4. Metodología

4.1 Componente climático

Se procedió a la búsqueda e identificación de la información meteorológica, ubicando primero todas las estaciones meteorológicas tipos A, B y pluviométricas con las que cuenta el Servicio Meteorológico Nacional de El Salvador, en el período 1970-1999. Otra condición para la selección de dichas estaciones es que estuviera funcionando para ser fácilmente actualizadas, además que sean confiables y representativas de los lugares de interés de la presente investigación. Se identificaron aproximadamente 90 estaciones, seleccionando únicamente 26 a escala nacional ya que son las que cumplen con las condiciones establecidas.

El control de calidad de los datos consistió en hacer una observación visual de cada serie así como también, se compararon estaciones que presentan condiciones similares y que se encuentran cercanas entre sí, en la misma zona o región. Al detectarse datos o información dudosa, se procedió a revisar la década y/o el cuadro general de lluvia de tal manera que si se encuentra un error en la información digitada o formato papel, se procede a corregirla.

Se preparó la base digital para realizar la extensión y/o relleno de las series con datos faltantes, utilizando el promedio mensual de la serie y el método de la razón normal, obteniendo series completas para las 26 estaciones como se ve del Cuadro 4.1.1 y Figura 4.1.1.

Cuadro 4.1.1: Estaciones meteorológicas seleccionadas, ubicación geográfica.

No.	CODIGO	NOMBRE	LATITUD N	LONGITUD O	ELEVACION
1	Z2	San Francisco Gotera	13º 41.8’	88º 05.4’	250
2	V9	Puente Cuscatlán	13º 36.1’	88º 35.6’	20
3	U6	Santiago de María	13º 29.1’	88º 28.3’	920
4	T6	Acajutla Puerto Nuevo	13º 34.4’	89º 50’	15
5	T24	Los Naranjos	13º 52.5’	89º 40.5’	1450
6	S10	Aeropuerto Ilopango	13º 41.9’	89º 07.1’	615
7	N15	La Unión	13º 19.9’	87º 52.9’	95
8	M6	San Miguel, El Papalón	13º 26.4’	88º 07.6’	80
9	L8	Santa Tecla	13º 41.2’	89º 17.3’	965
10	L4	San Andrés	13º 48.5’	89º 24.4’	450
11	L27	Chiltiupán	13º 35.7’	89º 28.9’	775
12	H8	Ahuachapán	13º 56.6’	89º 51.6’	750
13	H31	Planes de Montecristo	14º 23.9’	89º 21.6’	1861
14	H14	La Hachadura	13º 51.6’	90º 05.4’	30
15	G4	La Palma	14º 17.5’	89º 09.7’	1000
16	G3	Nueva Concepción	14º 07.5’	89º 17.4’	320
17	G13	Las Pilas	14º 21.9’	89º 05.2’	1960
18	C9	Cojutepeque	13º 43.2’	88º 55.6’	880
19	C8	San Francisco Aguilares	13º 57.7’	89º 10.1’	285
20	B6	Sensuntepeque	13º 52.2’	88º 39.0’	650
21	B10	Cerrón Grande	13º 56.3’	88º 47.1’	600
22	B1	Chorrera del Guayabo	13º 59.8’	88º 45.4’	190
23	A27	Candelaria de la Frontera	14º 07.2’	89º 39.1’	700
24	A18	Los Andes	14º 52.5’	89º 38.7’	1770
25	A15	Guija	14º 13.7’	89º 28.7’	485
26	A12	Santa Ana El Palmar	13º 58.6’	89º 34.2’	725

NOTA: N norte, O oeste, Elevación metros sobre el nivel del mar.

