

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

ZONIFICACION AGROECOLOGICA PARA EL CULTIVO DE CAFE (Coffea
arabica L.) EN NICARAGUA.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico
Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias
Agrícolas y Recursos naturales del Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado
de

Magister Scientiae

por

ISIDRO HUMBERTO SALINAS MARCENARO

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

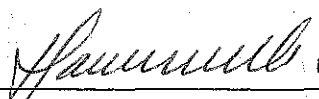
COMITE ASESOR:



Ing. Bruno Rapidel, Esp.
Profesor Consejero



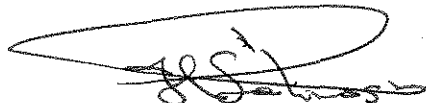
Ing. Javier Saborio, Esp.
Miembro del Comité



Jorge Faustino, M.Sc.
Miembro del Comité

Miembro del Comité

Ramón Lastra, Ph.D.
Coordinador Programa Posgrado-CATIE



Isidro Humberto Salinas Marcenaro
Candidato

DEDICATORIA

Al señor Jesucristo, por darme las fuerzas que me permitieron llegar a concluir este trabajo.

A:

LASTENIA MARCENARO CALDERON.

Mi madre, a quien debo todo lo que soy y lo que pueda llegar a ser.

A mi querida ciudad de León Santiago de los Caballeros, cimiento de todos mis esfuerzos.

ETERNAS GRACIAS

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece los esfuerzos realizados por los integrantes de su comité de tesis Ing. Bruno Rapidel, Jorge Faustino M. Sc., Ing. Javier Saborio.

A Nicaragua, pueblo querido, por su ciudadanía.

Al pueblo costarricense, por la hospitalidad brindada durante dos años de estadía.

A CATIE, por concederme la oportunidad de estudiar en tan prestigioso Centro.

Al organismo DAAD, Alemania, por brindarme las facilidades económicas para la realización de mis estudios.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua, por permitirme la ausencia durante dos años y el apoyo material durante la elaboración de la tesis de grado.

A mi esposa Ana Rosa Castro y a toda mi familia, por su apoyo moral, patentizado hasta el final.

A todo los compañeros de la promoción 89/91, especialmente a los habitantes del edificio SIBERIA, por los buenos y grandes momentos compartidos (Asiático, Eddy, Garzón, Gregorio, Calzada, Celina, Claudia, Carmen, Rosita, Jorge).

BIOGRAFIA

El autor nació en Mayo de 1965 en la ciudad de León, Nicaragua.

En su ciudad natal realizó estudios de primaria y secundaria, trasladándose en 1983 a la capital, donde realiza estudios en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Egresó en 1987 con el título de Ing. Agrónomo.

De 1984 a 1987 realiza diferentes funciones, entre las que destacan: Monitoreo de cátedras en Matemáticas y Estadísticas en la Universidad, profesor de matemáticas y ciencias naturales en el Instituto Secundaria Ramírez Goyena, trabajos de campaña con el Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente, Reforma Agraria y Banco Nacional de Desarrollo.

A partir, de 1988 trabaja para el Programa Nacional de Agrometeorología del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

En Agosto de 1989, realiza curso sobre "Agrometeorología para el manejo del riego" en CATIE (Costa Rica).

En Setiembre de 1989 ingresa al Programa de Posgrado del CATIE en el área de Cuencas Hidrográficas, donde obtiene el grado de *Magister Scientie* en Octubre de 1991.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Biografía.....	v
Tabla de Contenido.....	vi
Resumen.....	viii
Summary.....	ix
Lista de cuadros.....	x
Lista de mapas.....	xi
Anexos.....	xii
INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	2
General.....	2
Específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Ubicación y antecedentes del estudio.....	4
Zonificación de Café en Nicaragua.....	5
DESARROLLO.....	6
CAPITULO I: MATERIALES Y METODOLOGIA.....	6
1. Materiales.....	6
Equipo de cómputo y Programas.....	6
2. Metodología.....	7
CAPITULO II: ASPECTOS AGROECOLOGICOS.....	8
1. Requerimientos agrocológicos del café.....	9
1.1 Precipitación.....	9
1.2 Temperatura.....	10
1.3 Luz solar.....	11
1.4 Suelos.....	12
CAPITULO III: LOS CRITERIOS.....	12
1. Criterios Considerados.....	12
2. Consideraciones básicas al definir los criterios.....	14
3. Análisis de cada criterio.....	16

	Pag.
3.1 Inicio y establecimiento de la floración principal.....	16
3.1.1 El Balance Hídrico.....	16
3.1.2 Resultados.....	20
3.2 Caracterización del número de meses seco/año....	24
3.2.1 Resultados.....	26
3.3 Precipitación media anual.....	29
3.3.1 Resultados.....	30
3.4 Temperatura media anual y del mes de Mayo.....	33
3.4.1 Procedimiento.....	34
3.4.2 Resultados.....	36
3.4.2.1 Temperatura media anual.....	36
3.4.2.2 Temperatura media del mes de Mayo.....	38
3.5 Criterio suelo.....	41
3.5.1 Procedimiento.....	41
3.5.2 Resultados.....	43
CAPITULO IV: ZONIFICACION.....	45
1. Jerarquización de las exigencias agroecológicas....	45
2. Operacionalidad e interpretación cartográfica.....	46
2.1 Diagrama de flujo.....	47
2.2 Mapas bases e intermedios.....	49
2.3 Mapa final.....	50
3. Resultados finales.....	51
3.1 Climáticos.....	51
3.2 Generales.....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
1. Conclusiones.....	55
2. Recomendaciones.....	57
BIBLIOGRAFIA.....	58
ANEXOS.....	61

SALINAS MARCENARO, I. 1991. Zonificación agroecológica para el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en Nicaragua. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 93p.

Palabras claves: Zonificación, Agroecología, Agroclimática, Café, *Coffea arabica*, Nicaragua.

RESUMEN

Las áreas cultivadas con café, en Nicaragua, desde hace más de una década han sido reducidas gradualmente por varias causas; entre otras, la situación bélica del país, la presencia de plagas que superan los umbrales económicos y los bajos rendimientos.

Se propone una zonificación que sirva como herramienta al momento de seleccionar las áreas apropiadas para la renovación o extensión de zonas cafetaleras.

Para definir los criterios que caractericen al cultivo de café, con qué herramientas desarrollarlos y cómo hacerlo, fué necesario determinar los requerimientos edafoclimáticos del cafeto como agroecosistema. Los principales factores que determinan la producción de café son la precipitación, la temperatura y la luz solar.

Los criterios establecidos son: existencia de una floración principal, presencia de un período lluvioso y seco definidos, aptitud del suelo, precipitaciones medias anuales, temperaturas medias anuales, temperaturas medias de mayo. Fueron expresados cartográficamente.

Se emplea el sistema de información geográfica ERDAS para la digitalización, sobreposición y síntesis de cada criterio, hasta obtener el resultado final.

La síntesis cartográfica es el resultado final de la zonificación y se expresa como la sumatoria de todos los criterios.

Esta zonificación es referencial y básica. Al estar realizada en un SIG (ERDAS) se torna dinámica, además puede ser evolutiva. Siempre que se cuente con mayor o mejor información (meteorológica, fisiología, económica, social, y/o de infraestructura) puede ser incluida como otro criterio.

SALINAS MARCENARO, I. 1991. Agroecological Zonification for Coffee Crops (*Coffea arabica* L.) in Nicaragua. Thesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 93p.

Keywords: Zonification, Agroecology, Agroclimatic, Coffee, *Coffea arabica*, Nicaragua.

SUMMARY

The cultivated areas with Coffee crop in Nicaragua, since a decade has been reduced gradually for many causes, like the belic situation in the country, presence of peste which overpass the economic tresholds, low yields.

It is proposed a zonification that can serve as a tool for selecting the appropriate areas to renewe or increase the coffee crop.

To define the criteria which characterizes the crops, the tools for it's development and how to do, it was necessary to determine the edafoclimatic requirements of coffee crop as agroecosystem. The main factors which determines the coffee production are precipitation, temperature and sun light.

The established criteria were: existence of main flowering, presence of defined rainy and dry periods, soil aptitude, anual mean precipitation, anual mean temperature, mean temperature of May. Were expressed cartographically.

It is used the geographic information system (SIG) ERDAS for digitalization, overlaying, and sinthesis of every criteria, until it was obtained the final result.

The cartographic synthesis is the final result of the zonification and it is expressed as the sum of all criteria.

This zonification is referential and basic. As it is done in a SIG (ERDAS) it becomes dynamic and also evolutive. Always counting with more or better information (meteorological, physiological, economic, social y/o infrastructure) can be included as a criteria.

LISTA DE CUADROS

Número	Pag.
1: Areas y rendimientos de café en Nicaragua....	5
2: Jerarquización del criterio de inicio y establecimiento de la floración principal...	20
3: Lista de estaciones clasificadas por el criterio de floración principal de café con balance hídrico.....	22
4: Agrupamiento del número de décadas.....	25
5: Resultados del criterio de meses secos con balance hídrico.....	27
6: Jerarquización de la precipitación media anual.....	29
7: Resultados del criterio de precipitación media anual.....	31
8: Jerarquización de la temperatura media anual y Mayo.....	34
9: Resultados del criterio de temperatura media del mes de Mayo, basado en promedio histórico sobre seis años.....	39
10: Jerarquización de Pendiente.....	43
11: Jerarquización de las variables agroecológicas utilizadas en la zonificación del cultivo de café.....	45
12: Ejemplo de la recodificación realizada en el procesamiento en SIG.....	50

LISTA DE MAPAS

Número	Pag.
1: INICIO Y ESTABLECIMIENTO DE LA FLORACION PRINCIPAL.....	23
2: CARACTERIZACION DE MESES SECOS.....	28
3: PRECIPITACION MEDIA ANUAL.....	32
4: TEMPERATURA MEDIA ANUAL.....	37
5: TEMPERATURA MEDIA DE MAYO.....	40
6: CARACTERIZACION DE SUELO.....	44
7: ZONIFICACION CLIMATICA.....	53
8: ZONIFICACION AGROECOLOGICA.....	54

LISTA DE ANEXOS

Número	Pag.
1. Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas.....	62
2.a : Lista de estaciones empleadas en la zonificación.....	63
2.b: Lista de estaciones empleadas en la zonificación.....	64
3.a: Estimación de Reserva de agua Util. Metodología FAO.....	65
3.b: Estimación de Reserva de agua Util. Metodología FAO.....	66
4: Procedimiento para realizar el estudio de Evapotranspiración Potencial (ETP).....	67
5: Prueba de t por parejas de estaciones.....	69
6: Ecuaciones de regresión de estaciones principales.....	70
7: Nomenclatura de las zonas de vida por región...	70
8: Zonas de vida y región de las estaciones con balance hídrico.....	71
9: Estadísticos para prueba de F.....	72
10: Prueba de F.....	72
11.a: Cuadro de resultados finales de criterios de balance hídrico.....	73
11.b: Cuadro de resultados finales de criterios de balance hídrico.....	74
12.a: Resultados finales de criterio de meses secos/año.....	75
12.b : Resultados finales de criterio de meses secos/año.....	76
13.a: Valores de precipitación anual, temperatura media anual y media de mayo.....	77
13.b: Valores de precipitación anual, temperatura media anual y media de mayo.....	78

Número	Pag.
13.c: Valores de precipitación anual, temperatura media anual y media de mayo.....	79
14 : Mapa de isothermas de Nicaragua.....	80
15 : Datos de ETP calculados con Penman.....	81
16.a : Datos de ETP estimados con Hargreaves y llevados a Penman.....	82
16.b : Datos de ETP estimados con Hargreaves y llevados a Penman.....	83
16.c : Datos de ETP estimados con Hargreaves y llevados a Penman.....	84
17.a : Estaciones con ETP interpoladas.....	85
17.b : Estaciones con ETP interpoladas.....	86
18 : Estaciones con ETP calculados por el Programa Nacional de Agrometeorología.....	87
19.a: Ordenes taxonómicos existentes en Nicaragua.....	88
19.b: Ordenes taxonómicos existentes en Nicaragua.....	89
19.c: Ordenes taxonómicos existentes en Nicaragua.....	90
20 : Mapa de combinación de temperaturas medias anuales y medias de mayo.....	91
21: Mapa de combinación de precipitaciones medias anuales y meses secos.....	92
22: Mapa de combinacion de precipitaciones, meses secos y floración principal.....	93

INTRODUCCION

La economía nicaragüense depende, básicamente, de la agricultura. Los principales productos de agroexportación son café, algodón y caña de azúcar.

Dentro de este sistema, el café aporta el más alto porcentaje del producto interno bruto, generando 63,8 millones de dólares en el ciclo agrícola 90/91 (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991). El 90% de la producción nacional es exportable (Café de Nicaragua, 1978).

A pesar de esto, en la última década las áreas sembradas han sido reducidas desde 137.500 ha en 78/79 hasta 70.3006 ha en 90/91 (MAG, 1991).

Actualmente, Nicaragua necesita aumentar la producción y productividad del cafeto, a fin de mejorar sus ingresos económicos y responder a la crisis nacional e internacional en que se encuentra inmersa. Por ello, se pretenden recuperar y rehabilitar 70.260 hectáreas, a lo largo de los próximos seis años.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería, rector de la caficultura, ha aceptado que constituye el principal rubro tradicional de exportación del país.

Con este propósito promueve la rehabilitación de áreas y el mejoramiento tecnológico del cultivo por medio del crédito sostenido de corto y largo plazo, y el fortalecimiento de la investigación, capacitación, extensión y divulgación tecnológica. Pretende desarrollar un proyecto cuyo objetivo es elevar los niveles de productividad y producción del cultivo.

Ante ello, es necesario dotar a los planificadores estatales de herramientas que sirvan como base en la selección de las áreas a ser incorporadas a la caficultura.

La zonificación que se propone considera la potencialidad agroclimática para la producción agrícola de café. Permite la definición de zonas homogéneas con una amplia y racional extrapolación.

1.1 OBJETIVOS

A fin de guiar el presente estudio, se han propuesto los siguientes objetivos:

GENERAL

Desarrollar un instrumento de planificación que permita la toma de decisiones con elementos agroclimáticos de juicio, sobre las áreas que ofrecen condiciones agroecológicas para el cultivo de café.

ESPECIFICOS

1) Determinar las áreas no óptimas para el cultivo de café y justificar, con criterio científico, el parámetro ecológico limitante.

2) Lograr una expresión cartográfica que permita una fácil utilización y comprensión de parte del usuario.

1.2 HIPOTESIS

- Existen áreas marginales en donde por motivos históricos, se localizan cultivos de café. Así mismo, hay áreas que presentan buen potencial para su desarrollo y sin embargo, se encuentran ocupadas por agroecosistemas diferentes.

- El procesamiento estadístico de la información que brindan las estaciones meteorológicas, es muy útil y valioso en la determinación del potencial agrícola de una zona específica.

- El sistema de información geográfica (SIG) ERDAS es una herramienta útil en estudios de zonificación, ya que permite obtener mayor precisión y versatilidad de los resultados finales.

1.3 Ubicación y antecedentes del estudio.

Nicaragua se encuentra ubicada entre los 10º 45' y 15º de Latitud Norte y entre los 83º y 87º 30' Longitud Oeste. Limita al Norte con la República de Honduras, al sur con la República de Costa Rica, al este con el Océano Atlántico y al oeste con el Océano Pacífico, cubriendo un área de 129.000 Km² aproximadamente (incluida el área que cubre los lagos de Managua y Nicaragua). Está dividida políticamente en seis regiones y tres zonas especiales.

La región VI (Matagalpa, Jinotega) es la principal zona cafetalera. En ella se produce el 50% de la producción nacional en un área de 34.179 ha (MAG, 1990).

En un estudio de ordenamiento del sistema productivo en la Región IV, Marin (1990) delimita otra importante zona cafetalera (Masaya, Granada, Carazo, Rivas) comprendida entre Niquinohomo, Masatepe, Jinotepe, Diriamba, Km 13 carretera sur, La Concepción y San Marcos.

Cuadro 1: Areas y Rendimientos de Café en Nicaragua.

CICLO AGRICOLA	AREA (miles de ha)	Rdto (qq oro/ha)
78/79	137,5	9,24
79/80	98,4	12,5
80/81	94,4	13,65
81/82	88,4	15,07
82/83	88,5	17,78
83/84	90,1	11,94
84/85	88,3	12,66
85/86	85,4	8,96
86/87	72,8	12,94
87/88	72,4	11,5
88/89	71,6	12,8
89/90	70,3	13,5

Fuente: 10 años en cifras. MAG, 1990.

Zonificación de Café en Nicaragua

1) No se logró obtener información de intentos de zonificación previos a 1987.

2) En 1990, Marín realizó un estudio edafoclimático generalizado para la región IV. A partir de parámetros comunes determina una zonificación de cultivos, incluyendo al café. El peso de la parte climática recae en el análisis frecuencial de las precipitaciones acaecidas y la disponibilidad de agua para las plantas. No considera efectos climáticos que tienen influencia específica sobre el cafeto y que pueden ser determinantes para su crecimiento y desarrollo. La clasificación fisioedáfica es de muy buena precisión. Presenta expresión cartográfica.

- 3) Actualmente se realiza una zonificación edafoclimática para todos los cultivos establecidos en la región VI (Porrás, 1990, comunicación personal).

DESARROLLO

CAPITULO I: MATERIALES Y METODOLOGIA.

1. Materiales.

El estudio se realizó con la colaboración del Programa Nacional de Agrometeorología del MAG, quien apoyó con vehículos, microcomputadoras, base de datos climáticos e información cartográfica. Se contó con el apoyo del Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales (INETER). El Departamento de suelos del MAG y la oficina CIAV-OEA Managua, contribuyeron con información cartográfica.

Se trabajó con datos climáticos (temperatura media, velocidad del viento, humedad relativa y luz solar) registrados para el período 1976 a 1980. Las precipitaciones diarias corresponden a períodos de 15 o más años.

Equipo de cómputo y Programas.

- Microcomputador personal y sus accesorios.
- Microcomputador COMPAQ 386/25.
- Paquete de programas para procesamiento y síntesis de la información. Entre ellos, el SIG ERDAS versión 7.3, Surfer 4.03 para la digitalización y operaciones con los mapas.

Procesador de palabra Word 5.0. Paquete Agroclim elaborado por IRAT/CIRAD en lenguaje Fortran 77, LOTUS 123 y QUATTRO.

2. METODOLOGIA

La metodología que se siguió en este estudio considera los elementos descritos a continuación:

1) Definición de los requerimientos edafoclimáticos. Inicia con una revisión exhaustiva de la literatura sobre las condiciones agroecológicas determinantes para el cultivo de café. Luego, se definen los requerimientos edafoclimáticos basados en dos hechos; primero, conociendo las características de los lugares de origen y distribución mundial del café. Segundo, evaluando las condiciones climáticas y rendimientos de las principales zonas cafetaleras de Nicaragua, a la par de recomendaciones dadas por técnicos que conocen la caficultura nacional.

2) Elaboración de los criterios y construcción de sus indicadores matemáticos. Deben ser representativos de la realidad comprendida y lo más sencillo posible, utilizando como herramientas la simulación del balance hídrico, promedios y análisis frecuenciales. Los indicadores de cada criterio se calcularon para todas las estaciones meteorológicas (52 estaciones con información climática completa de seis años y cerca de 100 estaciones con 15 o más años de registros de precipitación diaria).

3) Base de datos. Recolección de información climática e incorporación a un banco de datos climáticos informatizado que permite el procesamiento acelerado. Esto garantiza el dinamismo del proceso de zonificación. Los datos incorporados corresponden al mismo periodo de tiempo definido, para lograr homogeneidad de resultados.

4) Síntesis cartográfica. Permite la definición de zonas homogéneas. Se realiza para cada uno de los criterios considerados, mediante el Sistema de Información geográfica ERDAS lo que permite un procesamiento dinámico de todos los criterios hasta la obtención del producto final.

