.

$ETP_j$  = evapotranspiración del cultivo, j.

$ETP$  = evapotranspiración del cultivo de referencia.

Este coeficiente permite ponderar la precipitación en función de los requerimientos de agua para cada fase del ciclo de un cultivo y así obtener el índice hídrico de ese cultivo.

Para escoger los valores apropiados hay que tener en cuenta las características del cultivo, el momento de la siembra y las fases

del desarrollo vegetativo, al igual que la condiciones climaticas generales especialmente viento y humedad relativa.

M. Frere y G.F. Popov (FAO 1980) con referencia a los coeficientes de cultivo dicen "El primer periodo de vegetacion comienza con el nacimiento de la planta y va hasta la aparicion de los organos de reproduccion. Durante este período la evapotranspiración real máxima del cultivo es una fracción de la evapotranspiración potencial de referencia. Esta fracción que aumenta de 0.3 en el momento de nacimiento hasta 0.9-1.0 en la fase de floración es el coeficiente del cultivo.

El segundo período se caracteriza por una capa de vegetación compacta y uniforme del cultivo y abarca todo el período de la floración, el coeficiente de cultivo se caracteriza por valores de 1.0 o levemente superiores hasta 1.2.

El tercer período es es mas importante del cultivo y comienza con la formación del grano, durante este período, el grano se irá desarrollando y madurará, mientras que la parte vegetativa se irá marchitando. Las exigencias de agua del cultivo se irán reduciendo poco a poco y el coeficiente de cultivo disminuirá.

Normalmente no se dispone de valores obtenidos "in situ" pero el cálculo del coeficiente es posible ostenerlo mediante el uso de tablas (FAO 1977).

### 3. Ejemplo de calculo de los coeficientes para el cultivo de papa.

Se requieren para su calculo seguir a los siguientes pasos:

- a. Se establece la fecha de siembra (guiarse por el calendario de siembras y cosechas).
- b. Se establece la duración del período fenológico.

- c. Se busca el valor KC para cada fase fenológica, y según las condiciones ambientales, y se lo grafica.
- d. Los períodos de crecimiento y maduración se representan por rectas que unen los puntos de cada fase.
- e. Se realiza el ajuste de la curva, con los valores obtenidos sean estos, valores decadales o mensuales (Figura 2.2).

Localidad Canar

Cultivo: Papa

Periodo de Cultivo 8 meses

Condiciones meteorológicas: poco viento y humedad relativa media

Duración de las Fases del Cultivo

Fase emergencia            25 días

Fase crecimiento            80 días

Fase reproductiva            75 días

Fase maduración            60 días

Fase cosecha abierto

Valores KC obtenidos:

Fase emergencia            KC 0.4

Fase reproductiva            KC 1.05

Fase maduración            KC 0.85

## EJEMPLO DE CALCULO DE COEFICIENTES KC

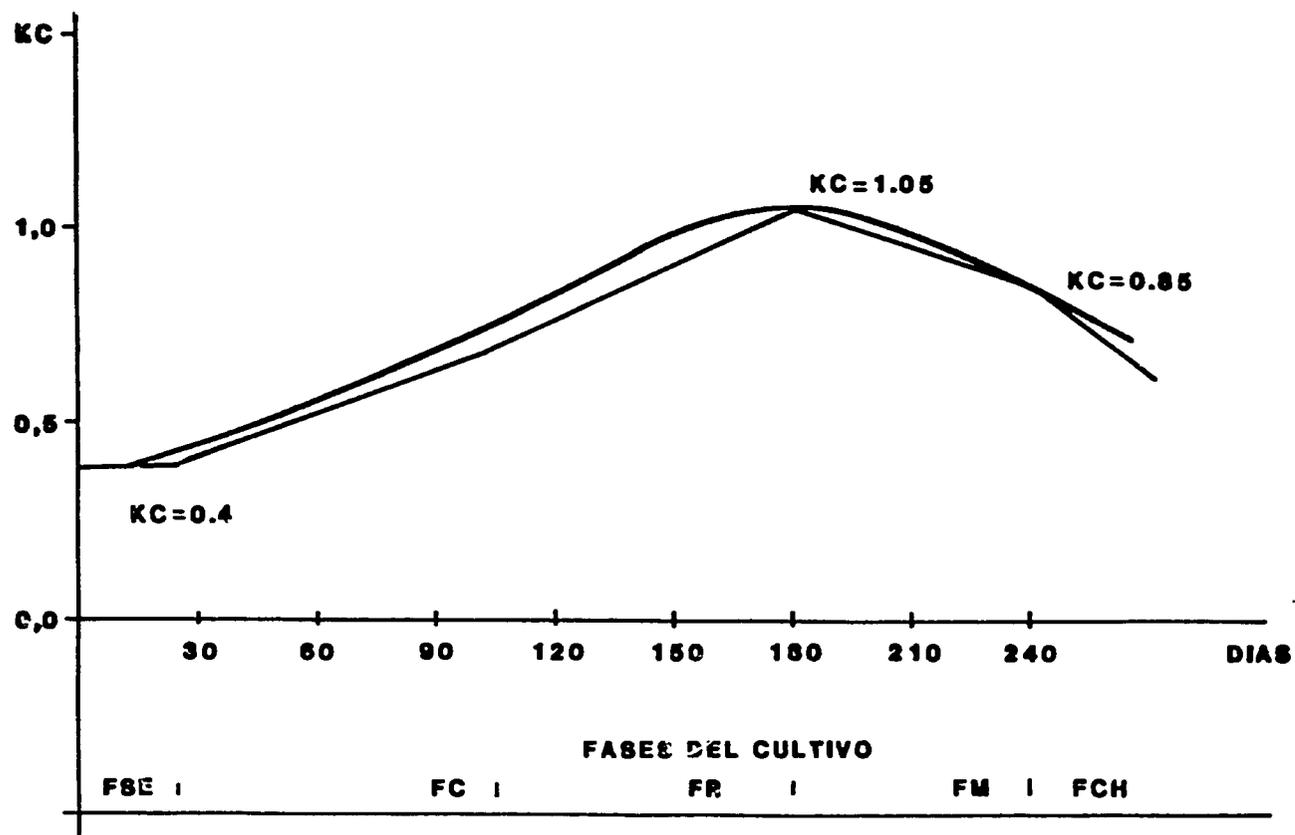


Fig. 2.2 Ejemplo de cálculo de los coeficientes para el cultivo de la papa.

Los valores interpolados de KC representativos para un cada de meses del ciclo del cultivo son los siguientes:

Primer mes	0.44
Segundo mes	0.55
Tercer mes	0.65
Cuarto mes	0.78
Quinto mes	0.95
Sexto mes	1.05
Septimo mes	0.92
Octavo mes	0.85

El cuadro (2.3) presenta los coeficientes decadales estimados de cultivo y el cuadro (2.4) presenta los coeficientes mensuales estimados para los cultivos de maíz (suave, duro) papas fréjol, (arbustivo y voluble), trigo, cebada, soya, arroz (secano) y caña de azúcar.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### A. ANALISIS DE LA SEQUIA PARA EL AÑO 1979 Y SUS EFECTOS EN EL CULTIVO DE PAPA-ESTACION IZOBAMBA.

El año agrícola escogido, es el de 1979 y se lo analizará con respecto al cultivo de papa. El cultivo de papa tiene un ciclo vegetativo que va de 4 a 9 meses según la variedad y zona que se lo cultive, para el presente caso se ha escogido la estación de Izobamba, la cual es representativa de un importante centro de producción papera. En esta zona la siembra principal se realiza en el mes de enero y el ciclo termina con la cosecha en el mes de junio.

##### 1. Mes de Enero

Las papas necesitan en el momento de la siembra, que el suelo tenga suficiente humedad para su brotación. Los montos de lluvia para este mes indican que están en el 62% de lo normal, siendo la cantidad de lluvia bastante menor respecto a lo esperado para este mes.

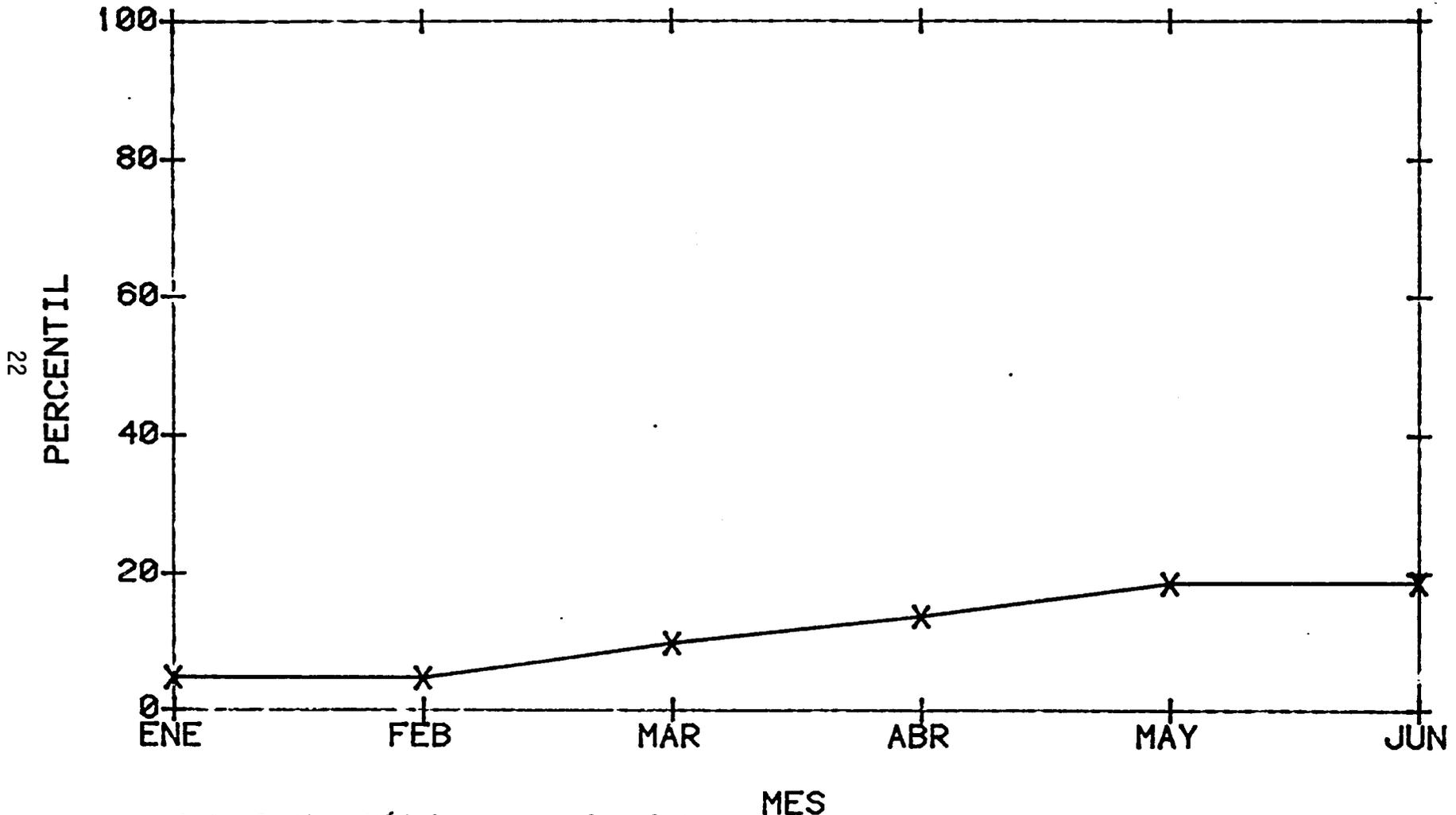
Las siembras que normalmente se realizan en este mes fueron afectadas por la deficiencia de lluvias. De acuerdo al Índice Hídrico del Cultivo de Papas, en su fase siembra-brotación tiene un percentil de 5, lo cual indica una deficiencia hídrica severa para el cultivo (ver Figura 3.1). Informes provenientes de la FAO indican que: "la sequía afectó el último trimestre del año 1978."