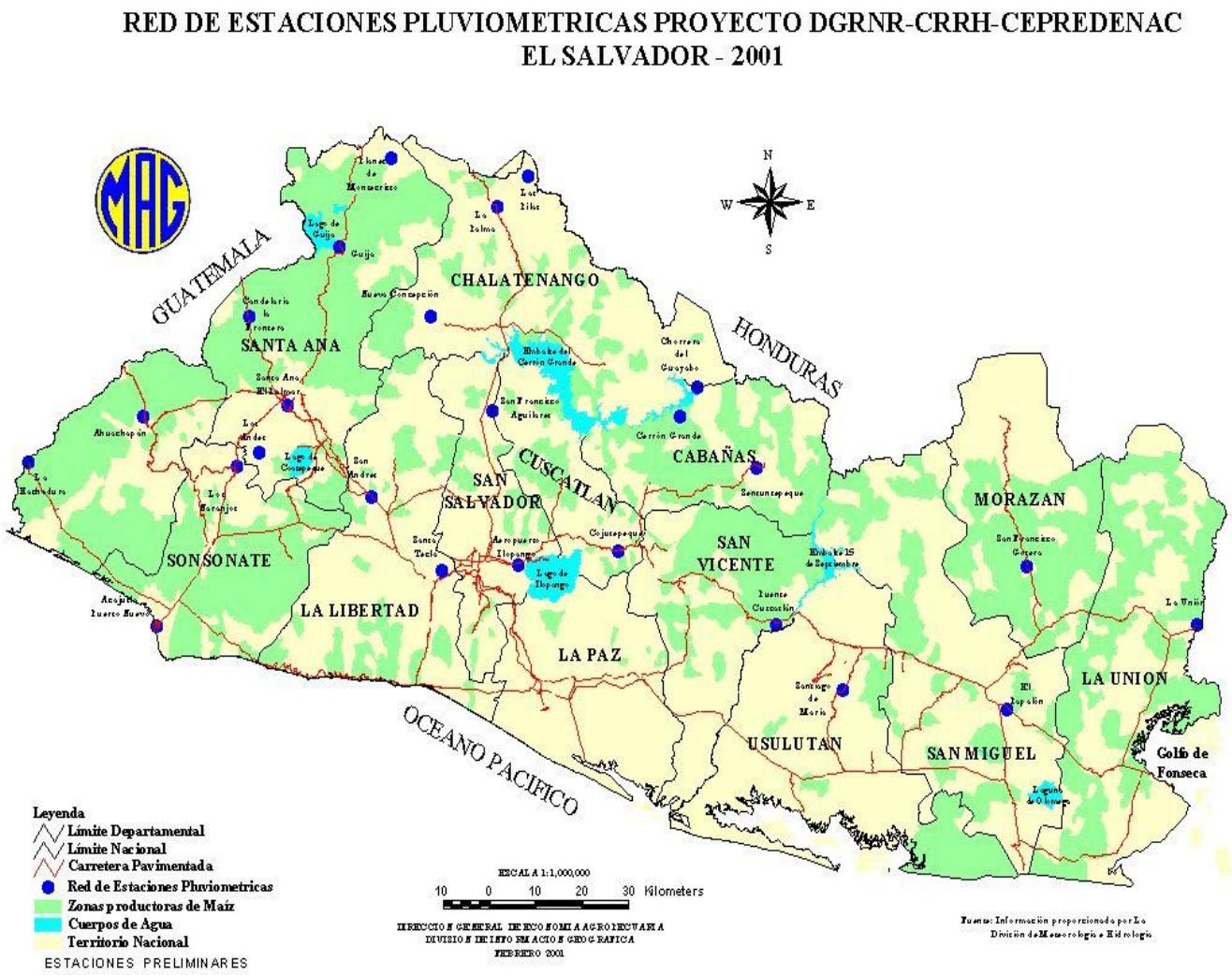


Figura 4.1.1: Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas seleccionadas.

Con las estaciones seleccionadas se procedió a regionalizar el país climáticamente, tal como se explica en el capitulo posterior, para estudiar estaciones representativas de cada región y analizar el comportamiento de las anomalías de dicha variable relativo a los rendimientos de los granos básicos.

La metodología propuesta por Villalobos et al [1997]. Consiste en simular el clima de una región por tres escenarios principales lluvioso, normal y seco. Cada escenario está generado a partir del promedio de un grupo de años con características pluviométricas semejantes.

Con los datos de precipitación anual (x) se analiza el tipo de distribución, por medio de una distribución de frecuencia acumulada. Si resulta ser cercana a la normal, se utiliza el promedio y la desviación estándar (Φ) para crear tres escenarios de acuerdo con la siguiente clasificación:

Seco: $x < -\Phi$ Normal: $-\Phi < x < \Phi$ Lluvioso: $x > \Phi$

Si la distribución no es normal, se utilizan los terciles para definir los tres escenarios:

Seco: x < primer tercil, Normal: primer tercil <x< segundo tercil, Lluvioso: x > tercer tercil

Para el caso de El Salvador se agruparon los años dentro de los tres escenarios usando los terciles, se promediaron los valores mensuales para obtener el comportamiento promedio mensual de cada escenario. Se calcularon anomalías de precipitación mensual en cada estación con base en el escenario normal calculado para el período de 1997 a junio de 1998. También se calcularon anomalías de precipitación acumulada a nivel trimestral para los períodos mayo-junio-julio de 1997 (período pre-lluvioso), agosto-septiembre-octubre de 1997 (período lluvioso) y abril-mayo-junio de 1998 (período post–lluvioso). Con dichos cálculos se crearon 18 mapas de isoyetas mensuales y 3 mapas de isoyetas trimestrales usando el Sistema de Información Geográfica, software ARC-VIEW.

4.2 Componente hidrológico

Primero se preparó el cronograma de funcionamiento de las estaciones hidrométricas y por simple inspección fueron preseleccionadas 12 estaciones de las 72 con base al criterio que interesan aquellas que tienen mayor información de los últimos 30 años, 1970-1999. Sin embargo, no necesariamente implica que ellas dispongan de datos de caudales promedio mensuales que se requieren.