CAPITULO II: ASPECTOS AGROECOLOGICOS

Los principales factores climáticos que determinan la producción de café son Precipitación, Temperatura y Luz solar. El factor suelo debe considerarse adicionalmente como elemento determinante para una adecuada producción.

Sobre estos parámetros se fundamentan los criterios a establecer. Lo primero que debe considerarse es el comportamiento de cada uno de estos elementos y luego establecer criterios y sus indicadores, que permitan una definición de zonas homogéneas.

1) Requerimientos agroecológicos del café.

1.1 Precipitación

La cantidad y distribución de las lluvias durante el año son factores muy importantes para el buen desarrollo del cafeto. Con menos de 1000 mm anuales, se limita el crecimiento de la planta (ICAFFE-MAG, 1989).

Con precipitaciones mayores de 3000 mm, la calidad física del café oro y la calidad de taza se deterioran notablemente. Además, el control fitosanitario de la plantación resulta más difícil y costoso (ICAFFE-MAG, 1989).

Existen diversas opiniones sobre los rangos óptimos de precipitación media anual. Carvajal (1972) dice que el consenso de varios autores indica un ideal de 1600 a 1800 mm anuales, siendo el mínimo absoluto de 1000 mm.

Una buena distribución de la lluvia y la existencia de un período seco favorecen el crecimiento del cafeto. El período seco parece ser importante para el crecimiento de la raíz, la maduración de las ramas formadas durante el período lluvioso previo, iniciación de flores y la maduración de frutos (Maestri y Barros, 1981; Gomez, 1977). A pesar de esto, existen regiones en las que no existe una estación seca definida y el café crece tan bien como en otros lugares. Pero, las lluvias intensas durante todo el año, son

responsables de varias cosechas sucesivas y baja productividad (Maestri y Barros, 1981).

La floración del cafeto está fuertemente influenciada por la precipitación ya que responde a lluvias de cierta magnitud, seguidas de un periodo seco definido (Alvín, 1960); en general, está asociada con la distribución de las lluvias. La apertura de flores puede ser inducida artificialmente, manipulando los periodos de sequía y humedad a través del riego (Rojas, 1987).

1.2 Temperatura

En la región de origen del café arábigo las temperaturas promedio son alrededor de 20°C. En la mayoría de las regiones caficultoras del mundo, las fluctuaciones estacionales de la temperatura no constituyen problema (Rojas, 1987). Si las temperaturas son inferiores a los 10°C se produce clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes, por muerte de cloroplastos (ICAFFE-MAG, 1989).

García (1968) da como temperatura media anual óptima un rango de 20°C-24°C, con medias de máximas y mínimas alrededor de 30°C y 14°C. Sugiere que la temperatura del mes donde se produce la floración principal, debe oscilar entre 23°C y 27°C. Esto garantiza una floración simultánea y por lo tanto, una maduración generalizada que se traduce en productividad y facilidad de cosecha (Mejía 1990, comunicación personal).

Se estima que temperaturas por encima de estos límites aceleran el crecimiento vegetativo y frecuentemente ocurre muerte descendente, así como floración y fructificación limitados (Rojas, 1987).

La temperatura influye sobre la floración y fructificación. La diferenciación floral ocurre a bajas temperaturas (Rojas, 1987).

1.3 Luz solar

La acción de la luz se manifiesta principalmente en la intensidad luminica. En las regiones tropicales, las fluctuaciones de la longitud del día es tan poca que se asume carece de influencia sobre el crecimiento. Los cambios estacionales en el crecimiento y en el desarrollo de flores de árboles adultos en la mayoría de las áreas en las que se cultiva café, son regulados por factores diferentes al fotoperiodo, principalmente fluctuaciones de temperatura y de precipitaciones (Maestri y Barros, 1981).

En un cafetal, se puede presentar una sombra que puede ser excesiva o no, pero que influirá significativamente en el microclima imperante y en las condiciones edáficas del sitio. Sin embargo, al ser determinado por el hombre, no puede constituir un factor edafoclimático de zonificación.

1.4 Suelos

La caracterización topográfica, física y química de los suelos es indispensable para determinar la aptitud de una zona al café. Un cafetal para desarrollarse a plenitud debe extenderse sobre un suelo con pendiente inferior al 30%, con profundidad mayor a 1,5 m, bien drenado, de textura liviana a media, friable, de fertilidad alta a media, con pH entre 5 y 6,5, poco erodable, con una capa freática a un mínimo de 1,5 m de profundidad y con menos del 5% de fragmentos en el perfil. Se consideran suelos con aptitud moderada si presenta una pendiente entre 30 y 50%, con profundidad de 0,75 a 1,5 m, medianamente susceptible a la erosión, drenaje lento, textura pesada, poco permeables, fertilidad baja, con 5 a 25% de fragmentos en el perfil y suelos muy ácidos. Finalmente, se clasifican como no aptos aquellos suelos que tienen pendientes superiores a 50%, profundidad efectiva menor a 0,75 m, líticos, pantanosos, drenaje nulo, muy arenosos o extremadamente arcillosos, muy pedregosos, hidromórficos y salinos (Rojas, 1987).

CAPITULO III: LOS CRITERIOS

1. Criterios Considerados.

Se ha conceptualizado en función de lo anterior, que los factores claves para la caracterización de una zona geográfica en su aptitud a café son:

-- La existencia de una floración principal, factor que condiciona la producción y productividad del cafeto. Entre más uniforme y generalizada, mayor garantía de buena cosecha. Depende del comportamiento de las precipitaciones combinado con pequeños períodos secos.

-- La presencia de períodos lluvioso y seco definidos. La parte seca debe existir para favorecer la maduración y recolección de frutos, crecimiento vegetativo, maduración de las ramas formadas durante el período lluvioso e iniciación de las flores. Sin embargo, un período de sequía muy prolongado propicia la pérdida de hojas y en última instancia la muerte.

-- La aptitud del suelo. Las características edafológicas son una determinante para el buen desarrollo radicular, abastecimiento hídrico y nutrición mineral, arquitectura del árbol, actividades culturales (acciones fitosanitarias, recolección de frutos, poda de sombra, poda de cafeto).

-- Las precipitaciones medias anuales, que clasifican una zona como seca, húmeda, semihúmeda, semiseca. Hay un rango de clasificación a partir del cual si los totales anuales se alejan, ocurren varias floraciones sucesivas que ocasionan una baja productividad o, se limita el crecimiento de la planta y por lo tanto, la cosecha del año siguiente.

-- Las temperaturas medias anuales. Establece una zonificación que toma como base el criterio de los caficultores en general, ya que clasifican la calidad del café de acuerdo a las alturas, siendo las zonas de mayor altura las que producen el mejor café de calidad y viceversa. En realidad, existe un rango a partir del cual, temperaturas altas provocan disminución en la fotosíntesis neta y por lo tanto, inhiben el crecimiento; o bien, temperaturas bajas pueden llegar al extremo de provocar clorosis y hasta paralización del crecimiento de las hojas jóvenes, por muerte de los cloroplastos.

-- Las temperaturas medias de Mayo. Generalmente, durante el transcurso de este mes, se produce la principal floración del cafeto. Los niveles que presenta determinan, junto con el comportamiento de las precipitaciones, la apertura de las flores y el establecimiento de la floración. Las temperaturas óptimas en este período deben oscilar entre los 22 a 24°C.

2. Consideraciones básicas para definir los criterios.

Para definir *a priori* un criterio se considera:

- Rendimientos (qq oro/ha) de campo medidos, sobre una serie de años. Se observó cuales eran los años en que ocurrieron los mejores y peores rendimientos. Con esta información se puede decir, hipotéticamente, que las diferencias de rendimientos se deben a las condiciones meteorológicas

imperantes en ese año, sirviendo de fundamento para la definición de criterios.

- Establecer una lista de estaciones meteorológicas, cuya ubicación geográfica coincidía con zonas clasificadas, con base en la experiencia de técnicos especialistas en café, como óptimas, regulares y marginales. Sirve como una referencia al momento de establecer los indicadores matemáticos de un criterio.

Cada criterio desarrollado tiene la virtud, y el defecto, de hacer una selección de áreas óptimas, regulares y marginales para el cultivo de café. Cada uno de ellos expresa su propio punto de vista, a tal grado que puede seleccionar zonas no aptas, en general, clasificándolas como aptas. Ej. La estación Managua fue seleccionada por el criterio "Floración Principal" como una zona óptima para el cultivo de café, cuando en realidad la distribución de las lluvias y el régimen térmico imperante no lo permiten.

Sin embargo, estos criterios agrupados y consolidados, brindan una información cuantificada de la realidad, partiendo del nivel de precisión del trabajo.

3. Análisis de cada criterio.

3.1 Inicio y establecimiento de la floración principal.

Para que ocurra una "buena floración", es necesario que se presenten precipitaciones para la apertura floral y luego, que el período lluvioso se establezca para garantizar el mantenimiento de la producción que inicia la floración. Las condiciones meteorológicas determinan la posibilidad de una floración principal homogénea y generalizada.

Mejor que evaluar las precipitaciones acaecidas, es considerar el nivel de satisfacción de las necesidades hídricas del cafeto. Así, con base en las consideraciones para establecer *a priori* un criterio, se determina que el momento de inicio de la floración es a partir de que las precipitaciones han logrado que se satisfaga más del 30% las necesidades hídricas del cultivo, desde Mayo hasta la segunda década de Junio, fecha más probable de ocurrencia de la floración principal.

3.1.1 El Balance Hídrico.

Para evaluar el criterio de floración principal, se hacen simulaciones del balance hídrico utilizando el modelo IRAT/CIRAD, popularizado en Nicaragua por el Proyecto Regional de Agrometeorología (CATIE).

Expresa Indices de Satisfacción de Necesidades Hídricas del cultivo en referencia (ISNH)¹. Es la relación entre la Evapotranspiración real (ETR) y la Evapotranspiración Máxima (ETM). Este índice toma valores entre 0 y 1. Así, entre más se aproxima el ISNH a 1, entonces mejor han sido satisfechos los requerimientos de agua y viceversa.

El balance hídrico entre dos fechas, está constituido de los siguientes elementos:

$$P + R = ETR + DRE + ESC + VARagua$$

P: Precipitaciones en mm.

R: Riego. Dentro de las simulaciones realizadas no se considera.

DRE + ESC: Corresponden al Drenaje hacia las capas inferiores del suelo, no accesible para el sistema radicular de las plantas y al Escurrimiento superficial, respectivamente. Se agrupan y se considera que el agua que toma una de estas vías es globalmente "agua perdida".

VARagua: Son las variaciones en el contenido de agua del suelo. Para ello se incluye la Reserva de agua Útil en el suelo específico.

1 Este modelo no proporciona directamente información sobre el efecto negativo del exceso de agua.

La estimación de la Reserva Útil (R.U.) se hizo utilizando la metodología que presenta la FAO (1974) en su libro "Necesidades de agua de los cultivos". Conociendo el porcentaje de humedad disponible y la profundidad del suelo, se puede estimar la reserva útil. Se establece una relación entre la textura del suelo y los porcentajes de humedad disponible (ver anexo 3).

Así, basado en un mapa nacional agroecológico (escala 1:500.000) se calculó para cada una de las estaciones incluidas en el estudio.

ETR: Es la evapotranspiración real del cultivo en condiciones de campo. Se calcula mediante la evapotranspiración máxima que corresponde con las necesidades de agua. Para ello, se introducen la ETP y K_c , en el balance.

K_c : Coeficiente del cultivo. Representa la relación entre la Evapotranspiración Máxima (ETM) y la Evapotranspiración Potencial (ETP).

Se logró obtener registros de estaciones con parámetros meteorológicos (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y brillo solar) para el cálculo de la ETP por Penman, que es el método físico más confiable. Las demás estaciones tenían datos de temperatura y humedad relativa, lo que

determinó que se buscara otro método, seleccionándose Hargreaves.

Para adecuar toda la información de ETP hacia el método Penman y tener homogeneidad, se procedió a hacer un análisis estadístico para establecer la relación existente entre Penman y Hargreaves en las estaciones en las cuales se podían calcular ambas fórmulas. Los resultados muestran que siempre Hargreaves subestima la ETP en comparación a Penman.

Se corrigieron los resultados obtenidos por Hargreaves en las estaciones secundarias por medio de la ecuación de corrección entre Penman y Hargreaves, establecidas en las estaciones principales (véase el procedimiento metodológico en el anexo 4).

Cuando no fué posible obtener información climática mínima para aplicar el método de Hargreaves, se procedió a estimar ETP mediante la interpolación de estaciones próximas.

Así, se logra completar toda una red nacional de ETP, suficientemente densa. En total, se tiene información de ETP para 70 estaciones, así:

- Cálculo por método de Penman: 8 estaciones.
- Cálculos ya existentes por método de Penman: 13 estaciones.
- Relacionadas Penman-Hargreaves: 34 estaciones.
- Estimación por método de interpolación: 15 estaciones.

Estos valores pueden verse en anexos 15-18.

3.1.2 Resultados

Determinar a qué estado pertenece una estación o zona, consiste en correr el balance hidrico año a año, con paso del tiempo de 10 días y calcular en cada año el criterio de floración de la manera siguiente:

Cuadro 2: Jerarquización del criterio de inicio y establecimiento de la Floración Principal.

ESTADO	-I	S	N	H	LLUVIA(mm)
	1			2,3,4	
Optimo	>30%			>80%	3 dec <100
Regular	>30%			>80%	1 o 2 dec >100
Marginal	>30%			<80%	cualquiera
Marginal	>30%			>80%	3 dec >100

ISNH: Índice de Satisfacción de las Necesidades Hidricas.

1, 2, 3, 4: Decadas (período de 10 días) en las que se observa el comportamiento del ISNH.

ESTADO: Clasificación del criterio de floración principal.

Así, se obtiene que años diferentes pueden tener estados diferentes. Por ello, se hace una análisis de frecuencia. Por Ejemplo, la Estación Jinotega tiene 17 años óptimos, 6 regulares y 4 marginales, porque las necesidades hidricas de cafeto han sido satisfechas en forma diferente, durante la serie de años evaluados, de acuerdo al criterio e indicadores matemáticos establecidos. Ver anexo 11.

Para jerarquizar se clasifica con valores de 0, 1, 2 para Optimo, Regular y Marginal respectivamente. Esta forma de clasificación es hasta cierto punto arbitraria, pero permite comparar estaciones entre si.

Se obtuvieron dos tipos de resultados; primero, agrupación de las estaciones que muestran sus nombres en categoría Optima, Regular o Marginal. Este resultado es de tipo puntual (Ver Cuadro # 3). Un segundo resultado es la expresión cartográfica, que se muestra en el mapa # 1.

Es característico que el 82,6% del territorio nacional tiene condiciones regulares, destacándose una zona óptima importante comprendida por Matiguás, Esquipulas, Masapa, Boaco, entre otras. Además, se localizan unas microzonas en la Región I (Wiwilí), Región VI (Jinotega), Región IV (Masatepe), Región III (Managua), Región II (Momotombo).

Este criterio hace coincidir zonas óptimas para café con zonas donde actualmente hay plantaciones. Hace ver que el polo de optimización se concentra en la zona central norte del país.

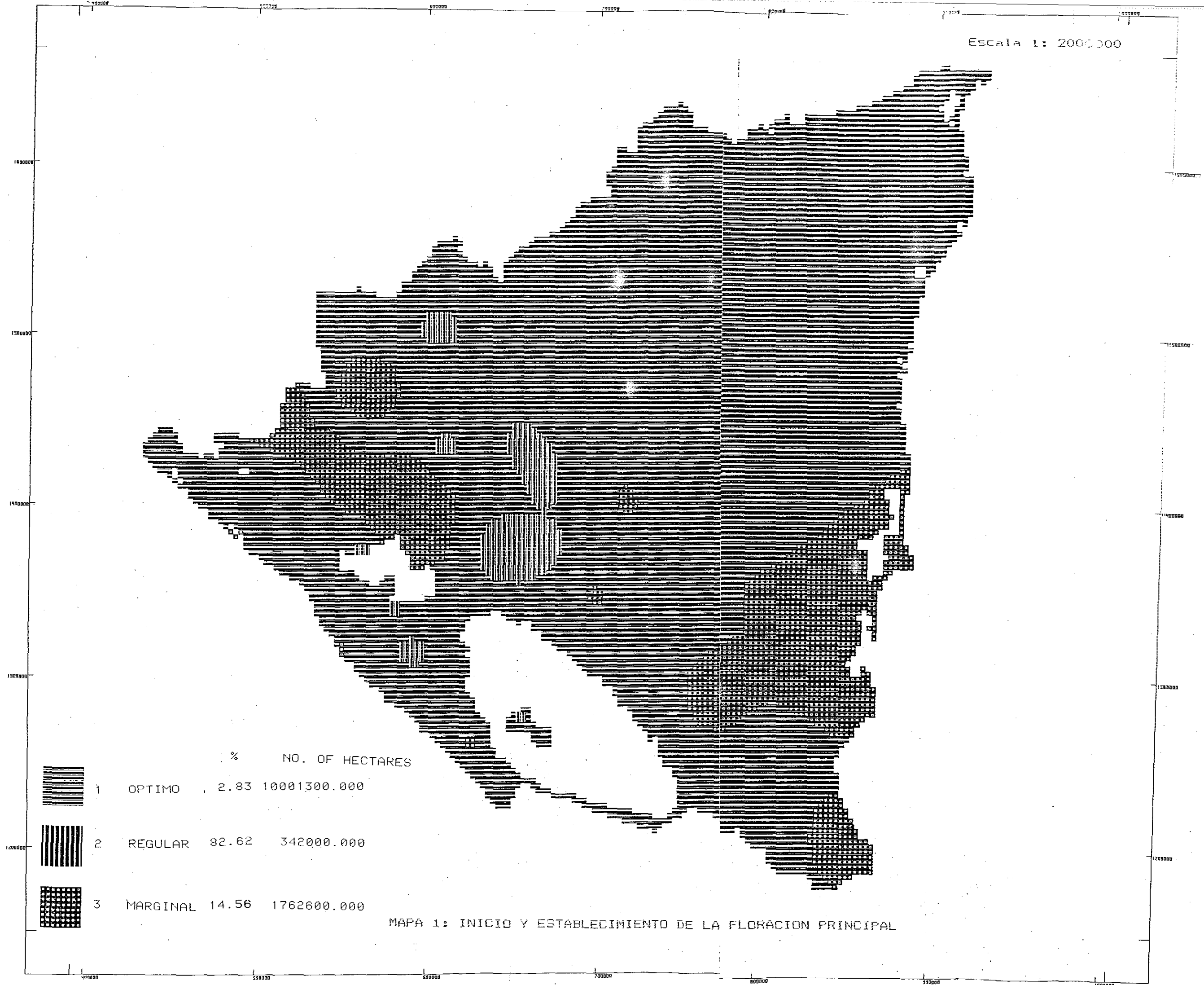
Las zonas marginales se agrupan sobre la zona limítrofe con Honduras de las regiones II, I y IV (tradicionalmente seca) y sobre la Costa Atlántica sur y central. Esto se debe al carácter marginalista de zonas secas y húmedas que tiene



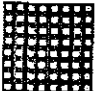
el criterio. De acuerdo a esto, toda la Costa Atlántica hubiera aparecido marginal, pero no se contó con información en la zona norte (Puerto Cabezas).

Además, este criterio tiene la sensibilidad de mostrar zonas como Managua, declarándolas aptas para café, algo que es falso y que se demuestra con los otros criterios y el producto final. Los datos estadísticos se muestran en el mapa.

CUADRO 3: Lista de estaciones clasificadas por el criterio de floración principal de café con balance hídrico.