##### 2. Mes de Febrero

El monto de lluvia para este mes es de sólo un 30% con respecto a la normal, por lo tanto las lluvias caídas disminuyeron

GRAFICO DE LOS PERCENTILES DE LOS INDICES  
HIDRICOS DEL CULTIVO PAPA

ESTACION: IZOBAMBA AÑO: 1979



3.1 Índice Hídrico para el cultivo de papa en Izobamba

a niveles críticos. El cultivo de papas en febrero se halla en su fase de crecimiento, siendo una etapa en que las lluvias deben satisfacer las necesidades de la planta para su crecimiento y futuro desarrollo. Analizando las condiciones del cultivo por medio del Índice Hídrico de la papa tenemos un percentil 5, equivalente a una sequía severa. Esta situación crítica para el cultivo comenzó en el mes de enero, afectando negativamente el cultivo de papas de esa temporada.

### 3. Mes de Marzo

Para este mes los montos de lluvia dan un porcentaje de 102% con respecto a la normal. Las lluvias han mejorado las condiciones de humedad del suelo con respecto a los dos meses anteriores, sin embargo esta situación no ha sido suficiente como para que se recuperen los cultivos que en el mes de enero y febrero sufrieron el efecto de dos meses continuos de "sequía severa."

El Índice Hídrico del Cultivo de papa nos da para este mes un percentil de 10 lo cual indica condiciones muy críticas para el cultivo y de difícil recuperación de las plantas.

### 4. Mes de Abril

En este mes las lluvias caídas corresponden al 84% con respecto a la normal registrándose nuevamente una disminución en cuanto a la lluvia esperada para este mes. El percentil 14 por medio del cual analizamos las condiciones del cultivo indica una mejoría en las condiciones del cultivo, que viene arrastrando una gran deficiencia hídrica desde el mes de enero en que empezó la campaña agrícola del presente año analizado.

## 5. Mes de Mayo

El total de lluvias para este mes alcanza un porcentaje de 116% con respecto a la normal, pero el Índice de las condiciones de humedad de los cultivos está en el percentil 19, lo cual indica que las condiciones de humedad tienden a normalizarse con respecto a los meses anteriores, sin embargo estas condiciones de mejoría no sería aplicable a los cultivos por cuanto estas no se presentaron en la debida oportunidad.

## 6. Mes de Junio

Las lluvias para este mes son un 69% de la normal y el percentil del índice hídrico del cultivo se halla en el valor 19 lo cual indica estabilidad de las condiciones respecto al mes anterior.

## 7. Evaluación Final

La presente campaña agrícola ha concluído con saldo negativo para el cultivo de papas, ya que en su fase inicial de crecimiento se presentaron sequías severas, la cual persistió en el mes, de Febrero por lo tanto la pérdida de los cultivos fue irreversible. En una segunda fase del cultivo se presentaron lluvias pero las mismas resultaron inoportunas. El Índice Hídrico de los cultivos indicaba problemas como consecuencia de la deficiencia hídrica de los meses iniciales. La sequía que se analiza es la peor que sufrió este cultivo en los ultimos 14 años, situación comparable a la sequía del año de 1966, siendo la de 1979 la más grave.

B. ANALISIS DEL IMPACTO CLIMATICO EN LA ZONA ARROCERA DE LA COSTA, PERIODO 1965-1984 (durante el ciclo vegetativo del cultivo enero-abril)

En la zona arrocera de la región litoral se ha verificado la ocurrencia de deficiencias hídricas moderadas y severas para el cultivo de arroz, durante este período. En la zona de la estación meteorológica de Guayaquil se han presentado deficiencias hídricas moderadas en:

<u>AÑO</u>	<u>Indice Hídrico en Percentiles</u>
1970	20
1978	28
1979	24

Deficiencias hídricas severas en:

<u>AÑO</u>	<u>Indice Hídrico en Percentiles</u>
1968	14
1974	10
1982 (figura 3.2)	5

En la zona de la estación meteorológica de Pichilingue se han presentado deficiencias hídricas moderadas en:

<u>AÑO</u>	<u>Indice Hídrico en Percentiles</u>
1967	20
1970	30
1978	25

Deficiencias hídricas severas en:

<u>AÑO</u>	<u>Indice Hídrico en Percentiles</u>
1968	5
1979	15
1982 (figura 3.3)	10

GRAFICO DE LOS PERCENTILES DE LOS INDICES  
HIDRICOS DE LOS CULTIVOS

ESTACION: GUAYAQUIL

CULTIVO: ARROZ

MES: ABRIL

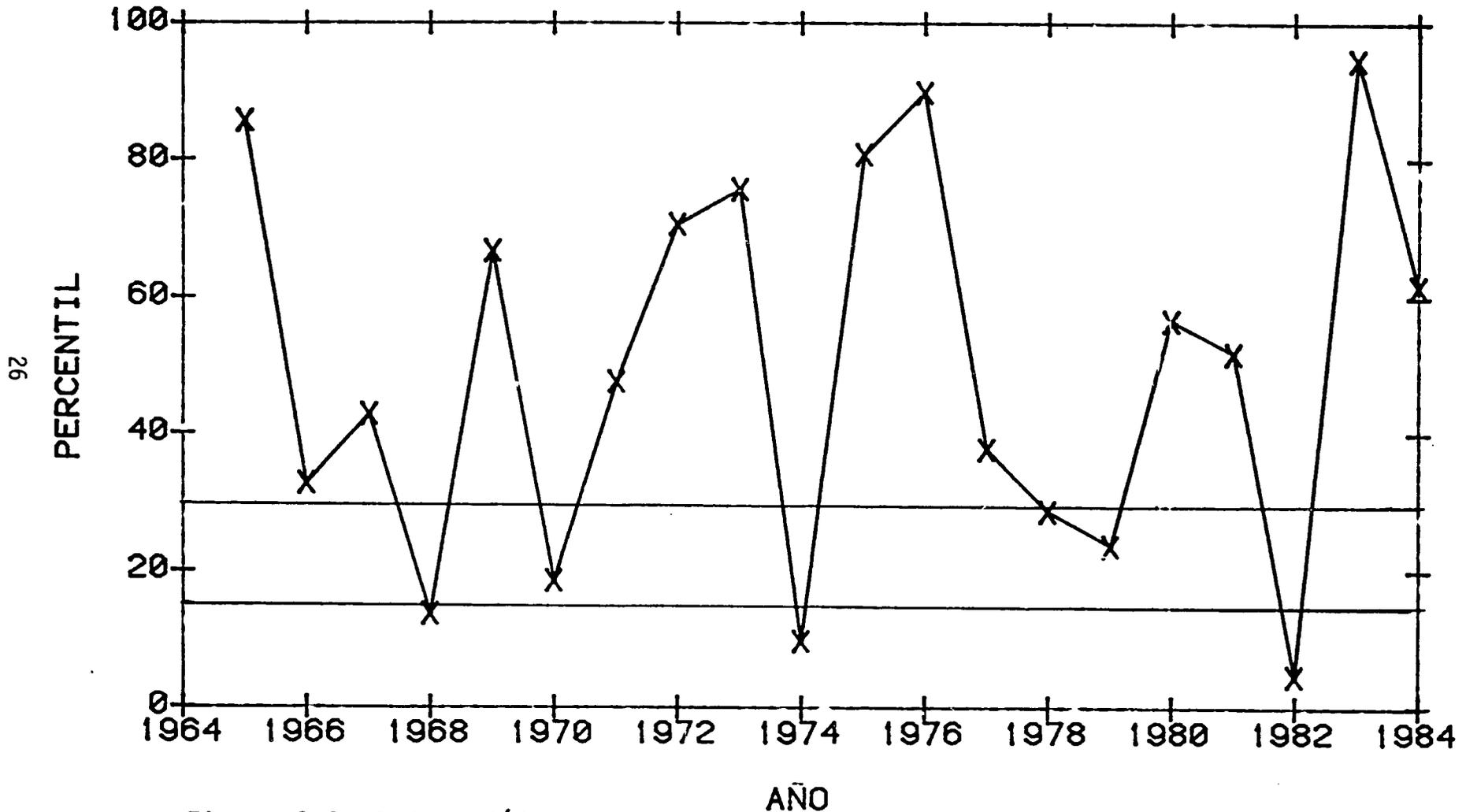


Figura 3.2 Índice Hídrico para el cultivo de arroz en Guayaquil (Abril)