La cantidad de estaciones hidrométricas que han funcionado simultáneamente fue mayor durante el decenio del 70 en contraste con la década del 80 en donde el año 89 funcionaron menos de cinco estaciones. De 12 estaciones seleccionadas inicialmente se desecharon aquellas con información faltante a escala mensual con más del 57% resultando al final 10, tal como se indican en el Cuadro 4.2.1.

Cuadro 4.2.1: Coordenadas de la red de estaciones hidrométricas seleccionadas.

No.	CODIGO	ESTACION	RIO	CUENCA	LATITUD N.	LONGITUD O.
1	28-01-01	Atalaya	San Pedro	San Pedro	13° 37'	89° 50'
2	46-01-08	Citalá	Lempa	Lempa	14° 22'	89° 13'
3	28-01-02	Conacaste Herrado	Ceniza	Bandera	13° 40'	89° 44'
4	38-02-01	Desagüe	Desagüe Ilopango	Jiboa	13° 40'	88° 60'
5	20-01-01	Hachadura	Paz	Paz	13° 51'	90° 06'
6	46-19-01	La Sierpe	Tamulasco	Lempa	14° 02'	88° 57'
7	46-04-02	Las Pavas	Suquiapa	Lempa	14° 02'	89° 18'
8	46-01-05	Paso del oso	Lempa	Lempa	14° 06'	89° 25'
9	46-02-01	San Andrés	Sucio	Lempa	14° 48'	89° 24'
10	46-02-08	San Andrés, ENA	Agua Caliente	Lempa	13° 49'	89° 24'
11	46-01-01	San Marcos	Lempa	Lempa	13° 26'	88° 42'
12	48-01-02	Vado Marín	Gde. de San Miguel	Gde. de San Miguel	13° 18'	88° 17'
13	46-07-01	Osicala	Torola	Lempa	13° 50'	88° 09'

Nota: N.: Norte, O.: Oeste

La fuente de toda la información es el Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional; excepto, parte de la información de la estación Osicala, incorporada posteriormente, que fue proporcionada gentilmente por la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa. (CEL)

Los datos fueron verificados, según criterio experto y se le aplicó control de calidad. Algunos datos fueron omitidos y se corrigieron otros con errores de proceso o cálculo. La ubicación de las estaciones puede observarse en la Figura 4.2.1 donde se muestra el Mapa con las ubicaciones de las estaciones hidrológicas.