OPTIMO	REGULAR	MARGINAL
Jinotega	León	Bluefields
Masatepe	Crucero	Montelimar
Wiwili	Estelí	Paiwas
Matiguas	Mancotal	Sn Juan Norte
Esquipulas	El Castillo	Condega
Masapa	Sn Pedro Norte	Darío
Mascota	Morrito	El Sauce
Porfía	Muy Muy	Ocotol
Altagracia	Jalapa	Rivas
Managua	Juigalpa	Somotillo
Boaco	San Carlos	Nva Guinea
Camoapa	Masaya	Sn Isidro
Momotombo	Saimsa	La Libertad
	Quilali	Corinto
	San Ramón	Playitas
	Auló	
	Limay	
	Somoto	
	Nandaime	
	Nagarote	
	Chinandega	
	Granada	
	ISA	



		%	NO. OF HECTARES
	1	OPTIMO	2.83 10001300.000
	2	REGULAR	82.62 342000.000
	3	MARGINAL	14.56 1762600.000

MAPA 1: INICIO Y ESTABLECIMIENTO DE LA FLORACION PRINCIPAL

3.2 Caracterización del número de meses secos/año.

Se basa en la necesidad de existencia de un período seco definido para la maduración de las yemas florales, ramas laterales, desarrollo radicular, entre otros. La caracterización de un mes seco, desde el punto de vista agrícola, consiste en determinar el momento en que la planta está sufriendo un estrés hídrico importante. Considera la capacidad de almacenaje de agua en el suelo. Esta expresión del criterio se refiere a resultados proporcionados por las simulaciones del balance hídrico.

Así, siempre que el ISNH se encuentra por debajo de cierto límite se considera que, durante el paso de tiempo analizado, ha ocurrido un estrés. Según la experiencia de los caficultores nicaragüenses, es necesario un período seco definido que debe presentarse entre los meses de Noviembre a Mayo (Coincidiendo con el período seco que se presenta en todo el país, en diversas magnitudes). Cuando su duración es de dos a tres meses entonces la producción de café se optimiza, disminuyendo gradualmente cuando se presenta sólo uno ó cuatro meses; es muy baja si la época seca no existe, o es superior a los cuatro meses. (Ver cuadro 4).

El criterio de selección se estableció de la manera siguiente:

-Es necesario que la satisfacción de las necesidades hídricas sea inferior al 20% a partir del mes de Noviembre y hasta Abril del siguiente año. El total de meses secos depende del número de décadas contabilizadas. Se agruparon el total de décadas en tres categorías que representan la optimización para café. Igual se agrupó el número de meses secos. Por ejemplo, lo óptimo para café es que se presente un período seco definido con duración de dos a tres meses, antes de la floración principal.

Cuadro 4: Agrupamiento del número de décadas para determinar meses secos.

MESES SECOS	DECADAS	CLASIFICACION
2, 3	5 a 10	Optimo
1 ó 4	3 a 4 o 11 a 13	Regular
<1 ó >4	menos de 3 o más de 13	Marginal

El procedimiento empleado para desarrollar este criterio, fué el mismo que se empleó en el criterio anterior. Dentro de las simulaciones del balance hídrico las observaciones y su análisis interanual están dirigidas hacia el período del año que interesa (Noviembre a Abril) (véase el anexo 12).

3.2.1 Resultados.

Se muestra el Cuadro 5, donde se agrupan las estaciones de acuerdo a los resultados del criterio. La expresión cartográfica se muestra en el mapa # 2.

Básicamente, selecciona como zonas marginales a toda una franja del país que coincide con la zona seca colindante con la República de Honduras y se extiende por encima del Lago de Managua hasta cubrir toda la Región III (Managua), parte de la Región II (León) y parte de la Región IV (Granada, Nandaime, Masaya) hasta llegar al Océano Pacífico. Hay otra zona marginal que cubre toda la Costa Atlántica sur y central. Al igual que el criterio anterior, esta polaridad se debe a lo excluyente del criterio (margina las zonas muy secas y muy húmedas). Aparentemente, la Costa Atlántica norte debería aparecer marginal, si se tuviera información al respecto.

La principal zona óptima se ubica en la zona central norte del país (Jinotega, Wiwili, Matiguás, San Ramón, entre otros). En casi toda esta zona se concentran las mayores plantaciones de café en la actualidad. También se observa una zona óptima en la Región IV (Crucero, Masatepe) considerada una pequeña zona tradicional cafetalera.

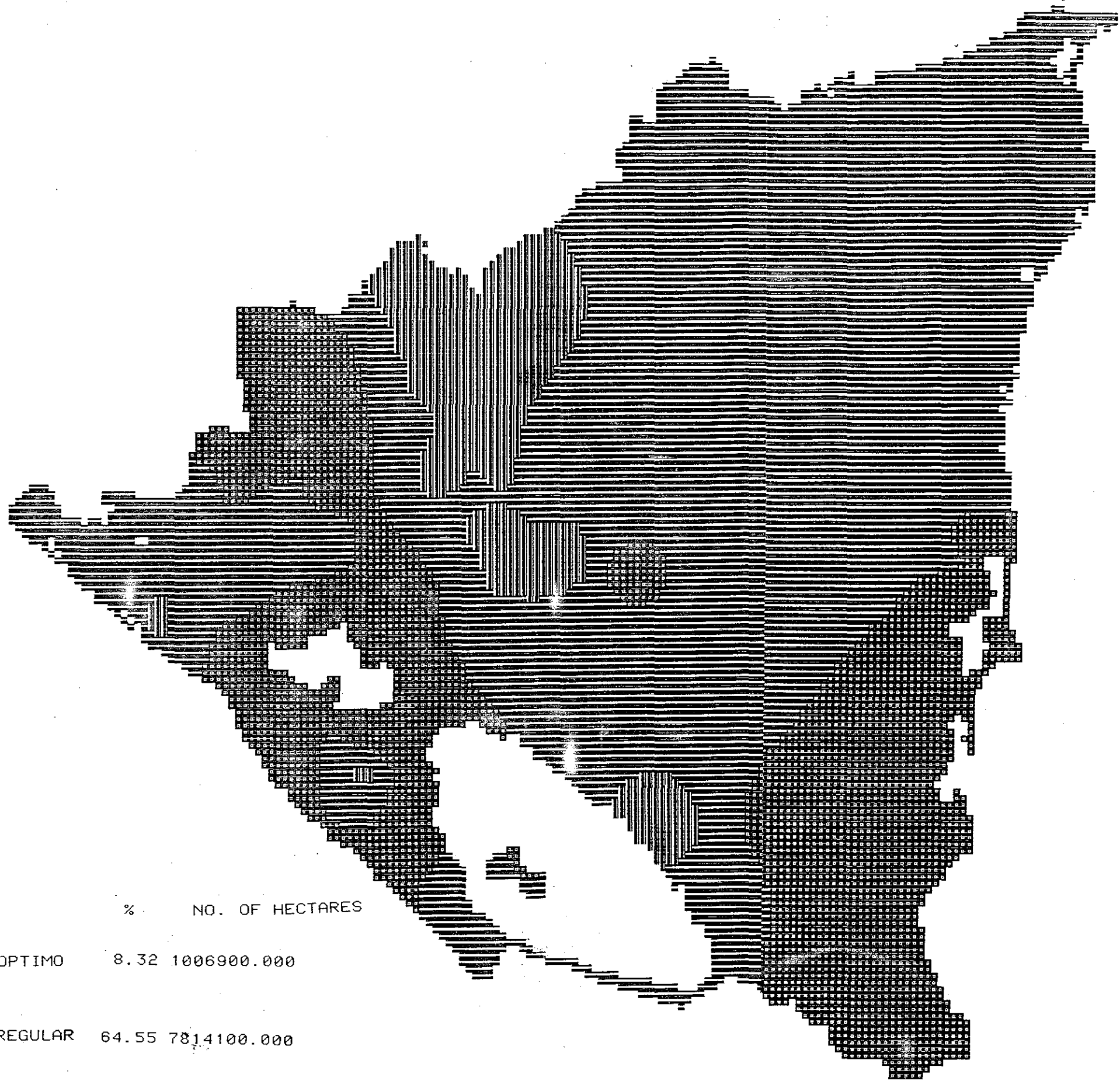
Llama la atención que este criterio considera óptimo los alrededores de Chinandega (Región II), algo que en realidad no es cierto y que se demuestra con los otros criterios y el

producto final, pues es una zona donde el cultivo principal es Algodón (*Gossipyum irsutum*) que tiene requerimientos climáticos diferentes (estacionalidad lluviosa muy prolongada y definida, temperaturas medias anuales superiores a los 25°C). Los datos planimétricos se muestran en el mapa.




CUADRO 5: Resultados del criterio de meses secos con balance hidrico

OPTIMO	REGULAR	MARGINAL
Jinotega	Masapa	Bluefields
Crucero	Mascota	Leon
Masatepe	Sn Pedro Norte	Aulo
Wiwili	Juigalpa	Esteli
Matiguas	El Sauce	Paiwas
Mancotal	Rivas	El Castillo
Esquipulas	San Carlos	Sn Juan Norte
Porfia	ISA	Altagracia
Morrito	Boaco	Condega
Muy Muy	La Libertad	Dario
Jalapa	Corinto	Ocotol
Quilali	Camoapa	Masaya
San Ramon	Limay	Managua
Chinandega		Saimsa
		Nva Guinea
		San Isidro
		Momotombo
		Playitas
		Somoto
		Somotillo
		Granada
		Nandaime
		Nagarote
		Montelimar

Escala 1: 2000000



% NO. OF HECTARES

	1	OPTIMO	8.32	1006900.000
	2	REGULAR	64.55	7814100.000
	3	MARGINAL	27.13	3284900.000

MAPA 2: CARACTERIZACION DE MESES SECOS

3.3 Precipitación media anual.

Las cantidades totales anuales de precipitación y su distribución constituyen los parámetros para evaluar la adaptabilidad del cafeto bajo condiciones de lluvia. La distribución ha sido evaluada implícitamente en los criterios de floración principal y meses secos.

Este criterio es usado comúnmente para caracterizar la pluviometría de una zona. En realidad, no aporta un parámetro de selección rigurosa, sin embargo, establece límites que definen condiciones a partir de las cuales se pueden presentar respuestas fisiológicas negativas para la producción y productividad del cafeto o bien, a partir de las cuales la aplicación de técnicas de manejo del cultivo es muy difícil, elevando considerablemente los costos de producción.

Con base en la literatura y conocimiento de la pluviometría nacional se definió el criterio, adecuándolo a los requerimientos del cafeto.

CUADRO 6: Jerarquización de la precipitación media anual.

CLASE	Precipitación media anual
Optimo	1200-1400 mm.
Regular	1400-1800 1000-1200
Marginal	<1000 ó >1800.

Su cálculo se realizó mediante una base de datos diarios ya existente y que está incorporada dentro de un paquete agroclimático que maneja el Programa Nacional de Agrometeorología (MAG). Así, se puede obtener el promedio histórico para el registro de una estación meteorológica con cualquier cantidad de años (Véase el anexo anexo 13).

3.3.1 Resultados

En total se realizó para 66 estaciones meteorológicas con 15 o más años de registros diarios, sirviendo el criterio para lograr la caracterización a dos niveles, enumerativo (Cuadro 7) y cartográfico (ver Mapa # 3). Cabe destacar que, en el mapa, sólo se trazaron las isoyetas límites para la caracterización de café.

De acuerdo a esto, la Costa Atlántica, y las zonas de Chinandega y del Golfo de Fonseca se clasifican como totalmente marginales, porque se presentan acumulados que superan los 1800 mm. De igual manera se clasifica la zona de la Región I (Condega, Somoto, Ocotal, San Isidro, Darío) por presentar precipitaciones acumuladas inferiores a los 1000 mm.

La zona óptima es descrita por una franja que inicia en la zona norte central y se extiende por el centro del país hasta llegar a los límites del Lago de Nicaragua, pasa por la Región III (Crucero) y bordea los límites de la Región II.

Es notorio, al igual que el criterio anterior, que considera como óptimas a la zona central norte del país y la zona del Crucero y Masatepe. Estas zonas son tradicionales cafetaleras. Las estadísticas acompañan al mapa.

CUADRO 7: Resultados del criterio de precipitación media anual.

OPTIMO	REGULAR	MARGINAL
Altagracia	La Libertad	Condega
Matiguas	Boaco	Esteli
El Recreo	Diriamba	ISA
Jinotega	Granada	Paiwas
El Castillo	Muy Muy	Posoltega
Nagarote	Somotillo	San Carlos
Sn Jose Remates	Sto Tomas	Playitas
Crucero	Mancotal	Sn Pedro Norte
Esquipulas	Corinto	Sebaco
Quilali	Juigalpa	Somoto
San Ramon	Leon	San Isidro
Jicaro	San Marcos	Masapa
Limay	Pueblo Nuevo	Dario
San Dionisio	Telica	Chinandega
Wiwili	Momotombo	San Juan Norte
	Jalapa	Ocotol
	Masatepe	Bluefields
	Nandaime	Nva Guinea
	Sn Fco Libre	La Paz Centro
	Morrito	
	El Sauce	
	Achuapa	
	Managua	
	Saimsa	
	Camoapa	
	Malpaisillo	
	Masaya	
	Nindiri	
	Rivas	
	Sn Juan Sur	
	Tola	
	Montelimar	

3.4 Temperatura media anual (TMA) y del mes de Mayo (TMM).

Se trata efectivamente de dos criterios, hasta cierto punto, independientes: temperatura promedio anual y temperatura promedio del mes de Mayo.

En la práctica, la clasificación verbal que realizan técnicos agrónomos sobre las zonas cafetaleras de Nicaragua la hacen de acuerdo a la altitud (msnm), considerándose que el "café de altura" es el de mayor producción y de mejor calidad. Significa que efectivamente, esta clasificación es por temperatura al existir un gradiente térmico que depende de la altitud. Esta referencia siempre es sustentada en la temperatura media anual, he aquí la importancia de introducirla como criterio de zonificación.

También, a juicio personal, con base en la literatura se ha identificado que el proceso de iniciación y establecimiento de la floración principal, que se presenta normalmente durante el mes de Mayo, depende de la temperatura durante este mes. Objetivamente, la incidencia de la temperatura es mucho más significativa en cuanto a las variaciones diurnas/nocturnas, pero la magnitud del trabajo y las limitantes que la rodean (es un ejercicio académico) no permiten evaluarla. Más aún, la temperatura debe ser un criterio de zonificación muy importante.

De acuerdo a las latitudes y elevaciones en que se encuentra Nicaragua, el criterio se estableció así:

CUADRO 8: Jerarquización de la temperatura media anual y Mayo

CLASE	TMA(°C)	TMM(°C)
Optimo	<23	22-24
Regular	23-27	24-26 20-22
Marginal	>27	<20 ó >26

3.4.1 Procedimiento.

Inicialmente, se pretendió realizar un cálculo de las temperaturas con base en un mapa de curvas de nivel a escala 1:250,000. A cada área generada por dos curvas de nivel se le introduciría la ecuación relacionante de la temperatura versus altura. Esta ecuación es el producto del conocimiento de valores medidos de temperaturas en lugares fijos (Estaciones meteorológicas) y de un gradiente de temperatura provocado por variaciones de elevación. Este trabajo se realizaría a nivel de hojas topográficas, asumiendo con ello, que se anulaban las variaciones geográficas y que las diferencias de temperaturas se debían a diferencias de elevación entre dos puntos cualesquiera. Así, cuan más elevación tiene un sitio, menor será su temperatura.

Empero, la teoría permitiría obtener un mapa de temperaturas con una precisión tal, que podría detectar microzonas aptas para café, como por ejemplo la minifalda del Volcan Cosigüina.

La práctica en el Sistema de Información Geográfica ERDAS, mostró limitantes de tiempo, continuidad y experiencia, por lo que no logró ejecutarse con éxito.

Ante ello, se procedió al cálculo del promedio de temperaturas referidas a cada estación meteorológica (ver anexo 13). Luego se hizo el trazado de isolíneas.

Se comparó con un mapa de isotermas elaborado por el MAG en 1982 (ver mapa en anexo 14). En la comparación se observó que hay zonas con temperaturas apropiadas para café (Ej. Volcán Casita) en el mapa elaborado por el MAG y que no se observan en el mapa de isolíneas elaborado con los datos recopilados. Esto permitió definir que el mapa elaborado por el MAG es de mejor calidad (considera el aspecto topográfico) y por eso se utilizó para generar el mapa de isolíneas de temperaturas de acuerdo a los rangos de optimización para café.

En el caso de las temperaturas medias de Mayo se hizo el cálculo del promedio referidos a cada estación meteorológica. Con SURFER se crearon isolíneas, las que fueron nuevamente digitalizadas en ERDAS.

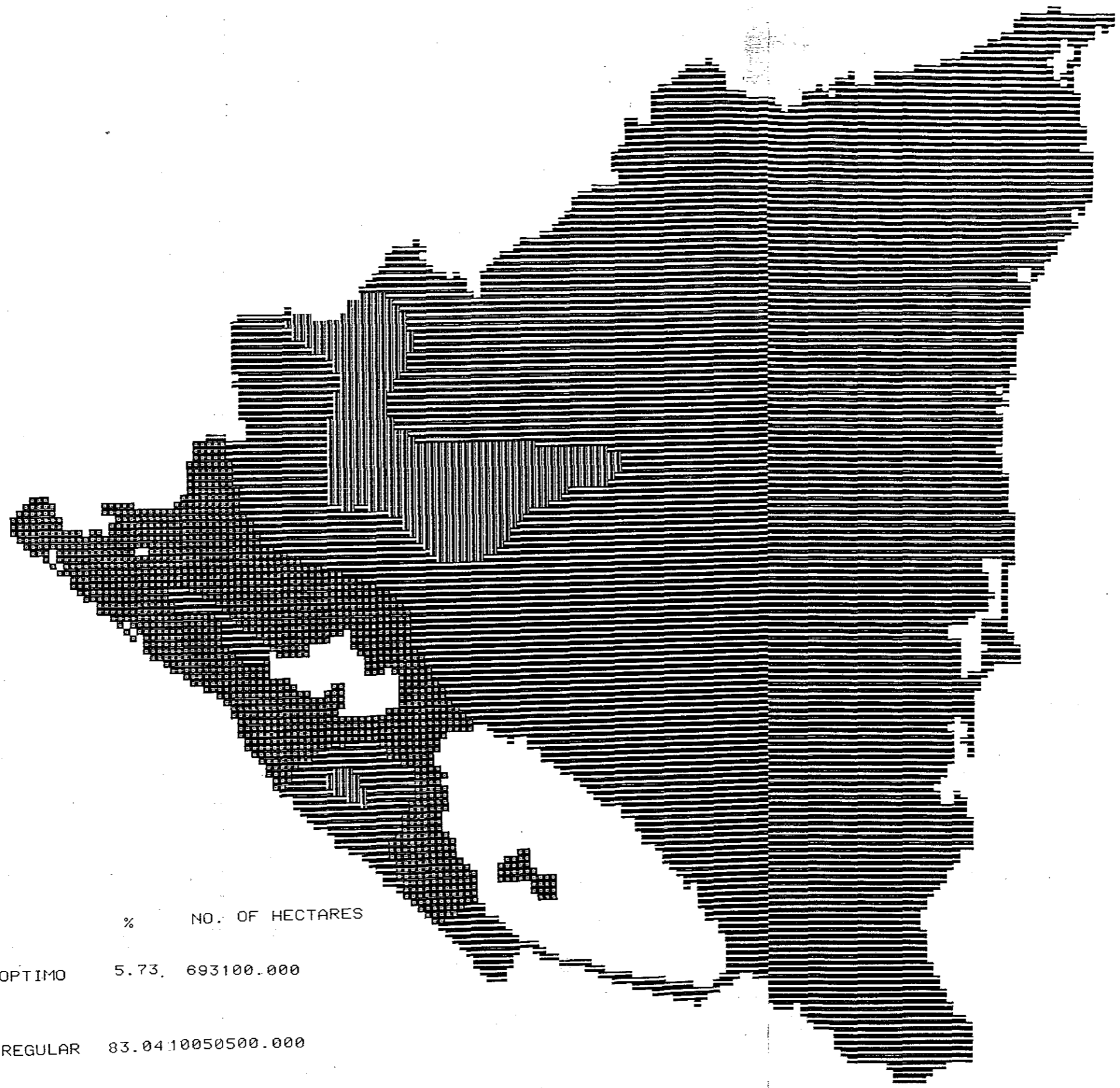
3.4.2 Resultados




En total se realizó el cálculo de los promedios para 44 estaciones meteorológicas. Un primer resultado es la clasificación de acuerdo al criterio y usando la lista de estaciones (Cuadro 9). Los mapas # 4 y 5 muestran las isolíneas que delimitan las diferentes zonas.