GRAFICO DE LOS PERCENTILES DE LOS INDICES  
HIDRICOS DE LOS CULTIVOS

ESTACION: PICHILINGÜE

CULTIVO: ARROZ

MES: ABRIL

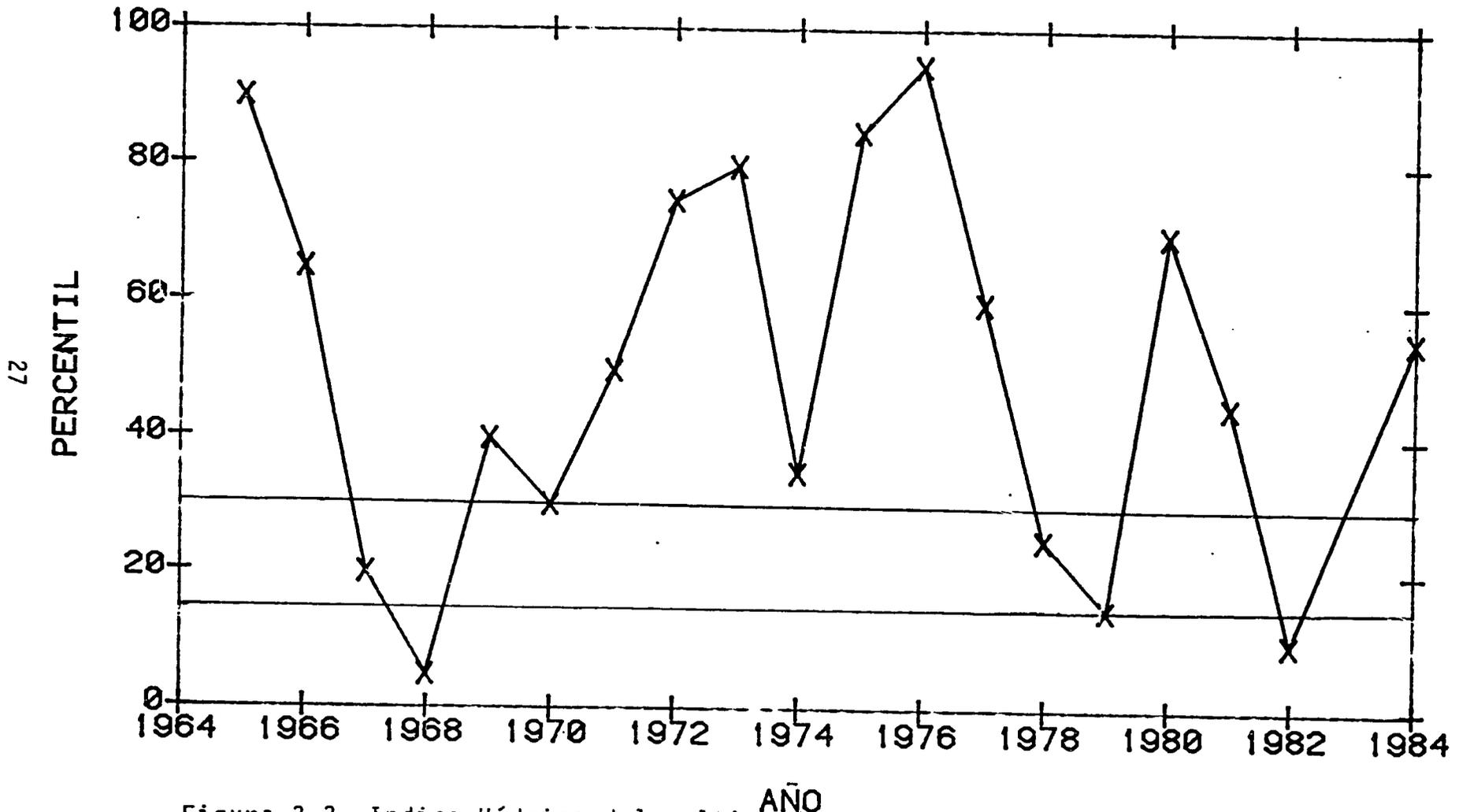


Figura 3.3 Índice Hídrico del cultivo de arroz en Pichilingue (Abril)

C. ANALISIS DE LA SEQUIA Y SUS EFECTOS EN EL AÑO AGRICOLA DE 1968  
CULTIVO-ARROZ EN LA ZONA DE PICHILINGUE

En el año agrícola de 1968, una severa sequía afectó la producción de arroz en la zona de Pichilingue. En los meses previos a la siembra, la estación meteorológica de Pichilingue reportó los siguientes valores pluviométricos: para noviembre de 1967; 5,7 mm equivalente al 13% del valor normal, y, para diciembre de ese mismo año, 30,4 mm equivalentes al 19% del valor normal. Las precipitaciones de enero que alcanzaron un valor de 125,7 mm o sea el 80% del valor normal, permitieron realizar la siembra dentro del calendario agrícola propio de la zona a pesar de que estas precipitaciones fueron insuficientes para que el suelo pueda retener la humedad necesaria para los requerimientos hídricos del cultivo en las áreas de secano. En la primera fase del ciclo vegetativo, siembra-emergencia, que tiene una duración aproximada de 15 a 20 días, los requerimientos hídricos de las plantas son mínimos. El índice hídrico para esa fase estuvo dentro del rango de 20 percentil; este valor indica que el cultivo soportó una sequía moderada (Figura 3.4).

Desde fines de enero hasta fines de febrero, que corresponde a la fase de crecimiento, los requerimientos hídricos del cultivo son más importantes, ya que las plantas necesitan mayor cantidad de agua para su desarrollo. Durante esta fase del cultivo, el índice hídrico fue del 5 percentil lo que indica la ocurrencia de una sequía muy severa. Las precipitaciones registradas en febrero alcanzaron a 195,3 mm que equivalen al 50% del valor normal, esta escasa precipitación agravó aún más el desarrollo del cultivo que vino arrastrando una sequía moderada de la primera fase.

# GRAFICO DE LOS PERCENTILES DE LOS INDICES HIDRICOS

ESTACION: PICHILINGUE

CULTIVO: ARROZ

ANO: 1968

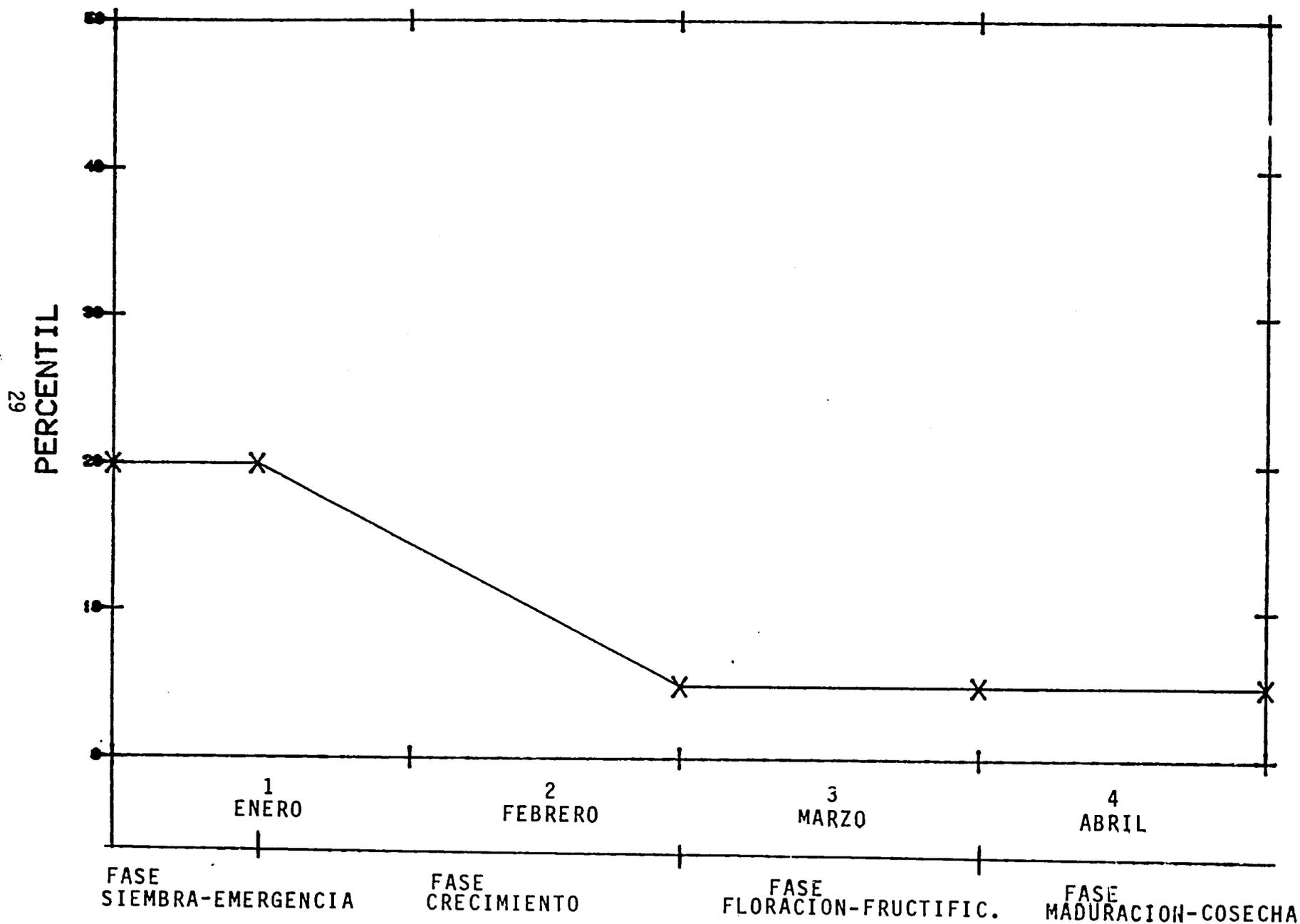


Figura 3.4 Índice Hidrico del cultivo de arroz en Pichilingue (1968)

Al mes de marzo correspondió la fase reproductiva de la planta (floración-reproducción), esta fase es la mas critica del cultivo ya que durante las misma, los requerimientos hídricos alcanzo el nivel máximo. Durante este mes el índice hídrico apenas alcanzó el rango de 5 percentil, lo que nos indica la incidencia de una sequía muy severa. El estado de la fase reproductiva de la planta fue agravado por la presencia de la sequía moderada de la primera fase. Como resultado de esta situación, se produjo una baja producción del cultivo ya que no hubo oportunidad de una resiembra por el déficit de precipitaciones en la zona. En este mes se registró una precipitación de 150,4 mm equivalente al 37% de la normal. El mes de abril corresponde a la última fase del ciclo, madurez-cosecha, en esta fase los requerimientos hídricos del cultivo son mínimos. En ese mes el índice hídrico se presentó en el rango de 5 percentil, es decir de sequía muy severa. La precipitación registrada en ese mes fue de 46,9 mm equivalentes al 14% del valor normal.