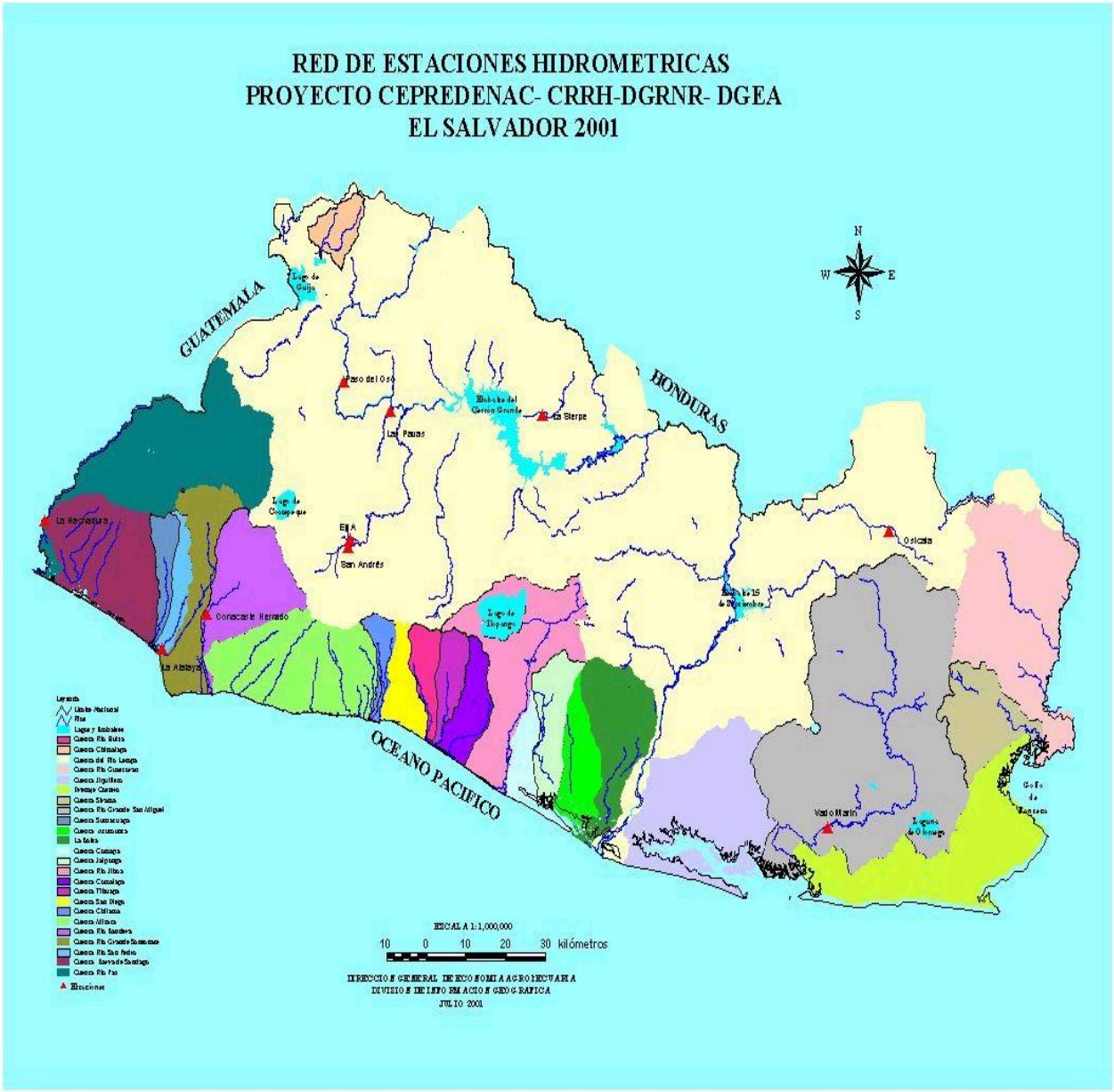


Figura 4.2.1: Mapa de la Red de Estaciones Hidrométricas seleccionadas.

Se procedió luego a verificar la consistencia de los datos, se continuó con el relleno y extensión de las series de caudales promedio mensuales. Para relleno y extensión de las series se utilizó el promedio del período escogido y el método de correlación lineal. Con relación al uso del dato promedio como relleno se verificó que el promedio de los datos originales no difiriera más del 2.5% del promedio de los datos corregidos. La correlación lineal usada fue aquella cuyo coeficiente fuera mayor del 80%. La CEL extendió la serie de la estación Osicala a partir de la correlación lluvia-escorrentía.

4.3. Componente agropecuario

Para el caso de los datos e información del sector agrícola, se recopiló toda la información disponible con datos variados acerca de los principales productos agrícolas que son consumidos en El Salvador, entre ellos existen cuadros de balance, consumo humano, importaciones y exportaciones, estacionalidad de precios y cuadros de retrospectivas con datos de superficie,

producción y rendimiento, en la mayoría de los casos se cuenta con datos de la última década de productos como maíz, frijol, etc.

De la variedad de cuadros y tablas obtenidas se ordenan y clasifican por el tipo de producto y en el orden cronológico típico para ser usadas luego fácilmente. Alguna información será extraída también de dos informes de coyuntura elaborados en el Ministerio de Agricultura, MAG y que tratan del tema del fenómeno de El Niño. La información proporcionada por la Dirección de Economía Agropecuaria, DGEA, del MAG ya pasó por un control de calidad en dicha institución.

Las variables que se analizaron se presentan en el cuadro 4.3.1.

Cuadro 4.3.1: Variables a analizar por sector.

No	SECTOR	VARIABLES DE ANÁLISIS
1	Agrícola	Área cultivada, producción, rendimiento, pérdidas económicas, precios al por mayor, importación y exportación de granos básicos.
2	Forestal	Incendios forestales, área perdida.
3	Energía eléctrica	Generación hidráulica y térmica.

En el cuadro 4.3.2: se presenta las principales actividades agrícolas de cada región climática.

Cuadro 4.3.2: Principales actividades Agrícolas por Región Climática.

REGIONES	PRINCIPALES ACTIVIDADES
I	Granos básicos, café y ganadería.
II	Granos básicos, café y caña.
III	Granos básicos, café y ganadería.
IV	Granos básicos y ganado subsistencia.

En el cuadro 4.3.3. Se presenta el registro de las series de datos por actividad agrícola.

Cuadro 4.3.3: Registro disponible de estadísticas de producción por actividad

ACTIVIDAD	PERIODO	DETALLE
1. Café	1976-98	Año
2. Granos Básicos	1970-98	Año
3. Maíz	1970-96	Cosechas

Para cada uno de los sectores se hace una descripción de los efectos positivos y negativos de la sequía o exceso de lluvias, durante los ciclos de producción en 1997 y principios de 1998, de acuerdo al período de análisis.

Para poder hacer el análisis de los efectos de las variables hidrometeorológicas en los principales cultivos se utilizaron mapas con el uso de suelo tal como se presentan en las figuras a continuación, elaborados por la Dirección General de Economía Agropecuaria dependencia del MAG.