3.4.2.1 Temperatura media anual.

En general, las zonas marginales se concentran en el Pacífico, donde se presentan las temperaturas más elevadas de todo el país (26-28°C). Sin embargo, se localizan unas zonas, en el mismo Pacífico, donde las temperaturas clasifican como regulares (Cordillera de los Maribios) y óptimas (Crucero), con elevaciones que superan los 700 msnm.

Se observa una importante zona en la parte central norte del país, que presenta características óptimas (igual que en criterios anteriores) destacándose Jinotega, Mancotal, La Mascota, Los Robles, cuyas elevaciones son superiores a los 900 msnm y donde las temperaturas son inferiores a los 23°C. Los datos planimétricos acompañan el mapa # 4.



	%	NO. OF HECTARES
	1 OPTIMO	5.73 693100.000
	2 REGULAR	83.04 10050500.000
	3 MARGINAL	11.23 1359000.000

MAPA 4: TEMPERATURA MEDIA ANUAL

3.4.2.2 Temperatura media de Mayo.

La expresión cartográfica se muestra en el mapa # 5.

Caracteriza una zona bien definida como óptima y que se localiza en la Región VI (Jinotega, Mancotal, La Porfia, Los Robles) donde las elevaciones son mayores a los 900 msnm.

La zona central norte es la que muestra características regulares para café con temperaturas que oscilan en un rango de 20 a 26°C y elevaciones de 600-2000 msnm.

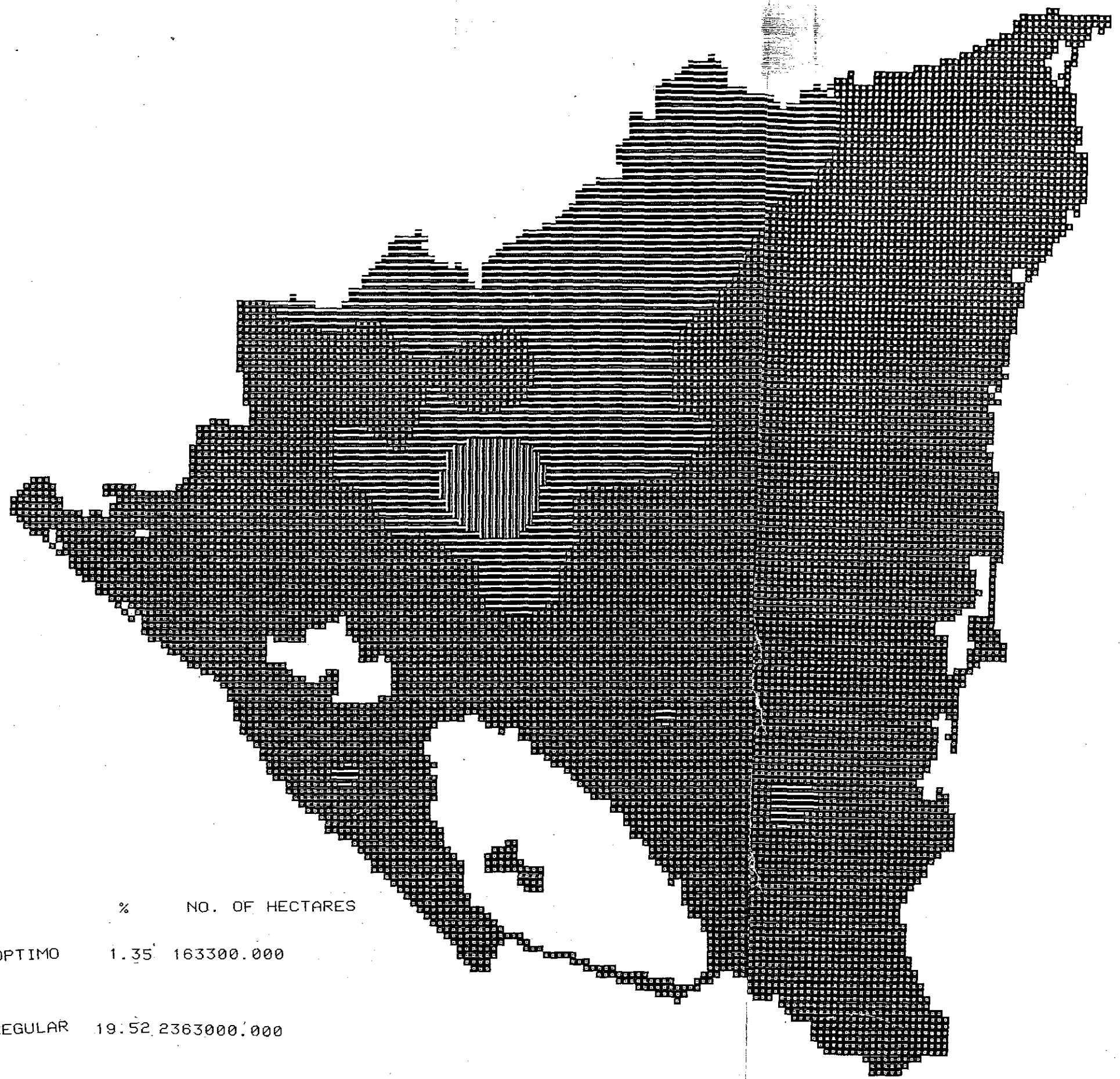
Se destaca en la comparación de este mapa con el anterior la desaparición de la microzona regular de los altos de la cordillera los Maribios. Esta diferencia se ha de atribuir más a la diferencia de fuentes de información para la realización de estos mapas que a diferencias reales en cuanto al comportamiento climático de estas zonas.



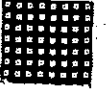
Se localizan tres zonas pequeñas regulares en la Región V (La Libertad, Nueva Guinea) y Región II (Crucero). Las estadísticas planimétricas están adjuntas al mapa.

CUADRO 9: Resultados del criterio de temperatura media del mes de Mayo, basado en promedio histórico sobre seis años.

OPTIMO	REGULAR	MARGINAL
Jinotega	La Libertad	Altagracia
Mancotal	Estelí	Condega
La Porfia	Nueva Guinea	ISA
Los Robles	Crucero	Matiguas
	Esquipulas	Paiwas
	Jalapa	El Recreo
	Mascota	San Carlos
	San Ramón	Corinto
		El Castillo
		Juigalpa
		León
		Nagarote
		Wiwilí
		Quilalí
		Morrito
		Masapa
		Pto Cabezas
		El Sauce
		Darío
		Bluefields
		Sn Juan Norte
		Managua
		Ocotal
		SAIMSA
		Villa Sandino
		Masaya
		Rivas
		Sn Pedro Norte
		Muy Muy
		San Isidro
		Masatepe

Escala 1: 2000000



		%	NO. OF HECTARES
	1	OPTIMO	1.35 163300.000
	2	REGULAR	19.52 2363000.000
	3	MARGINAL	79.13 9579600.000

MAPA 5: TEMPERATURA MEDIA DE MAYO

3.5 Criterio suelo

Se localizan un conjunto de órdenes y subgrupos taxonómicos, de acuerdo a la clasificación hecha por la USDA (1968). En el anexo 19 se muestra una lista de los órdenes y subgrupos existentes en Nicaragua y su clasificación.

La jerarquización del criterio de suelo se hace mediante la transformación de un Mapa General de Suelo¹ (sin fecha) que contiene información básica sobre taxonomía, pendientes y limitaciones físicas.

La pendiente es una condicionante para el buen crecimiento y desarrollo del cafeto y a las condiciones necesarias para el laboreo por parte del hombre.

3.5.1 Procedimiento

Se sigue la siguiente metodología:

- Clasificando los suelos aptos y no aptos, para la agricultura en general (basados en el orden taxonómico). Esto se logró, mediante el conocimiento básico de técnicos del Programa de Suelos del MAG.

1 La clasificación taxonómica, más que en el estado del suelo (textura, profundidad) se detiene en el origen de los mismos, así que la posible información que sobre ello contiene, resta confiabilidad a los resultados.

En principio se consideró que los suelos pertenecientes al orden de los Vertisoles, Ultisoles y Miscelaneos eran no aptos. En otros órdenes se consideran algunos subgrupos no aptos:

ORDEN	SUBGRUPO
Mollisoles	Argiustolls
Mollisoles	Lithic Haplaquolls
Entisoles	Lithic Ustorthens(rocoso)
Entisoles	Lithic Ustorthens
Entisoles	Typic Hidraquents
Entisoles	Acuic Ustipsaments
Inceptisoles	Lithic Ustropepts
Inceptisoles	Haplustalfs

- Los suelos aptos deben asumir una de tres categorías; Optimos, Regulares o Marginales, considerando la pendiente y posibles limitaciones de cada unidad cartográfica, así:

- Cada unidad de suelo clasificada según la pendiente, conserva su criterio de selección. Si se presenta la limitante "restricción a la penetración de raíces" baja a un nivel inmediato inferior. Ej. Si una unidad de suelo es taxonómicamente apta y además su pendiente está dentro de rango óptimo y existe una limitante de dificultad en la penetración de las raíces, entonces su clasificación final es "regular".

Cuadro 10: Jerarquización de Pendiente.

PENDIENTE	RANGO
Optimo	<30%
Regular	30-50%
Marginal	>50%

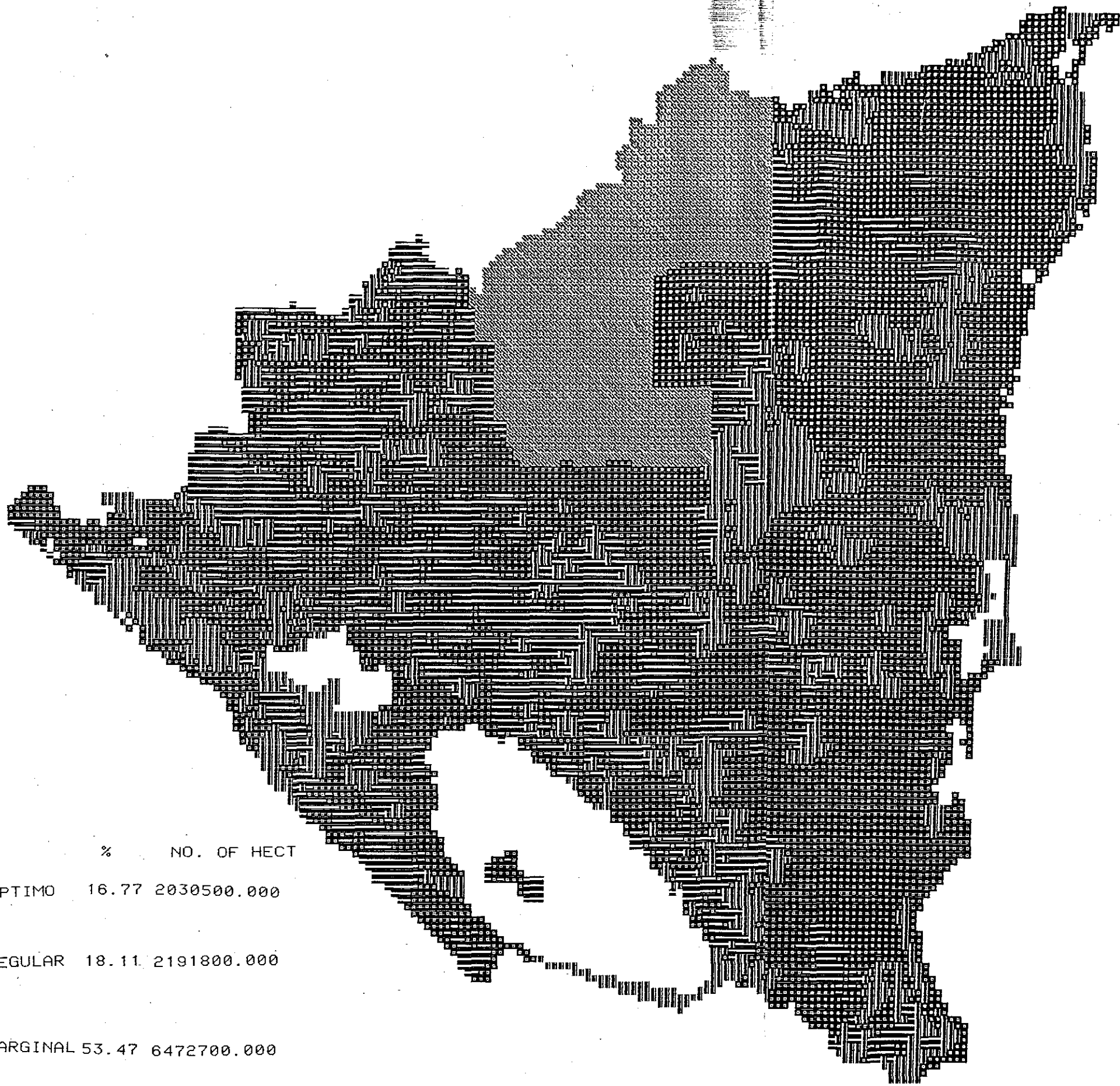
3.5.2 Resultados





A la metodología antes planteada, siguió una etapa de cartografía. Se utilizó un mapa a escala 1:250,000 ya creado, para sobreponerle la información obtenida. Posteriormente se digitalizó en SIG ERDAS, agrupados en tres categorías de clasificación de suelo para café. Como tercer categoría (marginal) se consideraron todas las unidades de suelo taxonómicamente no aptos y las unidades aptas que fueron clasificadas como marginal por la pendiente y/o limitaciones.

Los resultados se muestran en el mapa # 6. Existen 2.030.500 ha óptimas que corresponden al 16,77% del territorio nacional. Además muestra un área sin recubrimiento por sus características topográficas y que no se logra clasificar (1.410.900 ha = 11,65% del área nacional).

160000
150000
140000
130000
120000

160000
150000
140000
130000
120000



	%	NO. OF HECT
	1	OPTIMO 16.77 2030500.000
	2	REGULAR 18.11 2191800.000
	3	MARGINAL 53.47 6472700.000
	4	SIN INFORMACION 11.65 1410900.000

MAPA 6: CARACTERIZACION DE SUELO

CAPITULO IV: ZONIFICACION.

1. Jerarquización de las exigencias agroecológicas

Cada uno de los mapas y su producto, permiten dilucidar qué zonas reúnen el mayor número de condiciones favorables para el cultivo de café. Además, permite dilucidar cuales ofrecen buenas condiciones pero, presentan alguna limitación ecológica que debe considerarse para el establecimiento de una plantación. Finalmente, permiten establecer las zonas que no ofrecen posibilidades para desarrollar explotaciones cafetaleras con ventaja económica.

Para este efecto se incluye el producto de la sobreposición y síntesis cartográfica final, y que fué realizado a partir de la cartografía de cada uno y todos los criterios considerados.

Cuadro 11: Jerarquización de las variables agroecológicas utilizadas en la zonificación del cultivo de café.

VARIABLES	RANGO DE APTITUD		
	OPTIMO	REGULAR	MARGINAL
Temp. media anual	18-23°C	13-18 23-27	<13 ó >27
Temp. media Mayo	22-24°C	24-26 20-22	<20 ó >26
Precip. anual	1200-1400mm	1400-1800 1000-1200	<1000 >1800
Meses secos	2-3	1 ó 4	<1 ó >4

Se evaluaron dos variables más: floración principal y características de suelo (taxonomía, pendiente, limitaciones).

2. Operacionalidad e interpretación cartográfica.

Se contó con seis mapas base:

- Suelo.
- Precipitación media anual.
- Temperatura media anual.
- Temperatura media Mayo.
- Floración principal.
- Meses secos.

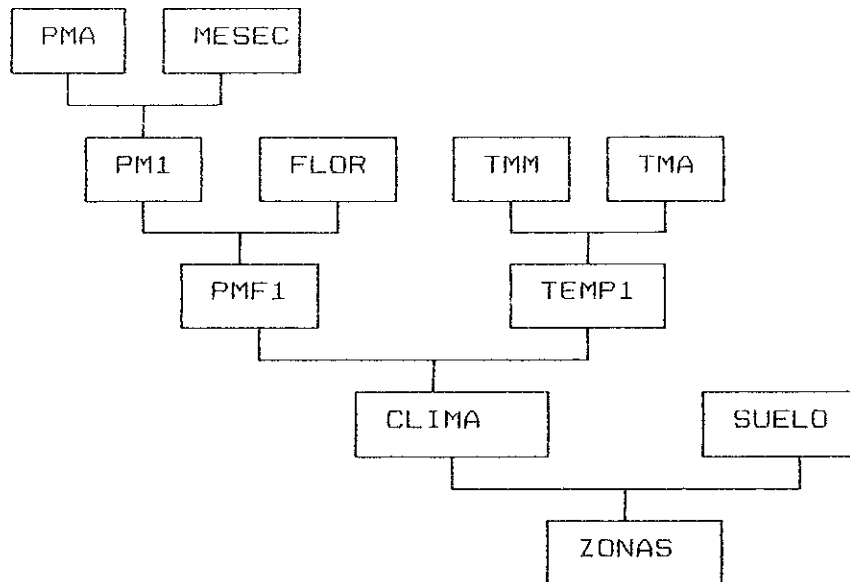
La digitalización y síntesis cartográfica se hace con el SIG ERDAS versión 7.3 1988.

Se emplea un SIG porque da ventajas tales como hacer consultas y recuperar datos de mapas digitales e información de carácter tabular (Ej. Planimetría y estadísticas de las áreas clasificadas), lo que lo torna dinámico para la supresión, modificación y/o adición de cualquier criterio cuando se crea necesario y conveniente.

Se usa ERDAS porque este trabajo se realizó en la sede central del CATIE y por que, dado el volumen de los datos, este sistema es el que puede dar mejores resultados.

2.1 Diagrama de Flujo.

La elaboración y procesamiento de los mapas se realizó como se muestra:



PMA: Mapa de Precipitación media anual.

MESEC: Mapa de meses secos/año.

PM1: Combinación de precipitación y meses secos.

FLOR: Mapa de Floración principal de cafeto.

PMF1: Combinación de PM1 y floración principal.

TMA: Mapa de temperatura media anual.

TMM: Mapa de temperatura media de Mayo.

TEMP1: Combinación de temperatura anual y mayo.

CLIMA: Mapa resultante de la sobreposición de criterios climáticos.

SUELO: Mapa de suelos jerarquizados.

ZONAS: Mapa de zonificación agroecológica para café.

Al pretender una zonificación, se obtuvo criterios basados en condiciones climáticas (PMA, TMA, TMM, Floración, Meses secos) y otro basado en condiciones edáficas. El flujograma con que se rige el proceso dentro del SIG ERDAS debía de contener una secuencia agrónomicamente lógica.

Por eso, se hace una primer agrupación de criterios en donde la variabilidad de las precipitaciones es lo fundamental (PMA, Meses secos y Floración). Los dos últimos criterios fueron determinados con simulaciones de balance hídrico.

Una segunda agrupación permite la caracterización térmica (TMA, TMM) por zonas de Nicaragua. Esto muestra claramente, que cuando se consideran las temperaturas de Mayo se produce una selección de áreas diferentes en comparación a la que se logra con las medias anuales. Puede deberse a los diferentes métodos empleados para su estimación (mapa de isotermas para uno y temperatura medida en estaciones para otro).

La combinación de criterios con base en precipitaciones (con simulación de balance hídrico) y temperaturas permite una caracterización de las condiciones apropiadas o no para el buen establecimiento y desarrollo del cultivo del cafeto, bajo criterios muy climáticos.

La zonificación agroecológica se determinó adicionando el criterio edáfico (mapa de suelos) al producto hasta el momento obtenido.

En cada proceso realizado, fué necesario una recodificación para disminuir el número de clases, hacer una selección especializada de zonas de acuerdo a los requerimientos del cafeto y facilitar la interpretación cartográfica.