Lo antes expresado se puede comprobar con la información que consta en dos boletines del Departamento de Agricultura de los EE.UU (USDA, 1968) que indican: "La producción en Ecuador fue adversamente afectada por severas sequías en los primeros meses del año; las sequías y altas temperaturas redujeron en 1/3 la producción de arroz", y, "severas sequías afectaron a la producción de arroz del país."

#### D. ANALISIS DEL ESTADO DE LOS CULTIVOS DURANTE EL MES DE MARZO DE 1985.

Se realizó el análisis de los condiciones de los principales cultivos mediante la aplicación del índice hídrica para 15 estaciones meteorológicos. Los resultados del análisis se presentan en el Anexo B como parte integrante del Boletín Agroclimático del Ecuador.

El índice hídrico del cultivo en el rango de la percentil 15 a la percentil 30 nos indica la ocurrencias de una deficiencia moderada del recurso hídrico lo que inside directamente en una baja producción. El índice hídrico del cultivo en el rango de la percentil 0 a 15 nos indica la ocurrencia de una deficiencia severa del recurso hídrico que da como consecuencia una muy baja produccion, pudiendo llegarse a límites de pérdida total del cultivo.

Para la zona de Guayaquil la deficiencia hídrica mas severa se registró en el año de 1982 y en la zona de Pichilingue en el año de 1968. Todo lo antes mencionado se puede verificar en las publicaciones internacionales que constan a continuación:

Año	Evento	Fuente de información
1967	Debido a la sequía la cosecha de fue en un 11% por debajo de la cosecha de 1966.	USDA/TWHAGSIT
1968	Severas sequías cubrieron gran parte de la costa y las provincias del sur del país afectando especialmente al cultivo del arroz. La producción en Ecuador fue adversamente afectada por sequías ocurridas en los primeros meses de 1968. Las sequías y las altas temperaturas redujeron la cosecha de arroz cerca de 1/3.	USDA/TWHAGSIT
1970	Las condiciones agrícolas fueron cercanas a la normal despues de dos años de sequía.	USDA/ERS-FOR
1978	Déficit de precipitaciones en el callejón interandino y en la región costanera hizo que disminuyera la producción de arroz.	FAO
1979	Déficit de precipitaciones en la costa, situación que afectó a la producción agrícola.	FAO
1982	Se presentó una deficiencia de humedad en el país.	

- |      |   |     |
|------|---|-----|
| 1982 | El tiempo continúa seco en las áreas de producción de arroz. Continúa la sequía, las reservas de agua para riego son insuficientes.                                     | FAO |
| 1982 | El área norte de la región litoral padece de una severa sequía. Una severa sequía se presentó en Manabí. Persiste condiciones de sequía en el área central de la costa. | FAO |

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### A. CONCLUSIONES

Luego de haber finalizado el curso de capacitacion sobre "Evaluacion de los cultivos por medio de tecnicas agrometeorologicas," se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. La metodologia usada para evaluar el estado de los cultivos por medio de indices agroclimaticos es la herramienta adecuada para obtener informacion cualitativa en la productividad de los cultivos.
2. Los indices fueron evaluados satisfactoriamente para distintos cultivos y las estimaciones a que se llegaron en los anos de estudio fueron coincidentes con informes dados por la FAO y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).
3. Los indices agrolimaticos que se publicaran en los boletines mensuales y que se aplicaran a varios cultivos permitiran mejorar la prediccion sobre el estado de los mismos dando una informacion oportuna y rapida.
4. Si bien es posible utilizar modelos agroclimaticos para la prediccion de rendimiento de cultivos, en el presente informe no se desarrollaron por restricciones en la calidad de la informacion agricola y meteorologica disponible.
5. La metodologia de la aplicacion de las informaciones de los satelites meteorologicos, esta en la fase de experimentacion y comprobacion; el uso de esta tecnologia esta supeeditada al costo y a la sofisticacion de la misma.

## B. RECOMENDACIONES

A traves de la experiencia obtenida es posible recommendar:

1. Verificar la informacion meteorologica y agricola, en cuanto se refiere al control de calidad.

2. Obtener informacion agricola adicional y dessorrollar un archivo de datos agricolas en detalle, con informacion sobre: calendario de cultivos, fases fenologicas, cultivos con riego y de secano, ocurrencia de enfermedades de plantas, etc., a fin de aplicar en forma correcta los coefficients de los cultivos.

3. Desarrollar otros indices y aplicarlos a un mayor numero de localidades y cultivos.

4. Calibrar los indices y modelos agroclimaticos mediante su evaluacion en ensayos de campo.

5. Desarrollar y probar otras metodologicas que ayuden a las ya existentes a evaiuar con mayores elementos de informacion el estado de los cultivos, tal es el caso de la informacion satelitaria, la cual una vez que se supere la fase experimental, podra ser utilizada en forma operativa.

## REFERENCIAS

- CEAS, 1979. A Study of Caribbean Basin Drought/Food Production Problem Final Report, Center for Environmental Assessment Services, Climatic Impact Assessment Division Models Branch of NOAA/NESDIS and University of Missouri-Columbia, Atmospheric Science Department. May (CEAS is now the NOAA/NESDIS Assessment and Information Services Center).
- DOORENBOS, J. and W.O. PRUITT. 1977: Guidelines for Predicting Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 24, Rome, 144 pp.
- FAO, Food and Agriculture Organization. Boletín 1964-1984.
- FRERE, M y G.F. POPOV. 1980. Pronostico de Cosechas basado en datos Agrometeorológicos. FAO Dirección de Producción Vegetal, 17, Roma, 66 pp.
- HARGREAVES, G.H., 1977. World Water for Agriculture, Utah State University.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE ESTADISTICA Y CENSOS, 1984. Sistema Estadístico Agropecuario Nacional por Muestreo por Areas Resultados de la cuarta ronda. Quito-Ecuador.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1985. Datos Meteorológicos del Ecuador, 1965-1984. Quito-Ecuador.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1984. Estadísticas de Producción de Cultivos Agrícolas 1965-1983. Quito-Ecuador.
- PALMER, W.C. 1965. Meteorological Drought, Research paper No. 45, U.S. Department of Commerce Washington, D.C.
- PENMAN, H.L. 1948. Natural Evaporation from Open Water, Base Soil and Grass, Royal Soc. London Proc. Ser. A.193: 120-146.
- RAVELO, A.C. and W.L. Decker, 1979. The Probability Distribution of Soil Moisture Index, Agricultural Meteorology.
- RAVELO, A.C., A.M. PLANCHUELO and T. HODGES, 1985. A barley yield model for Palmira, Ecuador. Paper presented in workshop at IIASA, Austria, 45 pp.
- THORNTHWAITE, C.W. 1948. An Approach Toward a National Classification of Climate, Geograph. Rev. Vol. 38:55-94.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE/THE WESTERN HEMISPHERE AGRICULTURAL SITUATION. Boletín. 1966-1982.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE/WORLD AGRICULTURAL SITUATION. Boletín. 1968-1983.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE/ECONOMIC RESEARCH SERVICE. Boletín. 1965-1969.

A N E X O A

DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES AGROCLIMATICAS  
Y SUS EFECTOS EN LA AGRICULTURA

PERIODO 1965 - 1984

DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES AGROCLIMATICAS  
Y SUS EFECTOS EN LA AGRICULTURA  
PERIODO 1965-1984

FECHA año mes	DESCRIPCION DEL EVENTO	FUENTE <sup>1</sup>
1964-1965	La producción para 1964-1965 fue estimada en un 5% por encima del año anterior. Las pérdidas de los cultivos disminuyó por la intensa sequía ocurrida en el primer trimestre, pero fue compensada por mayores siembras en las costa en donde la lluvia retornó a la normalidad después de casi tres años de sequía. La sequía en las zonas altas afectó al cultivo de papas y otros cultivos regionales. Como consecuencia la producción de papas y maíz decayeron aunque el cultivo de trigo y cebada fueron aceptables.	TWHAGSIT
1965	La producción para 1965 fue estimada cerca de 7% mas alto que el año anterior debido a mejores condiciones atmosféricas, mejores rendimientos y mayor área sembrada en las zonas altas y bajas. Importantes ganancias incluyeron caña de azúcar, frejoles, papas, camotes, higuierilla y bananos.	TWHAGSIT
1965	La producción se incremento en banano, café, caña de azúcar, maíz, papas, con declinación en cacao, frejol y arroz.	WORAGSIT
1966	La producción para 1966 fue afectada por adversidades climaticas a mitad del año pero la cosecha total fue estimada el 2% por encima de 1965, los altos precios estimularon a las plantaciones de arroz, mejoras en los campos resultaron con un significativo incremento en las cosechas de maíz y cebada, la cosecha de papas fue afectada por heladas en las zonas altas centrales.	TWHAGSIT
1966	La situación en Ecuador para 1966 mejora de alguna manera con un incremento en arroz, caña de azúcar, maíz y cebada, la producción de banano, café, fue cerca de los niveles de 1965, pero las lluvias tempranas restringieron la cosecha de cacao, al igual que las heladas de junio afectaron a las papas.	WORAGSIT
1967	La producción en las costa fue afectada por altas lluvias e inundaciones en las costa y por sequías tardías en la Sierra. Sin embargo las condiciones de los cultivos fueron favorables en otras regiones.	TWAGSIT

---

<sup>1/</sup> Ver Referencia bibliografica.