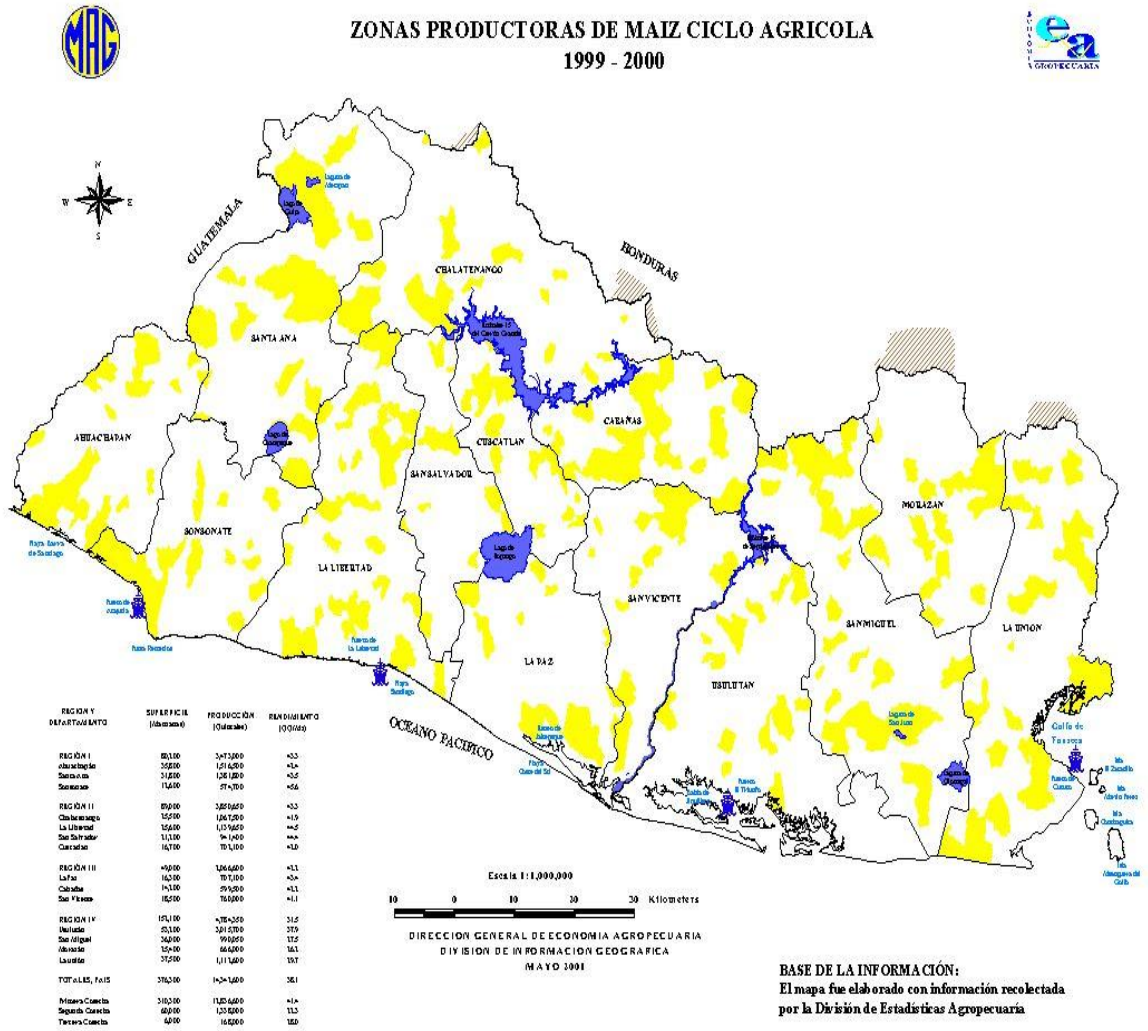


Figura 4.3.1: Mapa de las zonas productoras de Maíz.