2.2 Mapas Bases e Intermedios.

Cada mapa base ha sido clasificado en tres jerarquías: Optimo, Regular y Marginal. De acuerdo al diagrama de flujo cada sumatoria de las tres primeras combinaciones genera nueve clases, lo que hace necesaria una recodificación, para reagrupar en tres categorías y no multiplicar sucesivamente el número de clases.

Las tres categorías se determinan así:

Categoría 1) **Optimo**. Se consideran óptimas todas aquellas combinaciones resultantes de los dos mapas incluidos y que tiene la característica de tener los dos criterios óptimos o al menos uno de ellos pero, acompañado de un criterio regular.

Categoría 2) **Regular**. Se consideran regulares todas aquellas combinaciones que tienen un criterio óptimo acompañado de otro marginal o bien, los dos criterios son regulares.

Categoría 3) **Marginal**. Se consideran marginales todas aquellas combinaciones que los dos criterios son marginales o bien, un criterio es marginal y el otro regular.

Una excepción se considera en la combinación de temperaturas medias anuales y de Mayo. Aquí se asume que siempre que las TMA son marginales, el producto de las dos será marginal.

Ejemplo de esto se presenta para la combinación de los mapas TMM + TMA. Resultan nueve combinaciones.

Cuadro 12: Ejemplo de la recodificación realizada en el procesamiento en GIS.

TMM	TMA	TMM + TMA
O	O	O
O	R	O
O	M	M
R	O	O
R	R	R
R	M	M
M	O	R
M	R	M
M	M	M

O: Optimo.
R: Regular.
M: Marginal.

2.3 Mapa Final.

Está seleccionado en 10 clases, de forma que se interprete la limitante de cada zona:

Zona 1: No hay limitantes.

Zona 2: Hay limitante moderada de suelo.

Zona 3: Hay limitante severa de suelo.

Zona 4: Hay limitante moderada de clima.

Zona 5: Hay limitante moderada de clima y suelo.

Zona 6: Hay limitante moderada de clima y severas de suelo.

Zona 7: Hay limitantes severas de clima.

Zona 8: Hay limitante severa de clima y moderada de suelo.

Zona 9: Todos son limitantes.

Zona 10: No hay información edáfica.



3. Resultados finales

3.1- Climáticos

Sin considerar el criterio de suelo, se puede obtener una zonificación climática, cuyos resultados se muestran en el mapa # 7. De acuerdo a esto, existen 439.000 ha óptimas para café (3,63% del área nacional) y 2.113.300 ha clasificadas como regulares.

Este mapa muestra la clasificación climática y sirve para evaluar las condiciones de la zona sin recubrimiento topográfico (ver mapas # 6 y # 8) y que puede ser una aproximación de los resultados finales, al no contarse con información de suelo.

En la Región VI y I, se observa la principal zona apropiada para el cultivo de café, concentrándose en la zona central norte y más específicamente en Jinotega, Los Robles, La Mascota, La Porfia, San Sebastián de Yalí, entre Dipilto, San Fernando y la frontera con Honduras. Dentro de esta zona se localiza otra clasificada como marginal, que se ubica entre los municipios de Ocotal, Somoto, San Lucas, Palacagüina, Telpaneca, Ciudad Antigua.

En la Región IV se observa una zona apropiada para café comprendida por El Crucero, San Marcos, Diriamba, Masatepe. Las estadísticas totales se localizan adjuntas al mapa.

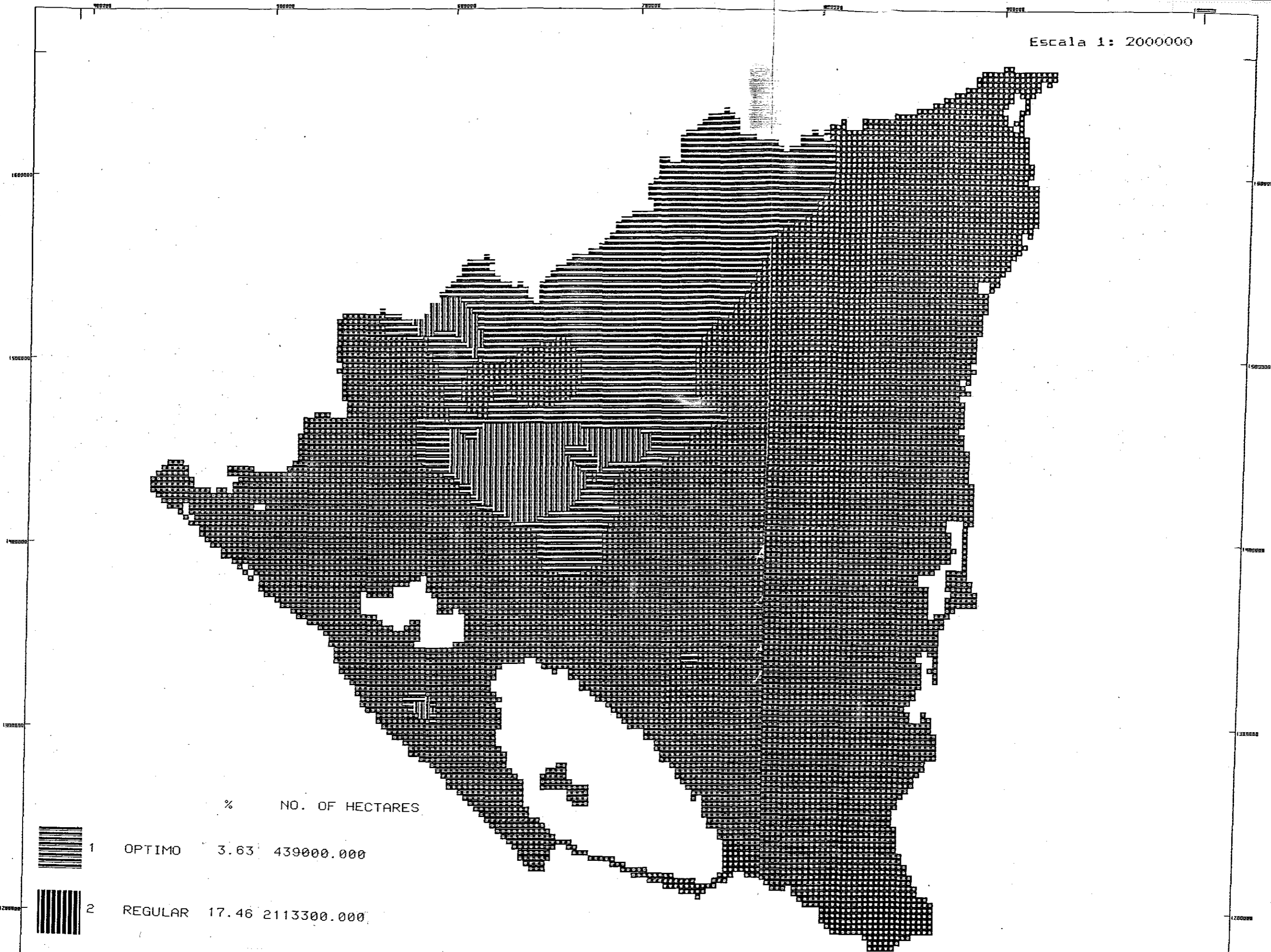
3.2- Generales.

En el mapa de zonificación final (mapa # 8) se determinó que el área total de Nicaragua (sin incluir el área que cubren los Lagos) es, según la digitalización, de 12.102.600 ha. Este mapa se ha clasificado en nueve zonas, de las cuales las dos primeras son óptimas; de la zona 3 a la 6 son regulares con limitantes moderadas de clima y hasta severas de suelo; las zonas 7 a 9 son marginales para cultivo de café por limitantes climáticas y edáficas severas.

Una vez que se ha detectado una limitante climática en cualquier zona, es necesario revisar los mapas base e intermedios para conocer bajo qué criterio se considera limitante.

Se observa que existen 167.700 ha con condiciones óptimas, correspondientes al 1,39% del territorio nacional (sin incluir el área de los lagos) y 1.088.900 ha clasificadas como regulares. Existen 1.410.900 ha sin información edáfica.

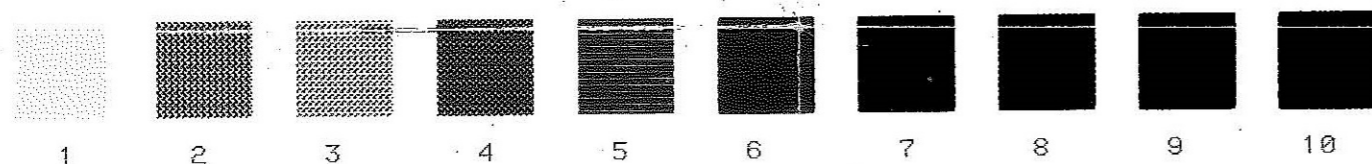
La zona central norte del país (Nueva Segovia, Matagalpa, Jinotega) tiene el mayor potencial productivo, correspondiendo con la zona donde existen las mayores áreas cultivadas con café actualmente. En la Región IV (Crucero, Masatepe, San Marcos) se localiza una zona apropiada para café; aquí existe otro polo cafetalero.



% NO. OF HECTARES

1	OPTIMO	3.63	439000.000
2	REGULAR	17.46	2113300.000
3	MARGINAL	78.91	9550300.000

MAPA 7: ZONIFICACION CLIMATICA



The variable name is : ZONIFICACION AGROECOLOGICA DE NICARAGUA

VALUE	CLASS NAME	NO. OF POINTS	%	NO. OF HECTARES
1	ZONA 1 OPTIMA	398.	0.33	39800.000
2	ZONA 2 OPTIMA	1279.	1.06	127900.000
3	ZONA 3 REGULAR	2302.	1.90	230200.000
4	ZONA 4 REGULAR	1057.	0.87	105700.000
5	ZONA 5 REGULAR	2784.	2.30	278400.000
6	ZONA 6 REGULAR	4746.	3.92	474600.000
7	ZONA 7 MARGINAL	18850.	15.58	1885000.000
8	ZONA 8 MARGINAL	17851.	14.75	1785100.000
9	ZONA 9 MARGINAL	57650.	47.63	5765000.000
10	ZONA 10 SIN INFORMACION	14109.	11.66	1410900.000

TOTALS: 121026. 12102600.000

Points, totals and percentages based on NON-ZERO data values in the ENTIRE input image

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones.

- Las áreas óptimas para siembra de café cubren 167.700 ha, mientras actualmente hay sembradas 70.300 ha. Determina que Nicaragua tiene un potencial que supera en 2,39 veces a las siembras actuales contabilizadas.

- El mapa final, intermedio y mapas bases, se expresan agrupados en tres zonas (óptima, regular y marginal), lo que permite que potenciales usuarios (planificadores estatales, investigadores, empresas agrícolas) puedan fácilmente determinar las características de un lugar específico.

- Todos los mapas están georeferenciados utilizando la escala UTM y fueron digitalizados a una escala 1:1.000.000; la expresión cartográfica se presenta a una escala 1:2.000.000 pudiéndose obtener mapas a la escala en que fueron digitalizados o inferiores, debido a la practicidad que da el SIG ERDAS.

La escala de trabajo (1:1,000,000) indica que cualquier aplicación que se intente realizar, debe partir de la precisión con que han sido generados los mapas. Por ello, intentar trabajos "finos" requerirá de una redefinición de la misma.

- La zonificación que se presenta debe considerarse biofísicamente dinámica y puede ser evolutiva. En realidad permitirá tomar decisiones cuando se incorporen variables importantes como: socioeconómicas, infraestructuras, sociales, culturales. Como todos los criterios fueron introducidos en ERDAS y su almacenamiento es en forma de matriz numérica, permite la supresión, adición o modificación de cualquier criterio, de forma que se obtienen resultados oportunos.

2. Recomendaciones.

- Es necesario y fundamental realizar una verificación de campo, sobre los resultados obtenidos, si se va a trabajar con una escala de más precisión que la zonificación que se presenta (tiene escala 1:1000000). De esta manera, se pueden hacer algunas correcciones a posibles errores de mapeo, digitalización, interpretación de información, establecimiento de criterios y zonificación.

-Se debe realizar una adaptabilidad (ajustes de criterios e indicadores) de este trabajo hacia la definición de variedades comerciales más difundidas en determinada región geográfica que presenta condiciones específicas. Por ejemplo, en la Región IV la variedad más popular es Catuai rojo que se desarrolla bien bajo temperaturas medias anuales entre 22-26°C.

- Dado que actualmente en Nicaragua no se cuenta con microcomputadoras con capacidad para instalar el SIG ERDAS, se puede aprovechar la compatibilidad de este programa con otros intermedios (Ej. IDRISI) que se pueden instalar en microcomputadores (tipo 286 XT o AT) y recuperar los datos (criterios mapificados) para proceder al procesamiento de esta información.

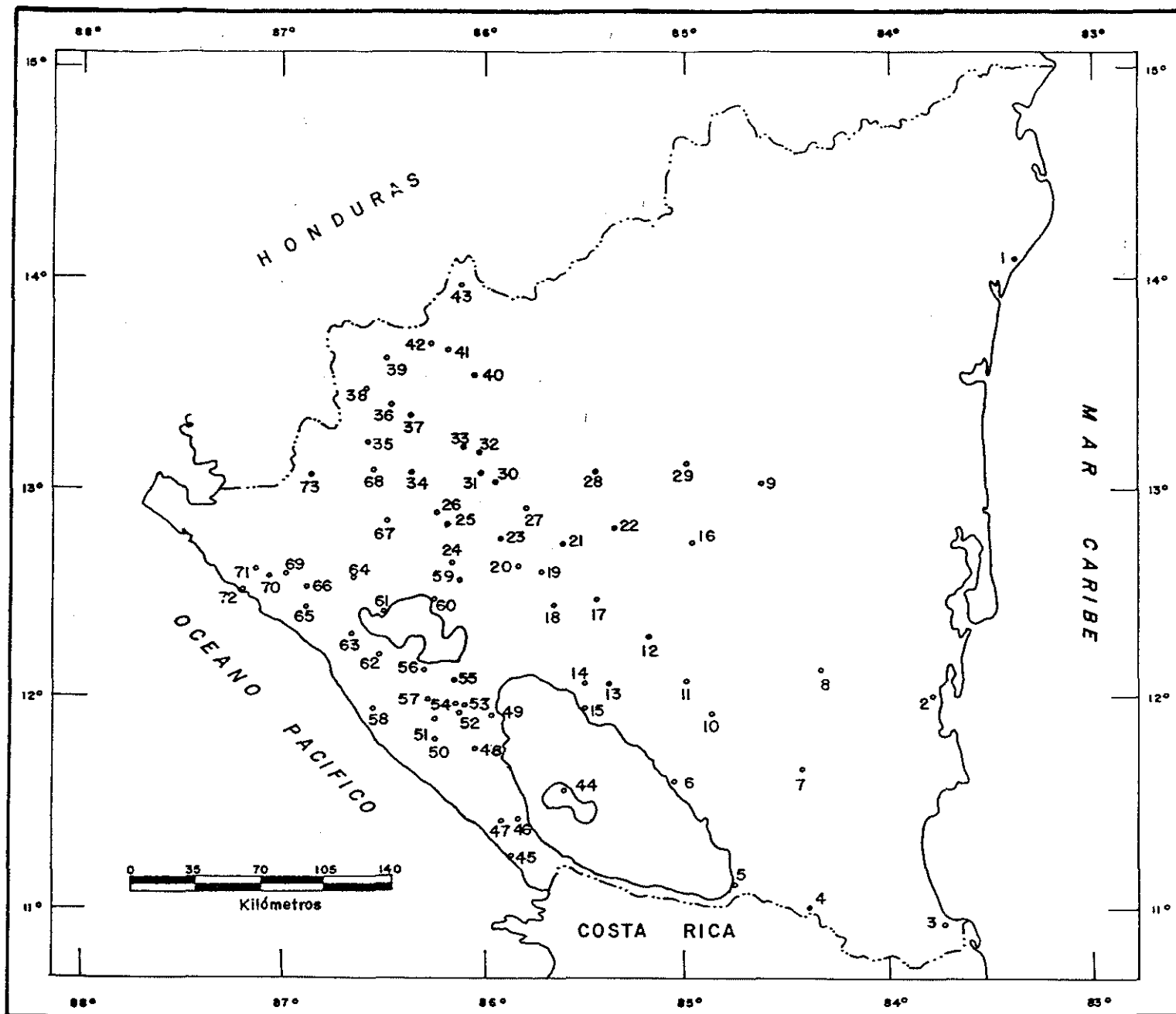
BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, R.; CLEVES, R. 1964. Tipos de Café de Costa Rica. Oficina del Café.
- ALVIN, P. de T. 1960. Fisiología del crecimiento y de la floración del cafeto. *Café*. 2(6): 57-64.
- BARRIOS, M. 1990. La Broca del Fruto del Cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. en Nicaragua. Centro Nacional del Café. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Julio, 1990. Matagalpa, Nicaragua. 8p.
- CAFE DE NICARAGUA. 1966. Variedades del café. Julio 1966. No. 182 p.15.
- _____. 1978. Oficina Ejecutiva de Encuestas y Censos. Departamento Agropecuario. Boletín Agropecuario Nº 1. Septiembre 1978. 24 pag.
- CARVAJAL, J.F. 1972. Cafeto-cultivo y fertilización. Berna, Instituto Internacional de la Potasa. 141p.
- CHOUSY, F. 1968. Café Maragogipe (*Coffea arabica* L.), variedad Maragogipe. Café de Nicaragua. Abril 1968. No. 201 p.26-29.
- CHOW, J.L.; STULTZER, M.A.; UBEDA, R.; SEQUEIRA, A. 1987. Determinación de parámetros físicos naturales para la concentración de áreas cafetaleras y su tecnología de manejo. *In* Simposio sobre Caficultura Latinoamericana. Tapachula, Chis. (México). 12-13 Nov. 1987. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José (Costa Rica). 1988. p.84-94.
- ELDIN, M. 1983. A system of agroclimatic zoning to evaluate climatic potential for crop production. *In* Cusack, D.F. (Ed). Agroclimatic information for development. Reviving the Green Revolution. Boulder, Colorado, Westview. 83-91p.
- ERDAS, M.V. SYSTEM, 1987. GIS Module: P.C. USER'S Guide Modules. USDA, U.S.A. 1-29 p.
- FAO. 1974. Necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje Nº 24. 194p.
- FOOD and AGRICULTURAL ORGANIZATION of the UNITED NATIONS. 1978. Agro-ecological zones projects. Vol. 1, Methodology and Results for Africa. World Soil Resources Report No. 48. Rome: FAO.

- GARCIA, J. 1968. Clima agrícola del cafeto (*Coffea arabica* L.) y zonas potenciales en los Andes de Venezuela. *Agronomía Tropical* 28(1): 3-17.
- GOMEZ, G.L. 1972. Influencia de los factores climáticos sobre la periodicidad de crecimiento del cafeto. *CENICAFE* 28(1): 3-17.
- JIMENEZ, F.; HERNANDEZ, R. 1990. Estudio de la Evapotranspiración Potencial en Honduras. Proyecto Regional de Agrometeorología (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 58p.
- MAESTRI, M.; BARROS, R. 1981. Ecofisiología de cultivos tropicales. Café. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Publicación Miscelánea No. 288. 50p.
- MANUAL DE RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DE CAFE. 1989. Programa Cooperativo ICAFE-MAG, San José (Costa Rica). 6 ed. 1989. 122pp.
- MARIN, E. 1971. Manual práctico para interpretación de los mapas de suelos. Catastro e inventarios de recursos naturales, Managua DN, Nicaragua. 38 p.
- _____. 1988. Proyecto de ordenamiento del sistema productivo de la Región II. Managua, Nicaragua, MIDINRA/DGA. 89 p.
- _____. 1990. Estudio Agroecológico y su Aplicación al Desarrollo Productivo Agropecuario, Región IV. Informe Final. Ordenamiento del Sistema Productivo Agropecuario. Mayo, 1990. Managua, Nicaragua. 240p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1990. NICARAGUA: 10 años en cifras. 1990 proyectado. Managua, Nicaragua. pag. 33.
- _____. 1990. El desafío del sector agropecuario. Lineamientos para la reactivación. Managua, Nicaragua. Noviembre 1990. pag. 12-20.
- MOENS, S. 1968. Investigaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas sobre cafetos. Turrialba 18(3): 209-233.
- MONTOYA, J.M. 1971. Informe sobre el proyecto zonificación ecológica de cultivo de consumo básico y tradicionales de exportación para los países del Mercado Común Centroamericano. Turrialba, Costa Rica. IICA (100 mapas 1:500,000) 59p.