FECHA año mes	DESCRIPCION DEL EVENTO	FUENTE
1967 (cont.)	Debido a la sequía la cosecha de arroz fue 11% debajo de las cosecha de 1966, este déficit fue en parte debido al incremento de otros granos particularmente maiz y cebada. La cosecha de papas y de frijoles estuvieron cerca de sus niveles.	
1967	La agricultura en el Ecuador fue afectada por inusuales lluvias fuertes e inundaciones en gran parte de las costa. Esta situación y sequías tardías afectaron la producción bananera de 1967. La producción de arroz fue también afectada y es de esperar que disminuya en 1/4 menos que la cosecha de 1966. Otros cultivos es de esperar que estén cerca a los niveles de producción del año anterior.	TWHAGSIT
1968	Severas sequías cubrieron gran parte de la costa y las provincias del sur del país afectando especialmente al cultivo de arroz. Las condiciones de crecimiento fueron favorables en otras regiones y las cosechas de trigo, papas, caña de azúcar fueron buenas.	TWHAGSIT
1968	Hacia la mitad del año la producción en Ecuador fue adversamente afectada por serias sequías tempranas ocurridas en 1968, la sequía y altas temperaturas redujeron la cosecha de arroz cerca de 1/3, maiz, algodón, oleaginosas fueron también afectadas.	TWHAGSIT
1969 Oct.	Las cosechas en Ecuador fueron buenas en comparación con la baja de 1968.	TWHAGSIT
1970	Las condiciones agrícolas fueron cerca de lo normal después de 2 años de sequía. El record total de producción fue estimado 11% encima de 1969. Bajas en los precios condicionaron a reducir siembras de arroz. Una mejoría en las condiciones de crecimiento de los cultivos contribuyó a un incremento de cosechas en otros alimentos.	ERS-FOR
1971	La producción agrícola decreció para el café, arroz, cacao, fréjoles, cebada, trigo y banano. Maiz, papas y caña de azúcar tuvieron producción record. La producción de algodón alcanzó producción record, la higuierilia se mantuvo estable y más de la mitad de las plantaciones de banano	MISC

FECHA año mes	DESCRIPCION DEL EVENTO	FUENTE
	<p>fueron convertidas sucesivamente a la variedad Cavendish y que mantiene expectativas en cuanto a su producción.</p>	
1972	<p>La producción agrícola continuó alta pero su nivel de rendimiento decayó por debajo del record de 1971 debido a las fuertes lluvias que redujeron las cosechas. Las papas fueron afectadas por caídas bruscas en los precios, el trigo, cebada, frejoles, tuvieron cosechas reducidas. Una serie de condiciones contribuyó a recobrar al cultivo de arroz y a un incremento en la producción como maíz y caña de azúcar.</p>	TWHAGSIT
1973	<p>Condiciones adversas mantuvieron los rendimientos de 1973 cerca de los niveles de 1972 para la cosecha de granos y otros alimentos.</p>	WORAGSIT
1973	<p>La agricultura no mejoró ni creció en 1973 particularmente por las malas condiciones de tiempo. Excesivas lluvias e inundaciones causaron pérdidas en las cosechas en las provincias de la costa al igual que heladas y sequías causaron daño en la sierra, por lo que la producción de alimentos básicos decayó bruscamente.</p>	TWHAGSIT
1974 Abril	<p>El tiempo fue mas seco y las cosechas tuvieron baja producción.</p>	FAO
1974 Julio	<p>Las condiciones meteorológicas para la siembra y cosecha fueron normales.</p>	FAO
1974 Sept.	<p>Las condiciones atmosféricas para sembrar y cosechar son normales.</p>	FAO
1974 Nov.	<p>Mejoría en las condiciones atmosféricas.</p>	FAO
1974	<p>Los cultivos alimenticios muestran un ligero crecimiento, hay incremento en trigo, arroz y maíz, declinaron en producción los frejoles y papas. El cultivo crucial fue el arroz con un incremento cercano al 6%.</p>	FAO
1975	<p>La producción agrícola tuvo un incremento del 4% a pesar de los daños ocurridos por fuertes lluvias e inundaciones. Excesivas lluvias empañan las perspectivas esperadas sobre los cultivos</p>	TWHAGSIT

FECHA año mes	DESCRIPCION DEL EVENTO	FUENTE
	como trigo, algodón cebada y café, bajas temperaturas afectan al cacao y café, a pesar de las fuertes lluvias un manejo adecuado del agua y una mayor superficie de siembra determinaron una cosecha record en arroz y un incremento brusco en el cultivo de caña de azúcar. Los sistemas de mercadeo no pudieron abarcar la gran cosecha de arroz, sin embargo la producción de alimentos fue insuficiente a la demanda.	
1976 Enero	Fue una continuación del tiempo seco. Los pastos fueron reportados como en condición satisfactoria.	FAO
1976 Feb.	Continúan las condiciones normales de tiempo y los cultivos fueron reportados como buenos.	
1976 Abril	En abril fue reportado un temblor de tierra al este y sur del país.	FAO
1976 Junio	Las condiciones de cosecha están sobre los promedios. Plantaciones, cosechas y tiempo son normales.	FAO
1976 Sept.	Las lluvias mejoran las condiciones de sequía. Un fuerte temblor de tierra en el Cotopaxi al sur de Quito fue reportado.	FAO
1976 Nov.	Fue aprobada una ayuda para las víctimas del temblor.	FAO
1976 Dic.	Comparado con años previos el tiempo atmosférico fue el factor que menos afectó a la agricultura. La actividad agrícola fue limitada por falta de créditos y los precios mundiales que incentivaron cambios en las áreas de cultivo. La producción de forrajes, algodón trigo fue baja. El arroz fue una excepción pero su producción no alcanzó el record de 1975.	TWHAGSIT
1977 Enero	Una ayuda de emergencia fue destinada a las víctimas del terremoto.	FAO
1977 Feb.	En la sierra las deficientes lluvias afectan los cereales. Se detectaron enfermedades de plantas por culpa de la sequía.	FAO

FECHA año mes	DESCRIPCION DEL EVENTO	FUENTE
1977 Mar.	A pesar de que la lluvia fue normal en las provincias del norte de las Sierra, no fué suficiente para aliviar a cultivos como maíz y frijoles que estaban afectados por lluvias deficientes de febrero. En las áreas de la costa las lluvias causaron algunas inundaciones, en general la situación agrícola tiende a mejorar aunque las plagas se hicieron presentes en areas secas.	FAO
1977 Abril	Se reportan sequías en las sierra e inundaciones en el Litoral.	FAO
1977 May	Las condiciones de sequía de la sierra tiende a mejorar por las lluvias de abril y mayo, cultivos de maíz y frejoles mejoran aunque todavia hay presencia de plagas.	FAO
1977	Las áreas de Manabí sufren pérdidas agrícolas por las fuertes lluvias.	WMO
1977 Julio	El norte y centro de la sierra no se recuperan todavia de los efectos de las sequía y plagas.	FAO
1977 Agost.	El norte y centro de la sierra fueron afectados por los efectos de las heladas.	FAO
1977 Nov.	Las plantaciones de cereales pueden ser completadas en la Sierra debido a tiempo favorable. En la Costa donde los principales cultivos son irrigados prevalece el tiempo seco.	FAO
1977 Dic.	Se reportan heladas en el sur de la Sierra y la falta de lluvia. Los productos de siembra de invierno han sido sembrados. En otras areas fuera de la Sierra han sido sembrados. En otras areas fuera de la Sierra se reporta normalidad.	FAO
1977	Severas sequías y falta de crédito a la agricultura disminuyeron la producción agrícola sobre todo de trigo, maíz, oleaginosas, el arroz de las costa y otros granos declinaron en la producción, papas y cebada disminuyeron debido a la sequía producida en la Sierra. Los cultivos tropicales de la Costa han sufrido menos impactos de la sequía.	MISC

DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES AGROCLIMATICAS  
Y SUS EFECTOS EN LA AGRICULTURA

PERIODO 1978-1983

AÑO	MES	DESCRIPCION DEL EVENTO	FUENTE DE INFORMACION
1978	Feb.	Incidencia de heladas y escaséz de lluvias en la parte sur del callejón interandino, afectan a las siembras de invierno.	FAO
1978	Abril	Este es el segundo año consecutivo con incidencia de sequía que afecta a la parte central y sur del callejón interandino, habiendo sido afectados seriamente los siguientes cultivos: maíz, cebada, trigo, frejol. En el área costanera las grandes precipitaciones de Marzo produjeron inundaciones.	FAO
1978	Abril	Breves precipitaciones tardías de Abril y Tempranas de Mayo compensaro los efectos previos de sequía en las cosechas de los productos.	FAO
1978	Julio	Déficit de precipitaciones en el callejón interandino y en la región costanera del orden de los 24 a los 92%, este fenómeno hizo que disminuya la producción de Banano, arroz, en las costa y en las sierra, de trigo, cebada, fréjol; es decir se afectó en general la producción del país en la etapa crucial del ciclo vegetativo.  Los déficits de precipitaciones ocurrieron entre Noviembre/77 y Abril/78.	FAO
1978	Sepb.	Incremento de plantaciones arroceras fueron fomentadas por el gobierno. El arroz de invierno se sembró a mediados de Mayo y se cosechó entre Noviembre y Diciembre.	FAO
1978	Oct.	Las patatas sembradas en el norte de la sierra y el maíz del sur de la costa siguen siendo afectados por el tiempo seco.	FAO
1978	Dcbre.	La sierra y la costa permanecieron secos; el tizón amarillo afectó al trigo; fueron afectados también el maíz duro en algunos lugares de la costa; el maíz, el trigo y la cebada en algunas areas de la sierra.	FAO

Este año fue anormalmente seco, situación que afectó en grado mínimo a los productos de la costa, hubo buena cosecha de patatas en la sierra.