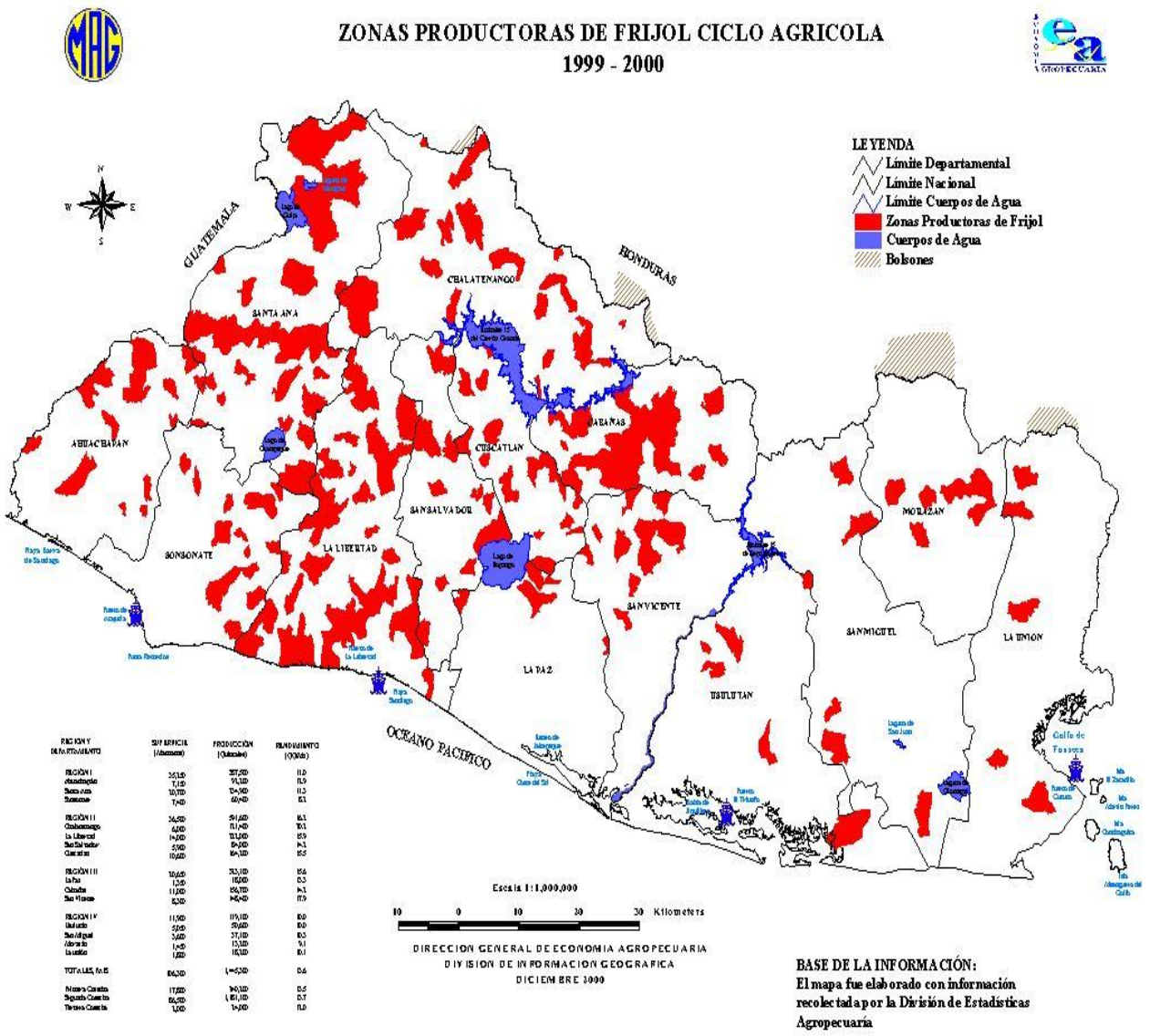


Figura 4.3.2: Mapa de las zonas productoras de Frijol.