- RAPIDEL, B.; RODRIGUEZ, J. 1990. Zonificación agrometeorológica de las lluvias en Nicaragua. Proyecto Regional de Agrometeorología. CATIE/CIRAD/ORSTOM/MIDINRA. 24p.
- ROJAS, O. 1986. Estudios agroclimáticos y Zonificación agroecológica de cultivos: Metodología y Resultados. Serie Publicaciones Misceláneas No. A1/CR-86-006. IICA, Costa Rica. 106p.
- _____. 1987. Zonificación agroecológica para el cultivo de Café (Coffea arabica L.) en Costa Rica. San José (Costa Rica) 1987. Serie Publicaciones Misceláneas (IICA). 83p.
- SABORIO, J. 1989. Sistema de información geográfica con el sistema ERDAS. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 34 p. (Proyecto regional de manejo de cuencas).
- SAS, INSTITUTE. 1987. SAS/STAT user's guide, Release 6.03 Edition Cary, N.C.: SAS. 450 p.
- _____. 1987. SAS System for elementary statistical analysis. Cary, N.C. 200 p.

ANEXOS



Mapa Ubicación de estaciones meteorológicas

ANEXO 2.a : LISTA DE ESTACIONES EMPLEADAS EN LA ZONIFICACION.

NUMERO	NOMBRE	LATITUD (°, ', '')	LONGITUD (°, ', '')	ELEV (msnm)
1	PTO CABEZAS	140248	852230	20
2	BLUEFIELDS	120100	834700	5
3	SN JUAN NORTE	105000	834200	4
4	EL CASTILLO	110100	842354	40
5	SAN CARLOS	110742	844636	40
6	MORRITO	113712	850424	45
7	NVA GUINEA	114110	842710	150
8	EL RECREO	121012	841842	40
9	SN PEDRO NORTE	120325	844330	60
10	VILLA SANDINO	120318	845948	325
11	STO TOMAS	120400	850600	400
12	LA LIBERTAD	121230	851036	467
13	JUIGALPA	120600	852200	90
14	TECOLOSTOTE	121518	853830	100
15	EMARROZ	1158	8531	50
16	PAIWAS	124712	850718	118
17	CAMDAPA	1223	8531	470
18	BOACO	122812	853418	80
19	SN JOSE REMATES	123548	854542	520
20	ESQUIPULAS	123932	854730	520
21	MUY MUJ	124548	853736	320
22	MATIGUAS	124954	852800	304
23	SAN DIONISIO	124536	855100	380
24	CIUDAD DARIO	124621	861418	420
25	SEBACO	125118	869531	480
26	SAN ISIDRO	1254	8611	465
27	SAN RAMON	123524	855030	650
28	MASAPA	130542	852918	315
29	AULO	130903	850805	100
30	LA MASCOTA	130512	855524	1350
31	JINOTEGA	130506	855948	1032
32	LA PORFIA	130848	860312	970
33	MANCOTAL	131436	855406	950
34	ESTELI	130700	862136	815
35	LIMAY	1310	8637	281
36	P.NUEVO	1323	8626	--

ANEXO 2.b : LISTA DE ESTACIONES EMPLEADAS EN LA ZONIFICACION.

NUMERO	NOMBRE	LATITUD (°, ', '')	LONGITUD (°, ', '')	ELEV (msnm)
37	CONDEGA	132206	862348	560
38	SOMOTO	132830	863506	720
39	OCOTAL	133730	862636	612
40	QUILALI	133406	830142	400
41	WIWILI	133730	854924	320
42	EL JICARO	1343	8608	540
43	JALAPA	135530	860730	680
44	ALTAGRACIA	113354	833424	62
45	SN JUAN SUR	111500	855206	60
46	RIVAS	112606	855000	70
47	TOLA	112624	855624	40
48	NANDAIME	114318	860248	95
49	GRANADA	115600	855700	55
50	DIRIAMBÁ	1149	8615	440
51	SAN MARCOS	115400	861200	570
52	MASATEPE	115424	860842	430
53	MASAYA	115848	860618	210
54	NINDIRI	1159	8606	235
55	SAIMSA	115700	8605000	310
56	MANAGUA	120836	860949	56
57	EL CRUCERO	1158	8618	910
58	MONTELMAR	114900	863100	30
59	LAS PLAYITAS	1233	8603	470
60	SN FCO LIBRE	122954	861654	50
61	MOMOTOMBO	122536	863454	40
62	NAGAROTE	120730	863230	100
63	LA PAZ CENTRO	122023	864052	80
64	MALPAISILLO	123530	8640	105
65	LEON	122630	8652	110
66	TELICA	123120	865230	120
67	EL SAUCE	125234	86206	180
68	ACHUAPA	1303	8635	330
69	POSOLTEGA	1233	8659	80
70	ISA	123200	870300	35
71	CHINANDEGA	123800	870800	60
72	CORINTO	123100	871200	5
73	SOMOTILLO	1302	8654	45

ANEXO 3.a: Estimación de Reserva de agua Util. Metodología FAO.

ESTACION	TEXTURA	%H.D.	PROF(cm)	R.U.
Achuapa	mod.fina	16	25	40
Altagracia	mod. gruesa	13	100	130
Aulo	fina	19	100	190
Bluefields	fina	19	100	190
Boaco	mod. fina	16	40	64
Camoapa	mod. fina	16	100	160
Chinandega	mod gruesa a media	25	100	250
Condega	mod. fina	16	100	160
Corinto	mod gruesa a media	25	100	250
El Castillo	fina	19	100	190
El Crucero	mod gruesa a media	25	100	250
El Jicaro	fina	19	100	190
El Rama	fina	19	100	190
El Recreo	fina	19	100	190
El Sauce	fina	16	100	160
El Viejo	mod gruesa a media	25	100	250
EMARROZ	muy fina	18	100	180
Esquipulas	fina	19	100	190
Esteli	mod. fina	16	100	160
Granada	mod. fina	16	90	144
Ing.Sn.Anton.	mod. gruesa a media	25	100	250
Jalapa	mod. fina	16	100	160
Jinotega	mod. fina	16	100	160
Juigalpa	fina	19	100	190
La Estrella	fina	19	100	190
La Libertad	fina	19	100	190
La Mascota	fina	19	100	190
La Porfia	mod. fina	16	100	160
Las Playitas	mod. fina	16	100	160
Leon	mod. gruesa	13	100	130
Limay	mod. fina	16	100	160
Los Robles	mod. fina	16	100	160
Macuelizo	mod. fina	16	100	160
Managua	mod. fina	16	100	160
Mancotal	mod. fina	16	25	40
Masapa	fina	19	100	190
Masatepe	mod gruesa a media	25	100	250
Masaya	mod. fina	16	100	160
Matiguas	fina	19	100	190
Momotombo	mod. fina	16	100	160
Montelimar	mod. fina	16	100	160
Morrito	muy fina	18	100	180

ANEXO 3.b: Estimación de Reserva de agua Util. Metodología FAO.

ESTACION	TEXTURA	%H.D.	PROF (cm)	R.U.
Muy muy	fina	16	100	160
Nagarote	mod gruesa a media	20	100	200
Nandaime	mod. fina	16	100	160
Nueva Guinea	fina	19	100	190
Ocotal	mod. gruesa	13	100	130
Paiwas	fina	19	100	190
Pto. Cabezas	fina	19	100	190
Quilali	fina	19	100	190
Rivas	fina	19	90	144
SAIMSA	mod. fina	16	100	160
San Carlos	fina	16	100	160
San Dionisio	mod. fina	16	100	160
San Isidro	mod. fina	16	40	64
San Jorge	mod. fina	16	100	160
San Lucas	mod. fina	16	100	160
San Ramon	fina	19	100	190
Ciudad Darío	mod. fina	16	40	64
Sn Juan Norte	fina	19	100	190
Sn. Pedro Nort	mod. fina	19	100	190
Somotillo	mod. fina	16	100	160
Somoto	fina	19	100	190
Tecolostote	mod. fina	16	100	160
Tola	fina	19	90	171
Villa Sandino	fina	19	100	190
Wiwili	mod. fina	16	100	160

% H.D.: Porcentaje de humedad disponible.

R.U. : Reserva útil de agua, expresada en mm de agua por metro de suelo.

ANEXO 4: Procedimiento para realizar el estudio de Evapotranspiración Potencial (ETP).

Se define como una estación principal a aquellas estaciones que registran información de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, luz solar y precipitación. Una estación secundaria es aquella que registra temperatura, humedad relativa y precipitación.

I) Con estaciones principales:

1. Creación de banco de datos en el programa LOTUS.
2. Cálculo de ETP por método de Penman (ETP-P).
3. Cálculo de ETP por método Hargreaves (ETP-HG-).
4. Cálculo de Ecuación de regresión entre los métodos de Penman y Hargreaves para cada estación.
5. Prueba de t (para pendiente de la recta) comparativa entre dos estaciones. Se hizo con el objetivo de juntar varias estaciones meteorológicas y obtener modelos de regresión más generales. Se realizó para verificar en cuales estaciones los parámetros del modelo de regresión lineal que relaciona los métodos de Penman y Hargreaves ($ETP_P = a + b ETP_{HG}$) eran o no estadísticamente diferentes (véase los resultados de la prueba en anexo 5). Ya que estos resultados no nos permitieron distinguir zonas homogéneas estadísticamente diferentes, se realizó el punto 6.
6. Con mapa de zonas de vida de Holdridge (Escala 1:250.000) determinar las zonas a que pertenece cada estación. Este procedimiento permitió agrupar el país en dos regiones (véase anexo 7), manejándose como un solo conjunto de datos por región.
7. Para cada una de las regiones se obtiene la ecuación de regresión lineal para estimar la ETP_P en función de la ETP_{HG} .
8. Determinación de los modelos estadísticos definitivos. Se procedió a probar los parámetros de las ecuaciones obtenidas, partiendo que no había diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros a y b de los modelos de regresión de las muestras, comparando por separado las regiones. Para ello se usó la prueba F de Fisher, con un nivel de confianza de 95%. Esta prueba realiza comparaciones en forma simultánea para ambos parámetros de la ecuación, y no individualmente sobre cada uno de ellos, para dar así mayor confiabilidad a los resultados obtenidos (véase anexos 9 y 10).

II) Con estaciones secundarias:

1. Creación de banco de datos en LOTUS.
2. Cálculo de ETP por el método de Hargreaves.
3. Determinación de la región (zonas de vida) a que pertenecen.
4. Estimación de ETP-P, mediante el uso de las ecuaciones obtenidas y considerando la región donde se ubica cada una de las estaciones meteorológicas.

Este procedimiento es el mismo que se aplicó en el "Estudio de la Evapotranspiración Potencial en Honduras" realizado por Jiménez y Hernández (1990) y sus resultados (ecuaciones de regresión) pueden ser empleados para el cálculo de ETP de cualquier otra estación que no esté incluida en el estudio.

ANEXO 5: PRUEBA DE t POR PAREJAS DE ESTACIONES

PAREJA	tc	Significancia
Ocotol-Managua	0.55	ns
Ocotol-Rivas	6.70	*
Ocotol-Muy muy	3.60	*
Ocotol-Jinotega	4.26	*
Ocotol-Bluefields	6.17	*
Ocotol-Puerto Cabezas	6.61	*
Ocotol-San Carlos	1.66	ns
Managua-Rivas	6.14	*
Managua-Muy muy	2.85	*
Managua-Jinotega	3.56	*
Managua-Bluefields	5.58	*
Managua-Puerto Cabezas	6.01	*
Managua-San Carlos	1.06	ns
Rivas-Muy muy	-4.70	*
Rivas-Jinotega	-3.62	*
Rivas-Bluefields	-0.72	ns
Rivas-Puerto Cabezas	-0.46	ns
Rivas-San Carlos	-5.37	*
Muymuy-Jinotega	1.21	ns
Muymuy-Bluefields	4.02	*
Muymuy-Puerto Cabezas	4.49	*
Muymuy-San Carlos	-1.67	ns
Jinotega-Bluefields	2.91	*
Jinotega-Puerto Cabezas	3.32	*
Jinotega-San Carlos	-2.51	*
Bluefields-Puerto Cabezas	0.28	ns
Bluefields-San Carlos	-4.77	*
Puerto Cabezas-San Carlos	-5.19	*

ns: No hay diferencia significativa

*: Existe diferencia significativa.

Las hipótesis planteadas fueron:

H_0 : No hay diferencias estadísticamente significativa entre los parámetros b de los modelos de regresión de la pareja de estaciones.

La regla de decisión es de que si $t_c < t_t$ entonces no se rechaza la hipótesis nula a

$$T \text{ tabulado} = t_{\alpha/2, n-2} = 1.980$$

ANEXO 6: ECUACIONES DE REGRESION DE ESTACIONES PRINCIPALES

Estacion	Ecuacion	r ²
Bluefields	$P=0.92+1.55HG$	0.79
Jinotega	$P=0.60+1.12HG$	0.84
Managua	$P=1.98+0.85HG$	0.62
Muy muy	$P=0.97+1.12HG$	0.88
Ocotal	$P=2.27+0.79HG$	0.60
Puerto Cabezas	$P=0.54+1.59HG$	0.81
Rivas	$P=-0.00056+1.66HG$	0.79
San Carlos	$P=1.52+0.97HG$	0.71

P: Evapotranspiracion por el metodo de Penman.

HG: Evapotranspiracion por el metodo de Hargreaves.

ANEXO 7: NOMENCLATURA DE LAS ZONAS DE VIDA POR REGION

REGION	ZONA DE VIDA	SIMBOLOGIA
A	Bosque seco	bs
	Bosque humedo Subtropical	bh-S
B	Bosque muy humedo Subtropical	bmh-S
	Bosque humedo Tropical	bh-T

ANEXO 8: ZONAS DE VIDA Y REGION DE LAS ESTACIONES CON BALANCE HIDRICO

ESTACION	ZONA DE VIDA	REGION
Aguas Zarcas	bmh-S	B
Altagracia	bh-T	B
Aulo	bh-T	B
Bluefields	bmh-T	B
Condega	bh-S	A
El Castillo	bmh-S	B
El Crucero	bh-S	A
El Sauce	bh-S	A
Esquipula	bs-T	A
Esteli	bh-S	A
ISA	bh-S	A
Jalapa	bh-S	A
Jinotega	bh-S	A
Juigalpa	bh-S	A
La Mascota	bh-S	A
La Porfia	bh-S	A
Leon	bh-S	A
Managua	bs-T	A
Mancotal	bh-S	A
Masapa	bmh-S	B
Masatepe	bh-T	B
Masaya	bh-T	B
Matiguas	bmh-S	B
Morrito	bh-T	B
Muy muy	bh-S	A
Nva. Guinea	bmh-S	B
Ocotol	bh-S	A
Paiwas	bh-T	B
Quilali	bh-S	A
Rivas	bs-T	A
SAIMSA	bs-T	A
San Carlos	bmh-S	B
San Isidro	bh-S	A
Ciudad Dario	bs-S	A
Sn Juan Norte	bmh-S	B
Sn Pedro Nort	bmh-S	B
Wiwili	bh-S	A

ANEXO 9: ESTADISTICOS PARA PRUEBA DE F

Variable	Desv. standard	Observ.	CME	g.l.	S.C
Reg A+B	0.576	288	0.331	286	94.66
Region A	0.515	180	0.265	178	47.17
Region B	0.550	108	0.302	106	32.01

ANEXO 10: PRUEBA DE F

COMPARACION	CME ₀	CME ₁	F ₀	SIGNIF.
A vs. B	7.74	0.2788	27.76	*

En el análisis, la población fué la Región A más la Región B, y las muestras fueron la Región A y la Región B.

La prueba tiene la hipótesis:

H₀: No existe diferencia estadísticamente significativa entre los parámetros a y b de los modelos comparados.

La regla de decisión es que se rechaza la hipótesis nula si $F_0 > F_T$ a un nivel de significancia de 0.95

$$F_T = F_{\alpha; g_1, g_2, 0.05} = 3.84$$

Se concluye que lo mejor es usar las ecuaciones generales por Región:

$$\text{REGION A: } ETP_P = 1.01 + 1.16 ETP_HG$$

$$\text{REGION B: } ETP_P = 1.40 + 1.20 ETP_HG$$

ANEXO 11.a: CUADRO DE RESULTADOS FINALES DE CRITERIOS DE BALANCE HIDRICO.

ESTACION	FLORACION PRINCIPAL			RANGO	ASUMP.
	BUENO	REG.	MARG.		
Jinotega	15	9	10	0.85	0
Bluefields	0	15	9	1.37	2
Leon	9	14	7	0.94	1
Crucero	4	10	6	1.10	1
Aulo	0	9	3	1.25	2
Masatepe	7	14	0	0.67	0
Wiwili	6	8	1	0.66	0
Esteli	9	11	13	1.11	1
Matiguas	3	7	1	0.817	0
Paiwas	1	11	6	1.27	2
Mancotal	4	13	9	1.19	1
El Castillo	4	8	4	1	1
Esquipulas	5	9	3	0.88	0
Masapa	2	6	2	0.8	0
Mascota	3	6	2	0.908	0
Porfia	7	6	4	0.82	0
Sn Pedro Norte	2	8	5	1.199	1
Morrito	5	8	4	0.94	1
Sn Juan Norte	0	9	4	1.3	2
Muy muy	4	9	4	0.99	1
Jalapa	5	6	6	1.06	1
Altagracia	5	7	3	0.87	0
Condega	3	7	15	1.48	2
Juigalpa	6	8	4	1.14	1
Dario	1	4	12	1.65	2
El Sauce	1	14	9	1.33	2
Ocotol	7	8	15	1.26	2
Rivas	1	11	6	1.28	2
San Carlos	5	9	8	1.14	1
ISA	2	23	11	1.25	2
Masaya	5	13	11	1.2	1
Managua	14	5	9	0.82	0
Saimsa	5	5	8	1.16	1
Nva Guinea	2	4	6	1.33	2
Quilali	6	8	10	1.16	1
Sn Isidro	3	3	10	1.44	2
Sn Ramon	3	17	10	1.23	1
Boaco	5	2	2	0.66	0
La Libertad	3	8	13	1.41	2

ANEXO 11.b: CUADRO DE RESULTADOS FINALES DE CRITERIOS DE BALANCE HIDRICO.

ESTACION	FLORACION PRINCIPAL			RANGO	ASUMP.
	BUENO	REG.	MARG.		
Momotombo	2	7	1	0.9	1
Corinto	5	3	10	1.28	2
Las Playitas	1	4	13	1.66	2
Camoapa	6	6	3	0.8	0
Limay	2	9	6	1.23	1
Somoto	5	7	9	1.19	1
Somotillo	0	8	3	1.27	2
Granada	3	12	9	1.25	2
Nandaime	4	13	7	1.12	1
Nagarote	6	4	8	1.11	1
San Lucas	2	5	6	1.31	2
Montelimar	2	6	6	1.28	2
Chinandega	4	8	8	1.2	1

ANEXO 12.a: RESULTADOS FINALES DE CRITERIO DE MESES SECOS/AÑO.