1978	Marzo	Las condiciones climáticas adversas continúan afectando a los productos de ciclo corto. Si bien se han presentado algunas lluvias. La cosecha de trigo y maíz se realizarán de Junio a Agosto.	FAO
		Los dos años secos se interrumpieron con la presencia de precipitaciones sobre la mayor parte de las provincias del país, beneficiando también las partes altas.	
1979	Mayo	Se presentan precipitaciones en la sierra y en la región oriental, sigue permaneciendo sin precipitaciones la región litoral. Las cosechas se presentan normales.	FAO
1979	Junio	Durante este mes continúa el tiempo seco; se reportan heladas en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Bolivar.	FAO
1979	Oct.	Déficit de precipitaciones en la costa, en el callejón interandino y en el oriente, situación que afectó a la producción agrícola.	WMO
1979	Nvbre.	La presencia de precipitaciones demoraron la finalización de las cosechas. El tiempo seco no afectó al arroz y maíz, productos que se reportan en condiciones satisfactorias.	FAO
1979	Dcbre.	El tiempo seco continúa tanto en la sierra como en la costa; en algunas provincias de la sierra se presentan heladas severas ocasionando grandes daños especialmente al maíz tierno.	FAO
1979	DMXHP	Continúa seca la mayor parte del país, perjudicando la producción agrícola por 3 años consecutivos. Los cereales y en general toda la producción agrícola fué afectada severamente por las adversidades climáticas. Bajaron los rendimientos de producción del maíz, de la cebada, así como también del arroz y de los productos de la costa, exceptuando el algodón.	MISC
1980	Enero	La prolongada sequía afecta a las cosechas.	FAO

1980	Feb.	Las condiciones de sequía siguen prevaleciendo desde septiembre de 1979, afectando severamente a la producción agrícola en grandes áreas de las regiones interandina y litoral. Muchas cosechas se perdieron.	FAO
1980	Marzo	Durante este mes permanecieron secas las provincias de la costa, prevaleció tiempo normal en el resto del país.	FAO
1980	Mayo	En este mes las condiciones fueron similares a las de Marzo; las cosechas en las zonas afectadas estuvieron bajo la normal.	FAO
1980	Mayo	Durante el mes de Mayo y parte de Junio, las precipitaciones fueron normales o sobre las normales y uniforme en las áreas afectadas por la sequía. Las condiciones de cosecha fueron satisfactorias.	FAO
1980	Mayo	La sequía restringió la cosecha de alimentos, particularmente la del arroz.	WORAGSIT
1980	Julio	Durante este mes y parte del mes de Agosto el tiempo fue seco, afectando las cosechas de trigo y maíz. Se reportan heladas en las provincias de Bolívar y Tungurahua.	FAO
1980	Agosto	Este mes se presentó seco en las provincias de Carchi, Imbabura en la región interandina; y en la región litoral en la provincia de Manabí. Esta situación afectó a las siembras de maíz a realizarse en Septiembre y Octubre.	FAO
1980	Sptbre.	Tiempo seco prevaleció en este mes y en parte del mes de Octubre tanto en la zona central como en la región litoral. La sequía demoró la siembra del maíz.	FAO
1980	Octubre	El tiempo seco persiste en gran parte del país.	FAO
1980	Novbre.	En las provincias de Tungurahua y Bolívar se presentan heladas en este mes y en los primeros días de Diciembre.	FAO
1980	Dcbre.	El déficit de humedad y las persistentes bajas temperaturas durante este mes y en la primera parte del mes de Enero en las provincias centrales, demoraron la cosecha del maíz y el ciclo vegetativo de los productos de la sierra.	FAO

		En este año se produjo un cambio de tiempo imprevisto que fue el principal factor que afectó positivamente a la producción de 1980. La producción de cereales subió en un 23%; los productos que incrementaron su producción fueron: Café, banano, caña de azúcar, algodón, tabaco y cacao. El maíz duro soportó una baja de precios como resultado de un incremento de area de producción. La insidencia de buen tiempo y una siembra extra de arroz en Febrero y Marzo, dió como resultado una cosecha jamás alcanzada.	TWHAGSIT
1980-81		El rendimiento alcanzado nos está diciendo claramente de una recuperación en la producción, debida a insentivos de la parte gubernamental y a programas de inversión y, por supuesto, debido a un retorno de la estacion normales de lluvias luego de la prolongada sequia que comenzo' en 1976.	MISC
1981	Enero	El tiempo persiste seco en algunas provincias del norte y centro de la sierra, existe un retraso en la cosecha de productos.	FAO
1971	Febrero	El tiempo seco continúa en algunas provincias centrales de la sierra, situación que demora la cosecha de las áreas cultivadas.	FAO
1981	Marzo	Se presentan fuertes lluvias en grandes áreas de la sierra.	FAO
1981	Marzo	Tiempo seco prevalece sobre la mayor parte del país. Se presentan lluvias fuertes y heldas en algunas provincias. Se espera la cosecha de arroz.	FAO
1981	Julio	Continúa el tiempo seco y se localiza en algunas partes la sequía. El desarrollo de la cosecha de cereales parece ser normal.	FAO
1981	Octbre.	El tiempo seco en Octubre y Noviembre afectó a algunas provincias de la región interandina; las cosechas estuvieron en condiciones medias.	FAO
1982	Marzo	Se presenta una deficiencia de humedad.	MISC
1982	Marzo	Se presentaron 8 semanas de severa sequía en la región central.	MISC

1982	Marzo	El área norte de la región litoral padece de una severa sequía. La cosecha de café fue pobre por la carencia de agua para riego.	FAO
1982	Abril	Una severa sequía se presentó en la provincia de Manabí causando la pérdida de las cosechas de productos de primera necesidad. El agua suministrada para riego fue escasa.  Persiste la sequía hasta los primeros días de Mayo. En Manabí y Guayas se redujo el caudal de agua para riego. Las condiciones de cosecha en el resto del país se reportan en término medio.	FAO
1982	Abril	Lluvias generalizadas mitigan los efectos de la sequía.	FAO
1982	Mayo	Persisten condiciones de sequía en el area central norte de la costa.	FAO
1982	Mayo	El tiempo continúa seco en las areas de producción de arroz.  Disminuye mas la cantidad de agua para riego.	FAO
1982	Mayo	Continúa la sequía, las reservas de agua para riego son insuficientes.	MISC
1982	Julio	Se presentan precipitaciones en forma muy diseminada y son insuficientes para aliviar los efectos de la sequía.	MISC
1982	Julio	Finalmente se presentan las precipitaciones en la zona norte del país por efecto de la presencia de la zona de Convergencia Intertropical desplazada hacia el sur. estas precipitaciones son bienvenidas a las áreas agricolas del altiplano central, ya que es un recurso necesario para adquirir los niveles adecuados de humedad para las siembras de Octubre.	MISC
1982	Sepbre.	La sequía persiste, perjudicando seriamente a las cosechas.	FAO
1982	Sepbre.	Durante el mes de Agosto persiste la sequía en la áreas del sur. Las precipitaciones son una necesidad urgente que permitan tener una buena cosecha de la siembra de primavera.	FAO

1982	Nvbre.	A pesar las lluvias muy diseminadas de primavera, la sequía persiste en la región interandina.	FAO
1983	Enero	Se presentan torrenciales aguaceros despues de Noviembre/82 los mismo que sirvieron para mitigar los efectos de la prolongada sequía de la región litoral y de la región interandina, estas precipitaciones en cambio, provocaron inundaciones las mismas que causaron mucho perjuicio a la agricultura. Las provincias de Guayas y Los Ríos fueron las mas afectadas y fueron declaradas áreas de desastre. También fueron afectadas con inundaciones las provincias de Esmeraldas, El Oro y Manabi. Los daños causados por estas inundaciones tanto en viviendas como en la agricultura son considerables. Se reportan pérdidas de producción de 15.000 Ha. de Soya, 12.000 Ha. de arroz, 10.000 Ha. de caña de azúcar, 12.000 Ha. de Maíz y 5.000 Ha. de banano. La siembra de arroz, y otros productos que se iniciaron en este mes tambien se perdieron, escasea los alimentos y el agua potable.	FAO
1983	Marzo	Torrenciales precipitaciones continúan inundando grandes areas se estima que 1/3 del país esta afectado por inundaciones y alrededor de 1'000.000 de personas estan expuestas a epidemias. En la provincia de Loja 15.000 personas se encuentran aisladas sin acceso de caminos ya que estos fueron destruidos. Ante esta emergencia, la FAO/WFP dieron asistencias emergente de alimentos y medicinas a 100.000 personas por 3 meses.	FAO
1983	Abril	Persisten las grandes precipitaciones agravando el suministro de alimentos en los zonas inundadas de la sierra y la costa. Plantaciones de arroz y maíz se realizan en Santa Elena y en Manabi a fin de recuperar en parte la producción de las areas inundadas. El suministro de alimentos a los damnificados continua con dificultad.	FAO