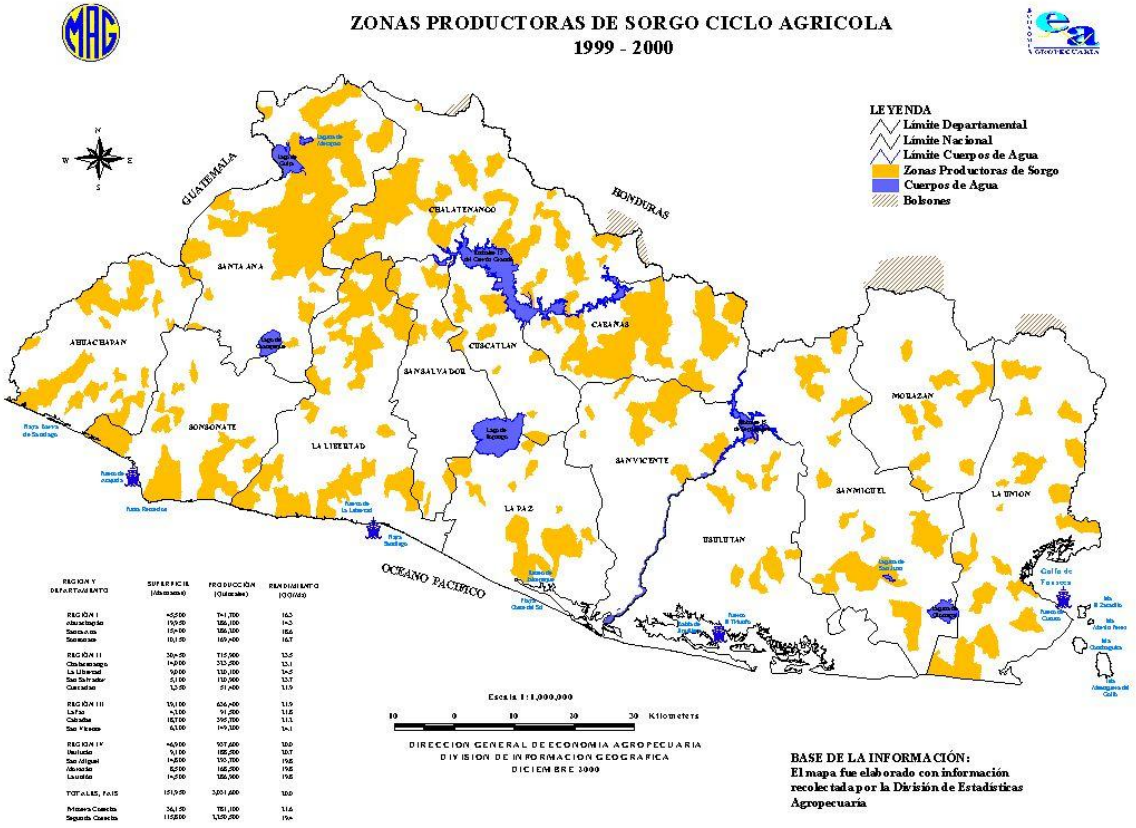


Figura 4.3.3: Mapa de las zonas productoras de Sorgo.

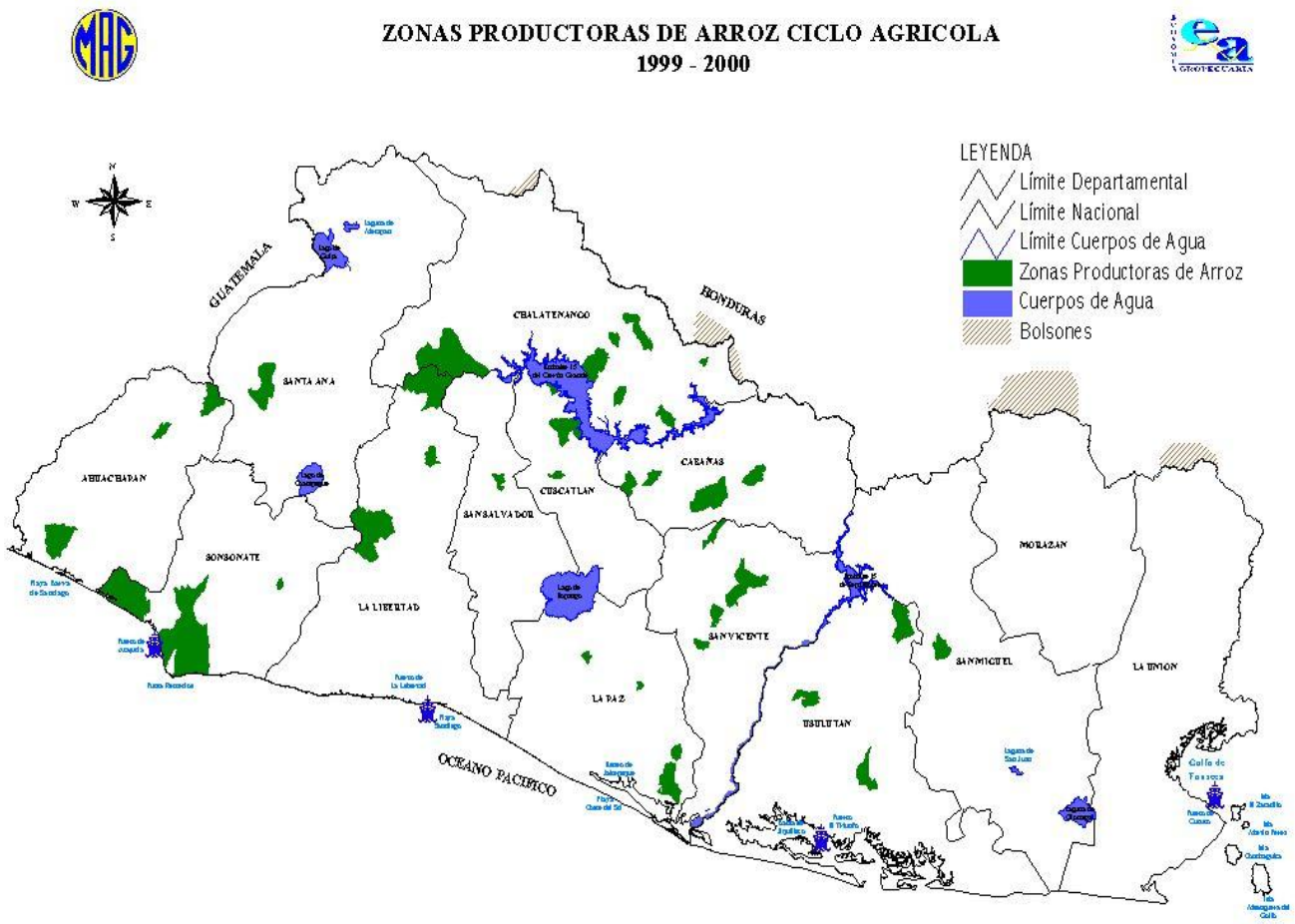
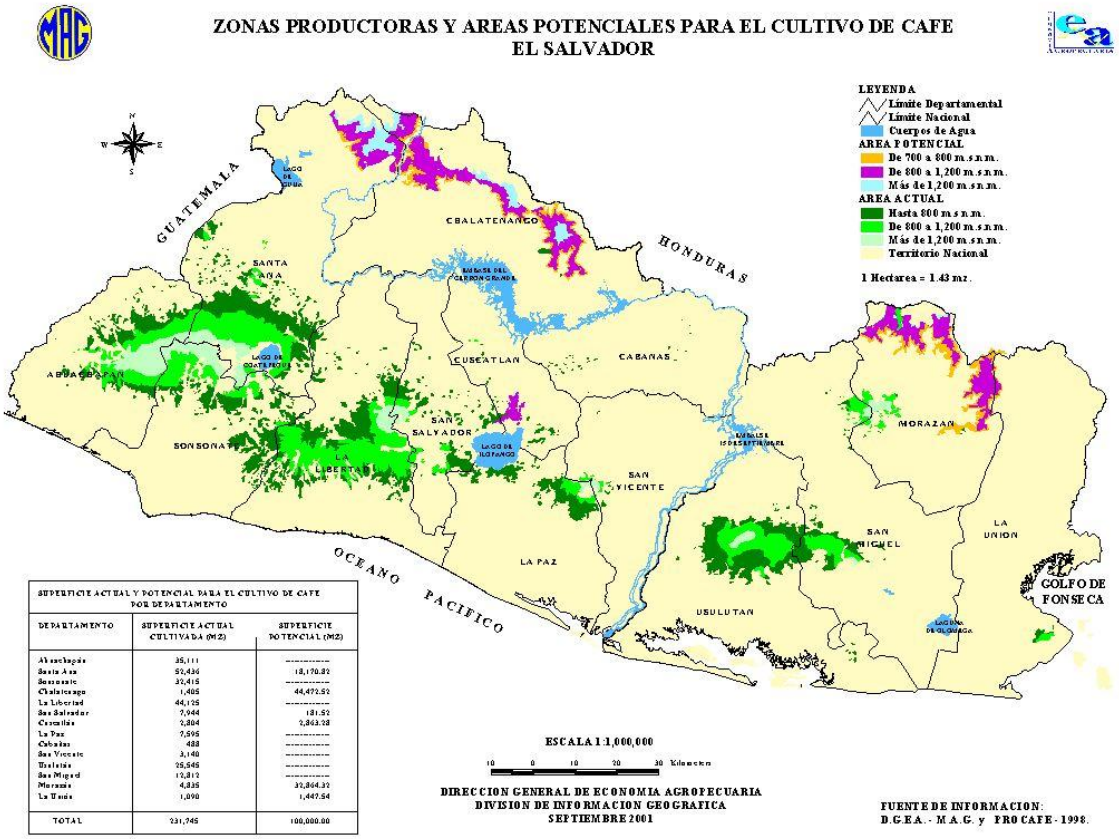