ESTACION	2 a 3	4 o 1	>4 o <1	RANGO	ASUMP.
Jinotega	25	5	3	0.33	0
Bluefields	1	4	20	1.76	2
Leon	1	3	25	1.82	2
Crucero	10	7	2	0.58	0
Aulo	2	4	6	1.33	2
Masatepe	12	4	3	0.53	0
Wiwili	8	4	2	0.57	0
Esteli	1	6	25	1.75	2
Matiguas	7	2	1	0.4	0
Paiwas	2	4	11	1.53	2
Mancotal	14	10	1	0.48	0
El Castillo	1	1	13	1.8	2
Esquipulas	9	6	2	0.58	0
Masapa	4	3	3	0.9	1
Mascota	4	2	5	1.09	1
Porfia	7	8	1	0.62	0
Sn Pedro Norte	3	4	7	1.28	1
Morrito	14	2	0	0.12	0
Sn Juan Norte	0	1	11	1.91	2
Muy muy	11	5	0	0.31	0
Jalapa	11	5	0	0.31	0
Altagracia	1	6	7	1.42	2
Condega	1	4	18	1.73	2
Juigalpa	3	8	6	1.17	1
Dario	0	2	13	1.87	2
El Sauce	5	15	2	0.86	1
Ocotol	1	5	24	1.77	2
Rivas	3	7	6	1.19	1
San Carlos	10	4	6	0.8	1
ISA	12	19	2	0.7	1
Masaya	0	6	21	1.78	2
Managua	1	3	24	1.82	2
Saimsa	0	0	17	2.0	2
Nva Guinea	0	3	6	1.66	2
Quilali	16	6	1	0.35	0
Sn Isidro	0	8	7	1.46	2
Sn Ramon	17	9	3	0.52	0
Boaco	2	4	2	1.0	1
La Libertad	10	4	9	0.96	1
Momotombo	0	1	8	1.89	2
Corinto	1	13	3	1.12	1

ANEXO 12.b : RESULTADOS FINALES DE CRITERIO DE MESES SECOS/AÑO.

ESTACION	2 a 3	4 o 1	>4 o <1	RANGO	ASUMP.
Las Playitas	0	3	14	1.82	2
Camoapa	5	5	4	0.93	1
Limay	1	9	6	1.31	1
Somoto	1	5	14	1.65	2
Somotillo	0	6	3	1.33	2
Granada	1	7	15	1.6	2
Nandaime	0	13	9	1.41	2
Nagarote	1	4	12	1.65	2
San Lucas	0	4	8	1.66	2
Montelimar	0	1	12	1.92	2
Chinandega	10	9	1	0.55	0

ANEXO 13.a: PRECIPITACION ANUAL, TEMP ANUAL Y MAYO

ESTACION	PMA	TMA	TM MAYO
Achuapa	1739.5		
Aguas Zarcas		25.2	26.5
Altagracia	1213.2	27.2	29.0
Altamira	880.9		
Bluefields		25.8	27.2
Boaco	1053.6		
Camoapa	1152.4		
Castil-gr	1349.8		
Chinandega	1837.2		
Condega	812.2	24.4	26.6
Corinto	1733.2	27.7	28.9
Diriamba	1492.4		
El Castillo	1368.1	25.7	27.3
El Crucero	1229.2	23.0	24.8
El jicaro	1335.2		
El recreo	1302.7	25.4	27.0
El Sauce	1742.7	27.1	28.5
Esquipula	1232.7	23.8	25.9
Esteli	858.5	22.4	24.3
Granada	1550.0		
INA-GR	1418.6		
ISA	1847.2	27.5	28.7
Jalapa	1614.9	23.1	24.9
Jinotega	1054.2	20.4	22.1
Juigalpa	1187.0	27.1	28.8

ANEXO 13.b: PRECIPITACION ANUAL, TEMP ANUAL Y MAYO (Cont.)

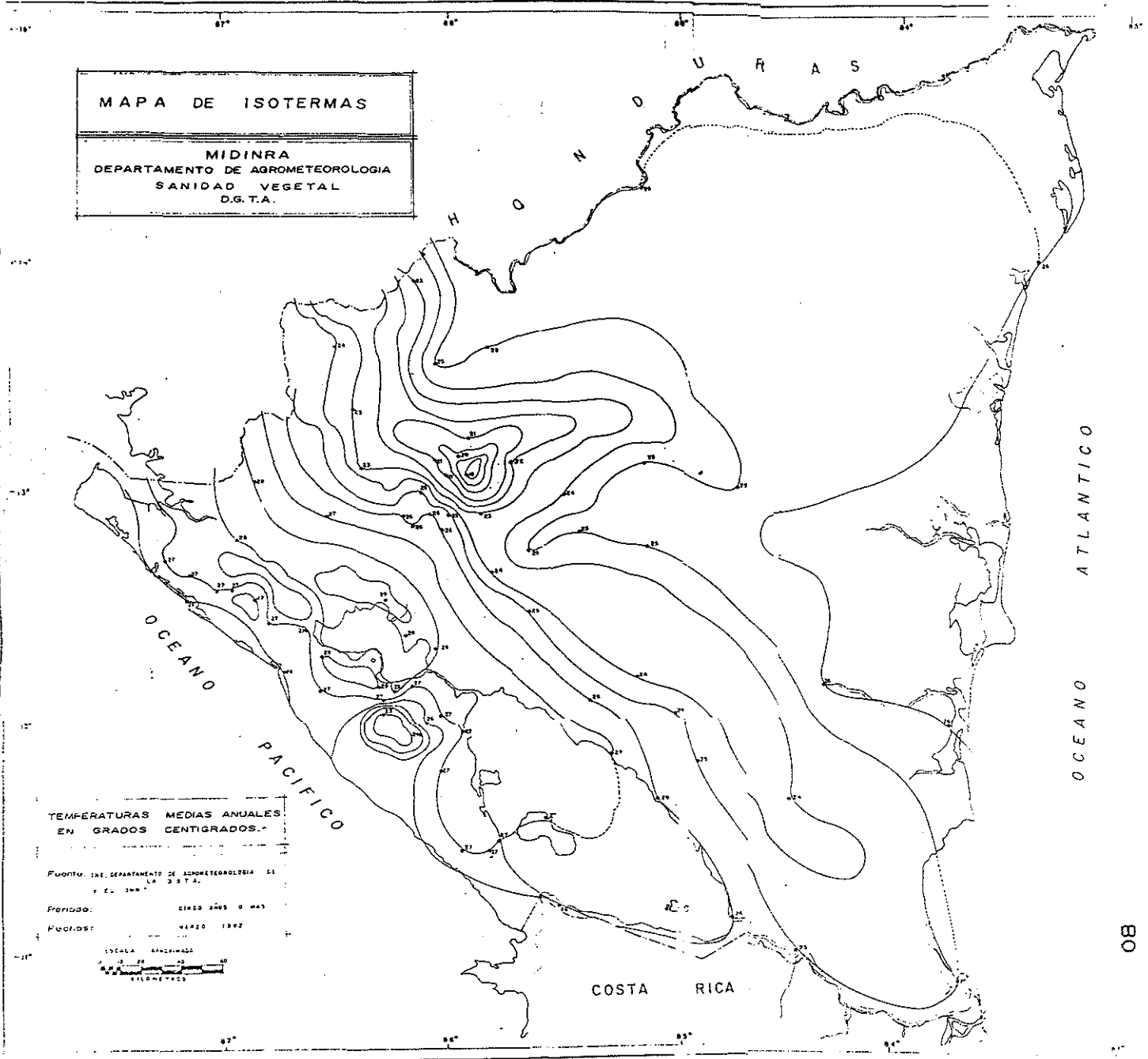
ESTACION	PMA	TMA	TM MAYO
La Libertad	1420.0	24.1	25.6
La mascota		18.5	20.3
La paz centro	959.9		
La porfia		21.5	23.2
Leon	1487.0	27.3	28.8
Limay	1351.8		
Las Playitas	890.1		
Los Robles		20.6	22.3
Malpaisillo	1191.8		
Managua	1106.5	25.8	27.7
Mancotal	1617.2	20.9	22.7
Masapa	2106.3	24.6	26.7
Masatepe	1585.3	24.5	26.3
Masaya	1426.6	26.7	28.5
Matagalpa	1328.9		
Matiguas	1330.1	24.9	27.0
Momotombo	1141.4		
Montelimar	1503.9		
Morrito	1662.3	26.7	28.2
Muy muy	1505.4	24.0	26.3
Nagarote	1232.7	28.4	29.7
Nandaime	1423.0		
Nindiri	1103.1		
Nueva Guinea	2555.8	24.2	25.7
Ocotol	849.9	24.3	26.6
Paiwas	2462.2	25.5	27.4
Posoltega	1873.7		

ANEXO 13.c: PRECIPITACION ANUAL, TEMP ANUAL Y MAYO (Fin).

ESTACION	PMA	TMA	TM MAYO
Pueblo Nuevo	1014.9		
Puerto Cabezas		26.3	27.6
Quilali	1398.5	24.7	27.3
Remate	1225.4		
Rivas	1499.7	27.0	28.4
SAIMSA	1073.1	27.2	28.1
San Carlos	1841.6	26.1	27.4
San Dionisio	1382.1		
San Isidro	781.3	25.6	26.4
San Lucas	905.3		
San Marcos	1415.9		
San Ramon		23.4	25.2
Ciudad Dario	784.8	25.1	26.8
Santo Tomas	1717.4		
Sebaco	895.3		
Sn Fco. Libre	1103.4		
Sn Pedro Norte	1974.2	25.4	26.9
Sn. Juan Norte	5684.0	25.7	26.7
Sn. Juan Sur	1700.2		
Somotillo	1646.5		
Somoto	881.5		
Telica	1501.4		
Tola	1409.8		
Villa sandino		24.7	26.4
Wiwili	1326.5	25.0	27.4

MAPA DE ISOTERMAS

MIDINRA
DEPARTAMENTO DE AGROMETEOROLOGIA
SANIDAD VEGETAL
D.G.T.A.



MES	DEC	MANAGU	SNCAR	RIVAS	OCOTAL	PTOCAB	HUYHUY	JINOT	BLUEF
1	1	48.2	32.6	52.7	47.5	36.9	35.1	27	45.7
	2	51.2	35.7	52.1	47.7	39.9	37	29.7	42.5
	3	57.7	43.7	58.4	55.8	45.9	43.6	33.8	48
2	1	50.9	35.5	60	53.2	43.4	42.3	32.2	48.9
	2	57.2	43.2	61.5	54.8	46.8	44.4	36.8	48.6
	3	50.6	38.1	53	48.3	41.8	41.4	31.6	45.7
3	1	55.6	48	64.8	61.3	52.5	50.6	40.5	55.3
	2	61.5	48.5	68.5	63.2	56.5	53.3	45.6	59.2
	3	66.7	55.8	73.5	69	62.4	60.7	52.4	68.2
4	1	57.6	53.6	70.7	64.1	58.8	57.7	49.1	65.9
	2	57.8	50	70.3	61.8	57.8	56.4	45.3	61.1
	3	56	50.8	65.4	56.8	55.6	54.5	47.1	60.8
5	1	49.2	50.5	62.2	55.2	56.4	55.2	49.7	60.9
	2	55.3	49	65.7	56.4	58.9	57.2	48.2	64.7
	3	47.7	48.5	55.5	52.5	55.1	52.3	42.7	59.5
6	1	35.6	42.1	47.4	42.9	46.8	40.2	36.2	44.9
	2	40.8	41.3	48.7	44.4	49.4	40.9	37.9	48.8
	3	39.4	33.9	49.6	44.1	47.4	37.3	35.3	43
7	1	36.7	38.1	46.6	42.9	48.5	38.9	35.9	45.9
	2	42.2	37.1	50.1	46	51.9	39.4	39.2	49.3
	3	48.5	43.9	55.7	52.6	56.2	45.2	41.6	51.6
8	1	38.5	38.1	49.3	44.3	46.4	40.2	35.4	44.5
	2	44.5	38.6	51.4	48.1	49.1	41	37.7	40.3
	3	48.8	45.9	56.1	54	55.1	46	43.7	45.2
9	1	41.7	42.6	48.6	46.9	48.2	41.7	34.6	43.1
	2	43.8	39	47.7	44.8	45.8	41.2	37.7	43.6
	3	44	39.9	43.7	45.5	43.3	39.8	33	40.9
10	1	40.9	37.6	45.9	44.5	43.1	37.8	31.2	41
	2	44.4	39.4	45	45.4	41.4	40.1	32.9	41
	3	48.8	40.5	47.8	50.2	47.6	42.2	36.1	48.2
11	1	42.1	38.8	46.2	44.2	38.6	39	30.9	40.2
	2	44.8	34.4	44.1	43.7	35.3	36.2	29.3	38.8
	3	44.9	32.8	45	45.7	36.8	33.8	27.6	39.2
12	1	41.8	33.3	46.4	45.9	39	32.8	28.3	40.2
	2	47	33.6	48.4	46.6	37.3	36.1	30.5	40
	3	52.8	38.3	54.1	48.8	40.8	39.2	32	46.9

ANEXO 16.a : DATOS DE ETP ESTIMADOS CON HARGREAVES Y LLEVADOS A PENMAN

MES	DEC	AGZARC	ALTAG	AULO	CAST	CONDEG	CRUC	ESQUIP	ESTEL	ISA	JALAP	JUIG
1	1	51.5	47.1	35.7	39.1	43	41.8	39.4	45.3	51.5	38.1	47.5
	2	52.2	48	37.1	40.6	44.5	40.7	41.3	46.9	47.1	37.1	47.9
	3	53.5	49.4	37.7	40.5	46.5	40.5	38.7	47.7	52.8	40.2	47.1
2	1	58.9	54.1	40.3	43	51.6	43.4	46.7	54.8	58.2	44.5	51.9
	2	61	55.6	43.2	45.2	53.7	44	48	54.3	56	44.7	52.8
	3	61.2	56.9	44.3	46.5	56.1	47.9	49.7	54.8	56.2	46.1	53.2
3	1	65	60.2	50.8	50.5	60.6	50.3	53.9	60.8	61.2	50.1	57.9
	2	65	61.3	49.6	45.3	61.5	49.3	52.7	62.9	67.1	51.3	59.1
	3	66.8	62	56.3	53.3	63.5	50.9	57.2	64.1	60.3	52.9	61.3
4	1	72.8	65.9	58.2	52.3	67.6	52	59.6	67.5	66	54.7	62
	2	72.8	65.7	57	53.1	67.5	53.8	59.5	69.5	65.1	53.8	62.2
	3	69.9	64.5	58.6	54.1	66.8	51	58.2	69.1	60.4	57.7	59.6
5	1	67.9	63.3	62.1	55.1	66	51.9	57.7	66	59.5	59.1	60.1
	2	67.7	63.2	60.7	53.8	63.2	49.4	54.2	62.3	57.8	56.4	57.1
	3	56.9	57.5	53.6	50	55.9	42.2	48	51.2	51.3	53.3	47.2
6	1	47.8	48.3	46.5	46.6	49.6	38.2	42.9	49.5	48.4	51	42.3
	2	54.3	49.4	42.7	45.3	50.7	38.6	40.2	51.8	49.9	48	45.6
	3	54.8	47.9	42	40.8	50	37.1	38.9	53.4	51.7	46.3	43.1
7	1	55.9	48.2	41.3	38	47.1	40.1	40	50.2	50.2	45.9	44
	2	56.5	49.5	42.8	43.7	48.1	39.4	42.7	51.9	52	48.4	47.5
	3	57.4	50.5	39.3	41.8	48.5	40.7	40	49.6	53.6	47.7	47
8	1	59.4	47.3	39.3	38.7	49.1	37.9	41	50	48.9	47.5	44.9
	2	58	48.7	41.3	41.7	48.9	39.3	40.6	50.8	46.1	47.7	45.5
	3	58.2	48.6	38.6	43.4	49.5	40.2	42.7	49.9	45	49	44.8
9	1	51.9	48.8	52.3	44	47	39.7	49	43.3	42.3	45.4	42.1
	2	53.3	48.5	51.1	43	45.5	38.6	48.7	41.9	42.6	44.8	42.1
	3	50.7	47.3	53.1	39.6	54.1	39.5	47.5	43	39.7	46	40.1
10	1	47.7	46.1	32.2	38.8	44.2	38.1	45.3	41.5	39.1	43.1	40.2
	2	49.3	47.8	35.5	40.8	46.9	39.7	40.7	39	37	46	38.9
	3	51.6	48.5	36.8	40.7	44.9	35.1	39.9	41.5	38.7	42.2	42
11	1	49.9	46.5	35.7	37	48.4	35.4	39.4	40	38.2	40.5	41.2
	2	50.4	45.4	36.3	36.7	43.9	31.7	38.6	43	41.6	42.3	43
	3	52.1	44.5	33.5	36.3	42.9	35.6	38.1	42.3	41.8	41.4	45.6
12	1	51.1	43.8	31.4	33.7	41.6	34.8	36.7	43	44.5	35.3	42.7
	2	50.3	44.4	35.6	35.3	41.9	35.9	38	42.9	46.8	35.9	44.3
	3	51.2	44.9	36.3	36.5	42.3	36.9	37.1	43.6	46.1	38.5	45.7

ANEXO 16.b : DATOS DE ETP ESTIMADOS CON HARGREAVES Y LLEVADOS A PENMAN (CONT.)

MES	DEC	PORF	LEON	MANCOT	MASAP	MASCOT	MATIG	HORIT	NVAGUI	PAIW	QUILA	ROBL	SAIM
1	1	34.6	49.4	29.4	40.2	32	37.3	37.9	34.5	34.6	38.5	29.3	51.3
	2	35.6	50.8	31.1	42.4	31.8	37.8	39.4	33.4	36.5	40.2	30	51.7
	3	37.1	51.3	30.9	42.4	32.1	36.5	41.5	34.8	35.2	44.4	30.4	51.6
2	1	39.5	56.3	33.9	47.7	35.2	41.3	43.5	37.7	37.5	49.5	32.7	56.9
	2	39.4	54.2	35.3	49.6	36.5	41.4	46.5	39.4	42.3	51	34.8	56.5
	3	40	60.2	35	51.2	36.8	42.7	47.5	42.9	42.3	52.8	36.3	56.6
3	1	41.2	58.6	36.5	54.3	41.2	48.1	53	45.2	47.6	58.2	39.9	60.5
	2	42.4	59.8	38.9	55.4	41.7	51	59.1	46.8	49.3	60.5	40.5	61.6
	3	46.4	56.1	39.7	60.5	43.5	53.7	62	47.4	52.7	63.6	42.5	61.7
4	1	48	59.4	41.4	64.2	45.9	59.7	64.6	50.9	51	65.2	46.1	65.6
	2	42.2	53.9	40.5	62.8	46.6	59.4	65.5	51	49.5	62.1	46.2	64.8
	3	47	52	41.7	63	45	57.6	63.8	49.3	51.7	63.6	47.6	63.8
5	1	45.5	47.9	44.8	60.7	45.5	60.1	64.3	49.2	52.5	63.4	47.4	62.6
	2	47	47.5	42.9	60.5	43.8	60.9	65	50.3	53.8	61.6	46.3	60.2
	3	39.8	32.9	41.7	55.2	42	55.8	57.8	51.1	49.1	55.8	41	56.3
6	1	38.1	32	40.2	56.8	38.5	50.2	52.1	41.9	44.3	49.6	37.7	51.1
	2	38.1	42.7	38.5	43.8	37.3	48	50.9	44.6	40.7	48.2	36.4	51.5
	3	38.5	44	39.6	43.9	36.3	44.8	50.2	38.5	41.9	45.1	36	50.3
7	1	36.5	42.7	38.3	44.4	36.3	45	48.6	36.4	42.8	45.6	35.3	49.7
	2	40.3	45.6	38.6	44.4	38.2	47.2	50.3	38.4	47.2	46.2	35.6	51.2
	3	38.3	45.9	38.9	44.3	38.2	47.7	49	40.6	45.3	45.2	35.3	51.7
8	1	38.3	43	39.7	41.4	37.3	44.8	48.8	38.6	42.7	43.8	35.6	50.3
	2	37.8	41.7	38.7	41.7	37	45.6	48.9	40.1	44.3	46.1	34.8	50.3
	3	38	40	39.3	43.3	38.3	45.7	48.1	41.3	42.4	46.7	35.6	50.9
9	1	37.3	36.7	38	43.1	35.1	47.5	48.8	39.8	41.4	43	34.1	48.6
	2	37.8	36.7	38.9	44.6	36.1	47.9	47.7	37.8	40.6	42.9	34.6	48.9
	3	36.2	32.6	39.3	42.7	36.4	46	46.7	38.7	39.4	42.8	33.7	47.8
10	1	33.1	33.9	37	39.5	33.3	41.6	44.5	37.4	37.9	41.5	32.4	47.2
	2	33.8	31.7	37.6	44.1	34.1	43.7	44.7	39.1	38.4	41.4	33.6	50.7
	3	33	35.1	36.5	44.3	33.3	44.3	44.5	39	40.3	42.1	33.4	49.2
11	1	34.1	35.8	34.8	41.6	32.4	39.7	42.2	35.3	39.1	40.7	32.3	44.8
	2	34.1	38.5	33.8	38.4	31.8	41.4	41	35.4	34.9	39.6	30.1	48.6
	3	33.1	40.9	32.8	38.2	30.8	40.4	41.4	32.4	36.6	38.6	30.9	47.7
12	1	31.9	42.8	30.7	37.1	31	39.2	38.4	32.6	33.3	35	29.1	46.8
	2	32.2	45.3	29.5	39.5	31.1	36	38	33.3	33.3	36.9	28.9	48.2
	3	38.7	44.5	29.5	41.2	32.9	36.7	39.5	32.1	33.9	35.8	28.5	50.7