1983	Mayo	Continúan las precipitaciones agravando la situación de las áreas inundadas en la sierra y la costa. En la provincia de Los Ríos se perdieron alrededor del 82% de las áreas sembradas. En la provincia de Chimborazo un gran deslizamiento de tierras, a efecto del exceso de precipitaciones, se produjo, el mismo que destruyó la carretera panamericana y causó accidentes. El 3 de Mayo el gobierno declaró en emergencia a la ciudad de Quito por las inundaciones.	FAO
1983	Junio	Las precipitaciones desde Mayo decrecieron; la mayor parte de las zonas inundadas permanecen en igual situación especialmente en Guayaquil y en la costa en general. Las aguas de las inundaciones van decreciendo gradualmente permitiendo las labores de rehabilitación y reconstrucción. Los daños causados no han sido aun evaluados solo se sabe que los daños en la producción son muy grandes, habiéndose perdido la mayor parte de las cosechas especialmente en Manabí.	FAO
1983	Agosto	Algunas fuertes precipitaciones de principios de Julio demoraron la recuperación de las zonas inundadas de la costa. Los daños del sector agrícola se reportan en alrededor de los \$250,000.000. Las pérdidas de maíz, caña de azúcar, arroz y soya, de los productos de exportación como bananas, café y cacao decrecieron substancialmente. La FAO contribuyó para la adquisición de 1580 toneladas de fertilizantes, además de otras 2500 toneladas donadas a través de una organización Suiza.	FAO
1983	Novbre.	Durante el mes de Octubre el tiempo seco se resume en zonas afectadas por las inundaciones y todos los demas lugares del país. Este período de receso de precipitaciones, permitió continuar con la rehabilitación de las actividades en todo el país.	FAO

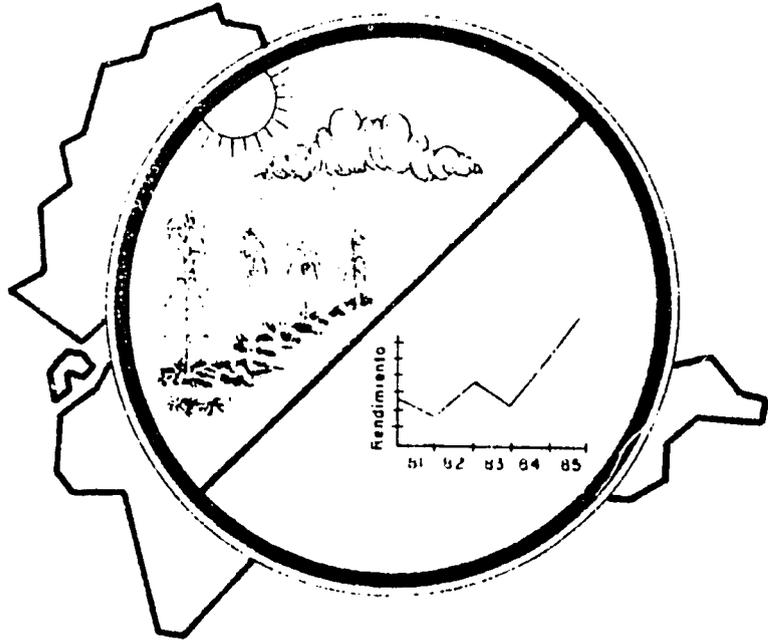
ANEXO B

PROTOTIPO DEL BOLETIN AGROCLIMATICO  
MENSUAL DEL ECUADOR.

# BOLETIN AGROCLIMATICO MENSUAL DEL ECUADOR



PROGRAMA NACIONAL DE  
REGIONALIZACION AGRARIA  
PRONAREG



MARZO - 1985

AÑO I - Nº 6

## CONTENIDO

	Página
1. ANTECEDENTES	
2. INTRODUCCION	
3. ASPECTOS METODOLOGICOS	
4. IMPACTO CLIMATICO	
SINTESIS	
ANALISIS	
a. Región Interandina	
b. Región Litoral	
5. PUBLICACIONES ANTERIORES	
6. GLOSARIO	

## INTRODUCCION

El presente Boletín mensual sobre el impacto climático en la campaña agrícola 1984-1985, es publicado en forma conjunta por el Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG) y por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Al igual que en el primer Boletín de Septiembre-Octubre/84, debemos indicar que uno de sus principales objetivos es el de proveer a los usuarios de información actualizada referente a las condiciones meteorológicas y sus efectos sobre los principales cultivos del país. Es necesario aclarar que el propósito de esta información no es el de predecir los cambios en el estado del tiempo, sino mas bien evaluar y pronosticar el efecto de dichos cambios (especialmente de las precipitaciones), sobre la productividad de los cultivos.

Este informe incluye el análisis de los datos correspondientes a 15 estaciones meteorológicas, previéndose la incorporación de otras estaciones a corto plazo (ver mapa).

Dejamos expresa constancia de nuestro agradecimiento por la colaboración brindada por los departamentos de meteorología de la Fuerza Aerea Ecuatoriana (FAE) y de la Dirección de Aviación Civil (DAC), que nos han proporcionado información meteorológica de datos históricos (series de 1965-1984), así como también nos proporcionan información diaria de 7 estaciones de las 15 que constan en el presente Boletín.

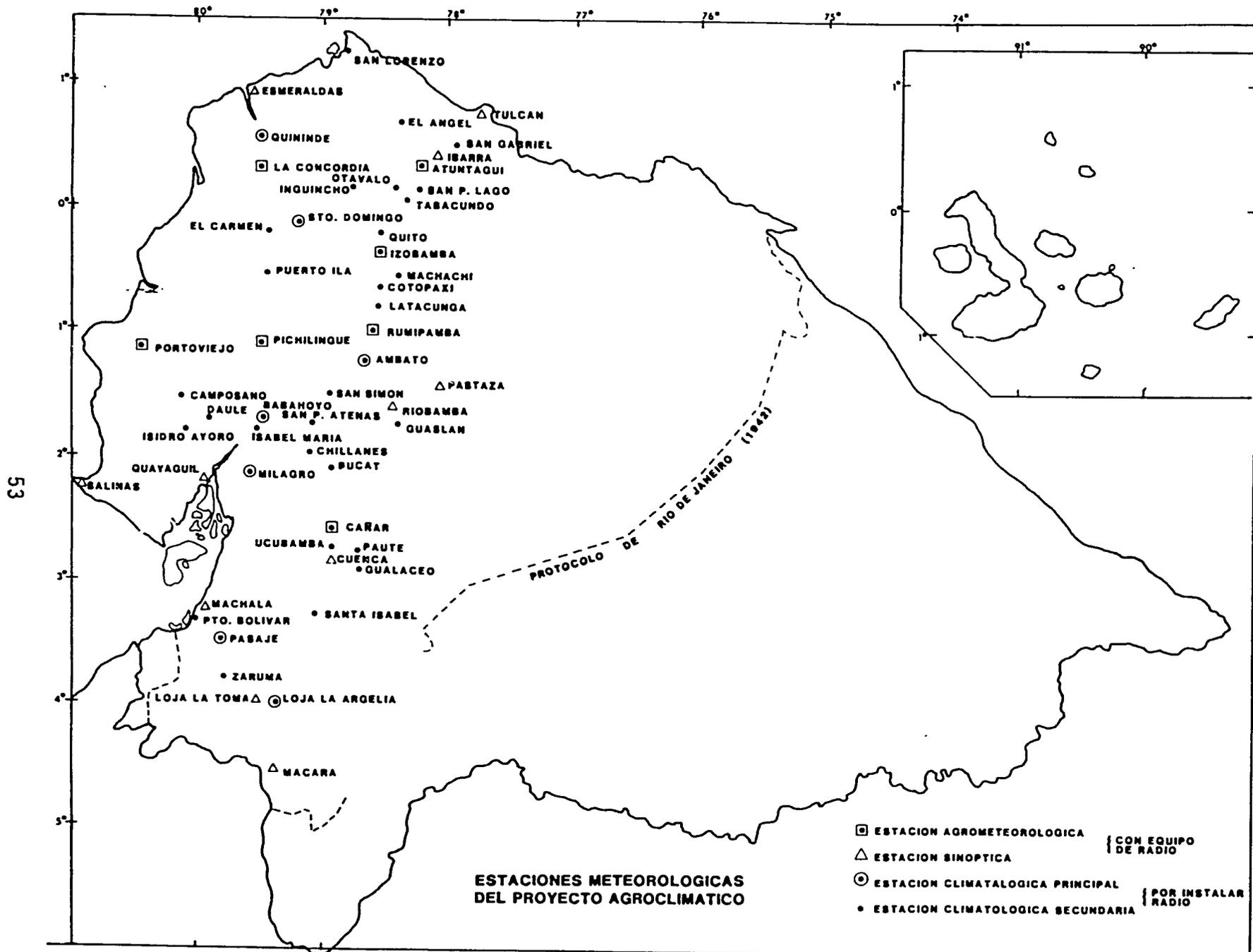


Figura 2.1 Red de estaciones meteorologicas del Proyecto Agroclimatico

## ANTECEDENTES

El clima y la variabilidad climática determinan las prácticas agrícolas y condicionan el desarrollo del sector agrícola en el Ecuador. Las características microclimáticas de cada región determinan cuales cultivos pueden crecer con éxito y el costo de la tecnología que ayude a superar las limitaciones climáticas. Aún en zonas óptimas para un cultivo, las variaciones del clima de un año a otro (sequías, heladas o inundaciones) dañan los cultivos, lo cual conduce a una reducción en la producción agrícola, a un menor ingreso en la finca y a problemas en la economía nacional.

A los fines de utilizar eficientemente los recursos agroclimáticos y reducir el efecto negativo de las adversidades climáticas, el Ministerio de Agricultura y Ganadería por intermedio del Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG) y el Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos por intermedio del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) con el apoyo financiero de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) y la Asistencia Técnica del Servicio Meteorológico de Estados Unidos de Norte America (NOAA/AISC) y la Universidad de Missouri-Columbia, llevarán a cabo el Proyecto "Sistema de Información Agrometeorológica para el Pronóstico de Cosechas y el Desarrollo Agrícola en el Ecuador." El proyecto mencionado desarrollará:

- a) Un sistema de información agrometeorológica en el Ecuador para llenar las necesidades urgentes que existen en la toma de decisiones económicas a corto y largo plazo.
- b) Banco de datos agrícolas y meteorológicos, los cuales se pondrán a disposición de los usuarios.