Figura 4.3.4: Mapa de las zonas productoras de Arroz.



SUPERFICIE ACTUAL Y POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE CAFE POR DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE ACTUAL CULTIVADA (MZ)	SUPERFICIE POTENCIAL (MZ)
Ahuachapán	35,111	----------
Santa Ana	52,436	18,170.82
Sonsonate	32,415	----------
Chalatenango	1,405	44,472.52
La Libertad	44,125	----------
San Salvador	7,944	181.52
Cuscatlán	2,804	2,863.28
La Paz	7,595	----------
Cabañas	488	----------
San Vicente	3,140	----------
Usulután	26,545	----------
San Miguel	12,213	----------
Morazán	4,835	31,864.32
La Unión	1,090	1,447.54
TOTAL	231,745	100,000.00

Figura 4.3.5: Mapa de las zonas productoras de Café.

Como se notan de las figuras anteriores el maíz y el sorgo son los dos cultivos que se cosechan en muchas zonas distribuidas en todo el país, inclusive en las mismas zonas, ya sea porque se mezclan los cultivos un mismo anno o intercambian entre los annos. En el caso del frijol, el arroz las extensiones de siembre disminuyen, siendo las menores para el arroz, ambos cultivos ocupan mayores tierras en la parte occidental o central del territorio nacional.

El cultivo del café se distribuye más en zonas del centro y occidente del país, especialmente sobre o alrededor de la cordillera volcánica costera o las montañas del norte fronterizo con Honduras.