- c) Modelos agroclimáticos de pronóstico de rendimientos para evaluar el efecto de las condiciones meteorológicas sobre la productividad de los cultivos.
- d) Un sistema de asesoramiento al agricultor tendiente al aumento de la productividad agrícola. Se proveerá asistencias en la selección de cultivos, prácticas agrícolas y manejo de los recursos hídricos de suelo en función de las características climáticas regionales.

Es importante mencionar que el sistema para la evaluación del estado de los cultivos y pronóstico de cosechas, se están llevando a cabo en otros países de Latinoamérica tales como: Perú, Costa Rica, República Dominicana, Belize, Jamaica y Haití, con el financiamiento del AID y ayuda técnica del Departamento de Meteorología de Estados Unidos (NOAA) y de la Universidad de Missouri.

## ASPECTOS METODOLOGICOS

En esta etapa inicial del proyecto, los resultados del análisis se expresan en términos cualitativos. Se han elaborado archivos de datos preliminares para 15 estaciones meteorológicas, se han desarrollado índices agrometeorológicos para los principales cultivos de la región interandina y litoral; los modelos de rendimiento se desarrollarán, una vez que se haya obtenido la información agrícola necesaria.

Los índices expresan la productividad relativa de los cultivos, mientras que los modelos agrícolas permiten pronosticar los rendimientos.

El análisis del impacto climático del estado de los cultivos se ha realizado mediante el análisis de las lluvias diarias y del índice hídrico (Informe Técnico preparado por Oscar Rovère y Miguel Rodríguez, 1985), del calendario agrícola y del estado fenológico de los cultivos.

## IMPACTO CLIMATICO

### SINTESIS

En general todo el país se vió afectado por una deficiencia de precipitaciones. Las precipitaciones se presentaron con una distribución muy irregular con efectos negativos en los cultivos de secano; unicamente las zonas de Portoviejo, Pichilingue y Machala no fueron muy afectadas ya que los valores de lluvia registrados en estas estaciones, se acercan al valor normal.

### ANALISIS

En el cuadro 1 se presentan las precipitaciones registradas durante el presente mes de marzo, los porcentajes de la normal y los índices hídricos de cada uno de los cultivos más importantes para las estaciones en estudio.

#### a. Región Interandina

Durante el mes de marzo, en el área de la estación de Tulcán se verificó la ocurrencia de deficiencia hídrica muy severa que afectó a los cultivos de maíz, papas, trigo y cebada, los mismos que se encontraban en la fase del ciclo vegetativo más crítica (floración-fructificación), fase en la que los cultivos requieren una mayor cantidad de humedad. Esta situación afectó negativamente a los cultivos, lo que hace preveer una reducción considerable en el rendimiento de los mismos. En igual forma, la deficiencia hídrica se hizo sentir en forma severa y para los mismos cultivos, en las áreas de las estaciones meteorológicas de Rumipamba, Riobamba, Cañar y Cuenca, con las mismas consecuencias de bajo rendimiento.

En el área de la estación de Atuntaqui, la deficiencia hídrica de los cultivos fué moderada, situación que también afectó adversamente a la producción.

En el área de la estación de Ambato, la deficiencia hídrica de los cultivos también fué moderada para el maíz suave y las papas, sin embargo fué una deficiencia severa para los cultivos de cebada y trigo, habiendo afectado negativamente la productividad de ambos cultivos.

b. Región Litoral

Durante el mes de marzo, en la región Litoral se presentó el problema de deficiencia hídrica en los cultivos seleccionados (arroz maíz duro, fréjol y soya). La deficiencia hídrica en las áreas de las estaciones de Esmeraldas, La Concordia y Guayaquil. En las áreas de las estaciones de Portoviejo y Machala, la deficiencia hídrica fué moderada.

Esta deficiencia hídrica, igual a la presentada en la región interandina, afectó negativamente a los cultivos, situación que producirá una reducción en los rendimientos normales.

Precipitación mensual en milímetros (mm.)

Porcentaje con respecto a la normal (%)

Percentiles (expresan el índice hídrico de los cultivos en escala 0 a 100)

ESTACIONES METEOROLOGICAS	ELEVACION en m.	PRECIP. MARZO mm.	% de la Normal	INDICE HIDRICO DE LOS CULTIVOS (percentiles)							
				Maíz Suave	Maíz Duro	Papas	Fréjol Arb.	Trigo	Cebada	Soya	Arroz
Esmeraldas	5	35	39	7							9
La Concordia	200	254	48	5			5			10	5
Portoviejo	44	97	91	37			46			46	41
Pichilingue	75	290	71	20			15				20
Guayaquil	6	122	45	15			13				18
Machala	6	96	88	38			43				41
Tulcán	2950	67	60		4	4		9	9		
Atuntaqui	2350	57	64		17			19	19		
Izobamba	3058	69	36		11	3	3	5	5		
Rumipamba	2628	14	25					14	14		
Ambato	2509	28	58		31	30		9	9		
Riobamba	2796	30	52		7	4		3	3		
Cañar	3104	9	14		4	3		2	2		
Cuenca	2527	26	25		6	3		3	3		
Loja La Toma	2135	37	45								

CUADRO No 2

Calendario agrícola para algunos cultivos de las regiones  
Inetrandina y Litoral, Guía agrícola. BNF, 1982

REGION	PROVINCIA	CULTIVO	MESES DE SIEMBRA	DURACION DEL CICLO
	Carchi	Papas	Oct-Ene	4-8 meses
	Imbabura	Papas	Mayo-Agos	
I	Pichincha	Papas	Ene-Mayo	
N	Chimborazo	Papas	Oct-Dic	
T	Bolívar	Papas	Feb-Mayo	
E	Canar y Azuay	Papas	todo el ano	
R	Loja	Papas	Mayo-Oct	
A	Imbabura	Fréjol	Oct-Marzo	3-4 meses el ti
N	Pichincha	Fréjol	Ene-Nov	arbustivo
D	Cotopaxi y Azuay	Fréjol	Oct-Nov	8-9 meses el ti
I	Tungurahua	Fréjol	Jun-Oct	voluble
N	Chimborazo	Fréjol	Abril-Mayo	
A	Bolívar	Fréjol	Febrero	
	Carchi	Cebada	Dic-Feb	5-8 meses
	Imbabura	Cebada	Feb-Marzo	
	Pichincha	Cebada	Nov-Marzo	
	Coto-Chimb-Tung-			
	Canar y Azuay	Cebada	Enero-Mayo	
	Bolívar-Loja	Cebada	Dic-Marzo	
	Sierra	Maíz suave	Oct-Enero	6-10 meses

	Esmeraldas	Maiz duro	Ene-Agos	4-5 meses
L	Manabi-Los Rios y			
I	Guayas	Maiz duro	Ene-Febrero	
T	El Oro	Maiz duro		
O	Costa	Arroz	Enero secano	4-4½ meses
R	Costa	Arroz	Junio con riego	
A	Los Rios	Fréjol	Enero	3-4 meses
L	El Oro	Fréjol	Feb-Mayo	



## PUBLICACIONES ANTERIORES

Se han publicado dos boletines con el titulo "Informe Mensual Preliminar sobre el Impacto Climático en la - Campaña Agrícola 1984-1985 del Ecuador", el primero correspondió a los meses de septiembre-octubre de 1984, el segundo al mes de noviembre de 1984. Se han publicado con el titulo "Boletín Agroclimático Mensual del Ecuador", boletines correspondientes a diciembre/84, enero y febrero de 1985.

Se solicita a los lectores de este boletín agroclimático, tengan a bien hacer llegar sus comentarios a:

Ing. Enrique Suarez

Director Ejecutivo del PRONAREG

M.A.G.

Av. Eloy Alfaro y Amazonas

Quito - Ecuador

Ing. Franco Rios

Director Ejecutivo del INAMHI

Av. Los Shyris 1557 y

Naciones Unidas

Quito - Ecuador

## G L O S A R I O

1. NORMAL O NORMAL CLIMATICA

Es el promedio de todas las observaciones de una variable meteorológica dada (temperatura, precipitación, índices, etc.) para un periodo de 10 a 30 años. Por ejemplo, la normal de la precipitación mensual observada durante 30 años. En algunas localidades se utiliza el valor promedio de un menor número de años.

2. TEMPERATURA MINIMA

La temperatura más baja registrada en un periodo de 24 horas.

3. TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA MENSUAL

La temperatura más baja registrada en un periodo de un mes.

4. TEMPERATURA MINIMA MAXIMA MENSUAL

La más alta de todas las temperaturas mínimas registradas en un mes.

5. TEMPERATURA MINIMA PROMEDIO MENSUAL

Promedio de todas las temperaturas mínimas mensuales registradas en un mes.

6. HELADA METEOROLOGICA

Descenso de la temperatura por debajo de 0° C

7. HELADA AGRONOMICA (según cultivo)

Descenso de la temperatura, no necesariamente por debajo de 0° C que afecta a uno o varios cultivos.

8. INTENSIDAD DE LA HELADA

Temperatura mínima alcanzada durante el mencionado evento.

9. COEFICIENTE DE CULTIVO KC

Coeficiente utilizado para el cálculo del índice hídrico, el

mismo que permite ponderar las precipitaciones de acuerdo al tipo de cultivo y al estado fenológico del mismo.

#### 10. INDICE HIDRICO DEL CULTIVO

Senala la situación de exceso o deficiencia hídrica de los cultivos.

#### 11. PERCENTIL

Expresión relativa del índice hídrico de los cultivos en una escala de 0 a 100. Valores del índice entre 30 y 60 percentil indican condiciones normales del cultivo; valores del índice entre 15 y 30 percentil señalan deficiencia hídrica moderada, y, entre 0 y 15 percentil, el índice senala deficiencia hídrica severa.

#### PORCIENTO DEL VALOR NORMAL

Cociente entre el valor observado y el valor normal, expresado en por ciento.

E S T E   B O L E T I N   E S   D E  
D I S T R I B U C I O N  
G R A T U I T A

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
PROGRAMA NACIONAL DE REGIONALIZACION AGRARIA  
PRONAREG

Avda. Eloy Alfaro y Amazonas 5o piso.

CONVENIO: PRONAREG - INAMHI - AID.