ANEXO 16.c : DATOS DE ETP ESTIMADOS CON HARGREAVES Y LLEVADOS A PENMAN (Cont.2)

MES	DEC	SANRAM	MASAT	MASAY	SAUCE	SJUANO	SANISI	SPEDN	DARIO	VILSAN	WIWI
1	1	41.1	45.6	39.9	57.9	33.3	50.3	36.8	48.8	44	38.9
	2	43.1	47.6	47.5	57.9	33	51.4	38.7	47.8	45.7	40
	3	42.6	48.5	50.3	58.5	33.6	52.2	38.7	47	43.1	41.7
2	1	47.7	55.5	56.5	66.1	37	56.6	43.1	52.5	48	47.7
	2	46.3	56.1	57.3	66.2	35.2	58.6	45.7	56.9	48.8	49.8
	3	46.4	57.1	56.5	66.1	35.1	59.5	46.6	57.7	50.1	50.4
3	1	53.5	62.2	61.5	72.3	37.2	64.2	50.2	59.5	56.2	56.2
	2	54	63.5	64.3	75.3	38.6	65.9	51.4	60.2	56.7	57.5
	3	54.9	64.7	65.9	74.2	39.2	64.9	56.3	61.9	60.3	61
4	1	59.8	69.3	68.5	79.7	43.8	69.9	58.2	66	62.8	65.4
	2	61.3	68.8	68.5	77.1	45.7	69.6	57.6	66.8	61.2	64.3
	3	57.1	65.8	67	70.8	46.9	68.4	57.1	64.6	61.1	66.1
5	1	59.2	64.4	62.8	67	44.3	66.1	56.6	63.3	61.8	66.6
	2	58.9	65.7	66.3	63.6	45.5	61.6	56	60.6	62.8	63.6
	3	53.1	56.6	56	51.8	44.3	56.8	50.9	52.5	56	57.7
6	1	50.7	49.9	47.1	49.4	43.6	57.7	47.7	46.5	50.7	52
	2	49.5	49.8	46.7	53.2	40.5	58.5	44.6	50.3	50.3	49.6
	3	48.6	47.4	48.4	55.4	40.5	58.9	45.1	52.3	47.6	46.8
7	1	47.8	48.6	50.5	56.2	39.2	53.2	42.8	51.2	47.1	46
	2	48.8	52	46.5	59.6	39.3	56.4	45.4	53.3	49.3	46.4
	3	49.7	50.3	46.7	57.8	40.4	53.3	43.3	53.2	50	45.6
8	1	49.1	48.4	46.3	58.3	38.7	54.7	43.8	52.7	47.1	43.9
	2	48.4	48.1	47.7	56.9	38.7	54.1	45.2	52.6	48.8	43.9
	3	48.4	50.3	46.5	56	38.6	53.4	44.6	51.4	49.2	42.8
9	1	46.1	47.9	44.4	54.7	39.5	51.3	44.6	47.7	47.7	44
	2	47.3	47.5	45.3	52.4	39.3	51.5	46	46.9	47.3	44
	3	44.1	46.2	44.6	47.1	37.2	48.3	44	44.2	48.1	45.2
10	1	43.3	44.1	43.8	45.1	35.4	47	42.5	41.8	45.6	40.6
	2	46.4	44.5	43.8	43.1	38.8	48.5	45.1	41	46.8	42.3
	3	45	43.9	41.2	43.9	37.3	47.9	42.9	42.8	45.8	43.4
11	1	42.9	42.9	40.4	42.9	34.9	46.8	42	40.2	43.8	39.8
	2	43.7	43.7	42.6	44.7	33.6	46.5	39	42.8	43.6	39.6
	3	43.6	44.5	44.7	47.2	32.2	51.1	40.5	45	41.9	38.4
12	1	40.7	43.6	44.5	48.9	31.9	49.2	37	43.9	41.9	36
	2	40.7	45.2	45.7	51.7	33.5	47.7	36.7	45.3	41.1	37.2
	3	41.4	46.5	46.3	52.2	33.9	47.9	37.5	46.8	42.9	38.2

ANEXO 17.a : ESTACIONES CON ETP INTERPOLADAS (1 DE 2)

MES	DEC	ACHUAPA	MOMOT	PLAYITAS	LIBERTAD	TECOLO	BOACD	CAMOAPA
1	1	49.5	46.8	48.5	45.8	48.3	43.5	41.3
	2	51.2	54.2	49.5	46.8	50.5	44.6	42.5
	3	54.2	56.2	52.4	45.1	49.1	42.9	45.4
2	1	57.9	56.8	51.7	50	55	49.3	47.1
	2	58.8	62.6	57	50.8	55.9	50.4	48.6
	3	57.7	61.6	54.2	51.7	57.6	51.5	47.3
3	1	64.8	64.8	57.6	57.1	60.5	55.9	54.3
	2	67.2	66	60.8	57.9	63.1	55.9	56.2
	3	68.6	69.2	64.3	60.8	64.7	59.3	61.6
4	1	70.2	67.4	61.8	62.4	65.5	60.8	59.9
	2	68.3	68.6	62.3	61.7	65.1	60.9	59.3
	3	62.6	63.2	60.3	60.4	63.3	58.9	57.1
5	1	61.6	60.6	56.2	60	61.6	58.9	57.7
	2	59.4	60	58	60.1	59.1	55.7	57.2
	3	51.1	53	50.1	51.6	50.6	47.6	49.8
6	1	46.2	45.6	41	46.5	47.2	42.6	41.3
	2	48.7	47.8	45.6	48	46.8	42.9	41.3
	3	50	50.5	45.8	45.4	46.1	41	40.2
7	1	50.1	49	44	45.6	46	42	41.5
	2	52.8	52.4	47.8	48.4	48.3	45.1	43.5
	3	53.6	54.5	50.8	48.5	47.5	43.5	46.1
8	1	52	51.3	48.6	46	46.5	43	42.6
	2	52.3	54.3	48.6	47.2	48.8	43.1	43.3
	3	52.5	53.1	50.1	47	46.9	43.8	45.4
9	1	49.9	48.4	44.7	44.9	45.1	45.6	41.9
	2	48.2	45.7	45.4	44.7	44.1	45.4	41.7
	3	45.5	46.1	44.1	44.1	42.6	43.8	40
10	1	44	44.7	41.4	42.9	42.1	42.8	39
	2	43.4	46.4	42.7	42.9	43.5	39.8	39.5
	3	44.5	44.9	45.8	43.9	43	41	42.1
11	1	42	43.1	41.2	42.5	43.1	40.3	40.1
	2	43.1	46.9	43.8	43.3	45	40.8	39.6
	3	44.6	46	45	43.8	44.8	41.9	39.7
12	1	45.5	46	42.8	42.3	45.4	39.7	37.8
	2	47	49.6	46.2	42.7	45.7	41.2	40.2
	3	48.3	51.4	49.8	44.3	46.4	41.4	42.5

ANEXO 17.b : ESTACIONES CON ETP INTERPOLADAS (2 DE 2)

MES	DEC	SANRAM	SANDIONI	LIMAY	SOMOTO	JICARO	MONTEL
1	1	31.1	42	41	43.3	42.8	51.1
	2	33.4	42.4	42.8	44.4	42.4	55.1
	3	38.7	45.3	45.3	49.9	48	58.8
2	1	37.3	47.4	48.8	49.6	48.9	56.4
	2	40.6	50.7	50.9	51.4	49.8	62.6
	3	36.5	49.6	53.1	49.2	47.2	59.8
3	1	45.6	55.1	56.8	57.2	55.7	63.8
	2	49.5	56.8	58.3	59.1	57.3	66.2
	3	56.6	61.3	60.3	63	61	70.4
4	1	53.4	61.9	62.3	60.6	59.4	65.3
	2	50.9	61.6	62.3	59.4	57.8	67.4
	3	50.8	59.6	59.4	54.4	57.3	61
5	1	52.5	59.3	61.5	56.1	57.2	57.1
	2	52.7	58.9	58.6	55.2	56.4	59.6
	3	47.5	52.4	52	50.3	52.8	51.8
6	1	38.2	43.4	46.3	43	47	42.8
	2	39.4	43.6	47.4	44.2	46.4	45
	3	36.3	44.8	47.5	44.6	45.1	47.2
7	1	37.4	45.1	46.1	44	44.4	45.4
	2	39.3	46.4	47.1	46	47.2	49.6
	3	43.4	49.2	47.3	49.3	50.2	53.2
8	1	37.8	46.5	48.1	45.7	45.9	47.8
	2	39.4	46.8	48	47.6	47.9	52.2
	3	44.9	48.7	46.8	49	51.5	52.4
9	1	38.2	44.7	45	45	46.2	46.8
	2	39.5	44.1	44.3	43.9	44.8	44.9
	3	36.4	42	48.1	43.8	45.7	46
10	1	34.5	39.8	42.6	42.8	43.8	44.4
	2	36.5	40.1	44.5	43.7	45.7	47.2
	3	39.2	42.5	42.5	45.1	46.2	46.4
11	1	35	39.6	43.2	41.1	42.4	43.6
	2	32.8	39.5	41.5	41.4	43	47.4
	3	30.7	39.4	40.5	41.9	43.6	46
12	1	30.6	38.4	39.8	42	40.6	45.4
	2	33.3	40.7	40	42.3	41.3	50
	3	35.6	43	41.2	44.4	43.7	53

ANEXO 18 : ESTACIONES CON ETP CALCULADOS POR EL PROGRAMA NACIONAL
DE AGROMETEOROLOGIA

MES	DEC	CHINANDE	POSOLTEG	NAGAROTE	GRANADA	CORINTO	NANDAIMÉ	SOMOTILLO
1	1	41	41	54	49	41	49	39
	2	44	42	59	53	43	51	41
	3	46	45	60	51	46	52	44
2	1	48	46	62	58	47	57	46
	2	51	50	68	59	50	59	48
	3	52	52	69	62	52	60	50
3	1	54	54	72	63	54	63	53
	2	55	55	71	67	55	66	55
	3	58	58	74	68	58	67	57
4	1	56	58	73	69	57	68	57
	2	56	59	75	68	57	68	57
	3	50	54	66	67	52	65	52
5	1	58	60	65	63	59	61	57
	2	51	53	64	61	52	62	54
	3	46	45	56	54	45	53	48
6	1	41	44	50	52	43	49	43
	2	45	50	50	48	47	48	44
	3	46	46	55	49	46	48	45
7	1	45	48	54	48	47	49	45
	2	48	51	57	49	49	51	46
	3	47	50	58	48	48	51	46
8	1	48	51	57	48	49	49	47
	2	47	51	60	52	49	51	47
	3	43	49	56	49	46	50	44
9	1	43	45	52	48	44	48	43
	2	42	45	46	46	44	46	43
	3	42	44	48	45	43	44	42
10	1	41	44	48	44	43	45	41
	2	43	45	50	48	44	46	42
	3	42	41	44	44	42	44	40
11	1	39	40	45	45	40	45	38
	2	41	41	50	47	41	45	39
	3	38	40	47	44	39	44	38
12	1	40	41	49	48	41	47	38
	2	40	40	53	47	40	47	38
	3	43	41	53	47	42	47	40

ANEXO 19.a: ORDENES TAXONOMICOS EXISTENTES EN NICARAGUA

ORDEN	SUBGRUPO	CLAVE	MARCA	
Mollisoles	Lithic Haplustolls + Lithic Argiustolls	MA	*	
	Entic Haplustolls + Fluventic Haplustolls	MB		
	Duric Haplustolls + Typic Durustolls	MC		
	Acuic Haplustolls + Vertic Haplustolls	MD		
	Udic Haplustolls + Pachic Haplustolls	ME		
	Acuic Argiustolls + Vertic Argiustolls	MF		
	Duric Argiustolls	MG		
	Udic Argiustolls + Pachic Argiustolls	MH		
	Lithic Haplaquolls	MI	*	
	Typic Argioquolls y Vertic Argioquolls	MJ		
	Entic Hapludolls	MK		
	Acuic Argiusdolls	ML		
	Typic Hapludolls	MM		
	Typic Arguisdolls + Vertic Arguisdolls	MN		
	Complejo Duric Haplustolls + Typic Durandepts + Mollic Vitrandepts	(MI)C		
	Duric Haplustolls + Typic Ustorthens	MC + EC		
	Vertic Haplustolls + Ustorthens indiferenciados	ME + ED		
	Vertic Haplusdolls	MO		
	Ultisoles	Ustic Tropohumults	UA	*
		Oxic Haplustults	UB	*
		Acuic Tropohumults + Acuic Tropudults	UC	*
		Plinthacuic Tropudults + Plinthic Tropudults	UD	*
		Distropeptic Tropudults	UE	*
		Typic Tropudults	UF	*
		Typic Tropohumults	UG	*
		Typic Tropudults + Typic Tropohumults	UFG	*
		Ortoxic Tropodults	UH	*
Ortoxic Tropohumults		UI	*	
Ortoxic Tropudults + Ortoxic Tropohumults		UHI	*	

ANEXO 19.b: ORDENES TAXONOMICOS EXISTENTES EN NICARAGUA.

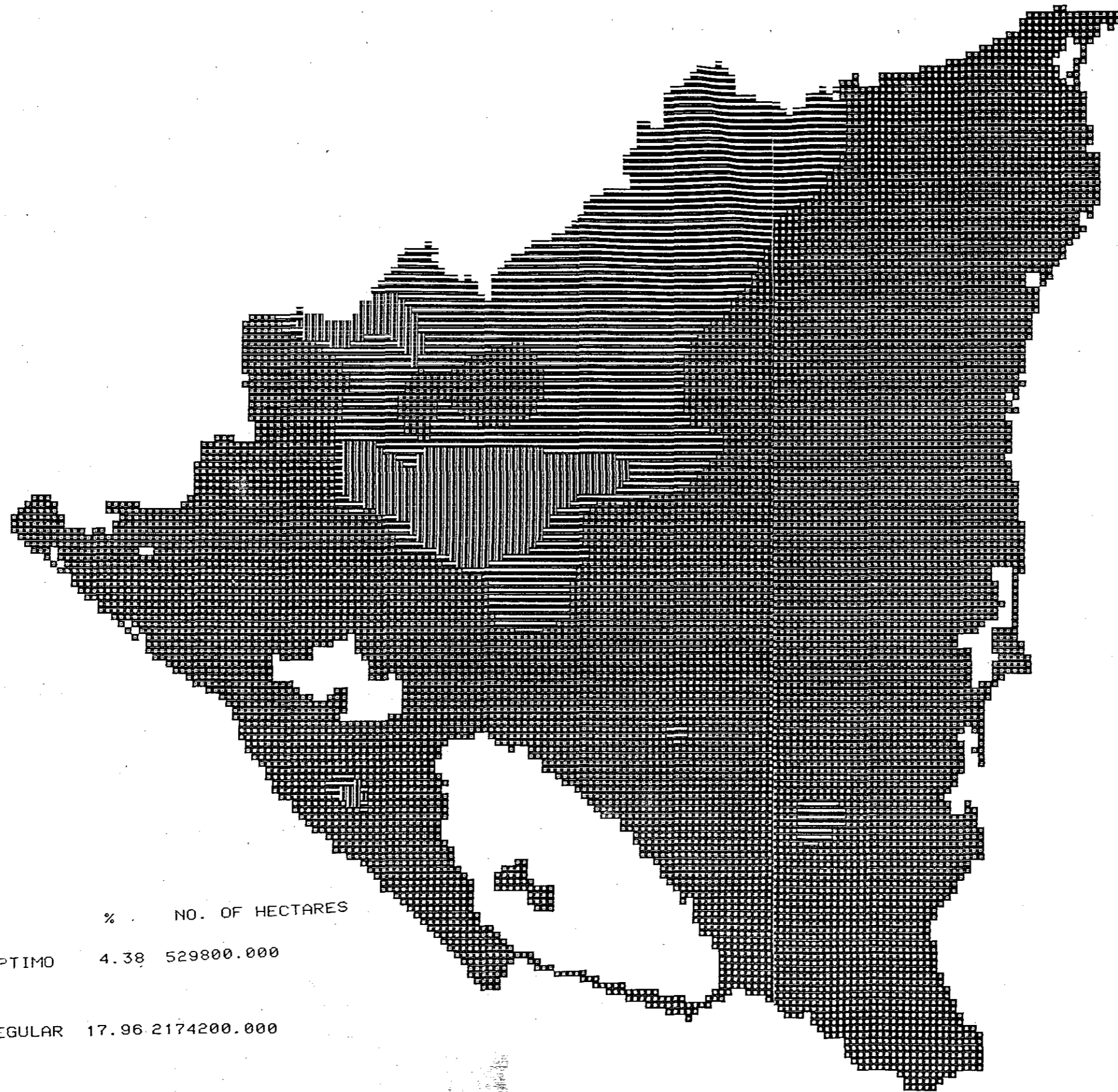
ORDEN	SUBGRUPO	CLAVE	MARCA
Entisoles	Lithic Ustorthens(rocoso)	EA	*
	Lithic Ustorthens	EB	*
	Typic Ustorthens	EC	
	Ustorthens indiferenciados	ED	
	Typic Hidraquents	EE	*
	Acuic Ustipsaments	EF	*
	Typic Troportents	EG	
	Tapto Histic Tropic		
	Fluvaquents	EI	
	Lithic Troportents	EJ	
Vertisoles	Typic Pellusterts	VA	*
	Acuic Cromuderts	VA	*
	Typic Pelluderts	VC	*
	Mollic Pellusterts	VH	*
Inceptisoles	Mollic Vitrandepts	IA	
	Typic Eutrandedpts	IB	
	Typic Durandedpts	IC	
	Typic Ustropepts	ID	
	Ustic Distropepts	IE	
	Vertic Tropaquepts	IF	
	Typic Tropaquepts + Typic		
	Tropaquents + Typic		
	Tropaquolts	IG	
	Aeric Tropaquepts	IH	
	Typic Eutropepts	II	
	Typic Distropepts + Typic		
	Humitropepts	IJ	
	Lithic Ustropepts	IK	*
Complejo Typic Durandedpts + Mollic Vitrandepts	IC-A		



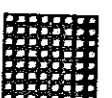
ANEXO 19.c: ORDENES TAXONOMICOS EXISTENTES EN NICARAGUA.

ORDEN	SUBGRUPO	CLAVE	MARCA
Alfisoles	Udic Haplustalfts + Ultic		
	Haplustalfts	AA	
	Vertic Tropaquolfts	AB	
	Lithic Tropudalfts + Lithic		
	Haplustalfts	AC	*
	Typic Tropudalfts	AD	
	Ultic Tropudalfts	AE	
	Vertic Tropudalfts	AF	
	Acuic Tropudalfts	AG	
Miscelaneos	Conos volcanicos	CV	*
	Derrame de lava	LV	*
	Precipicios o alcantilados	TQ	*
	Esteros y manglares	EM	*
	Playa arenosa lacústre	PL	*
	Suamos de agua dulce	SA	*

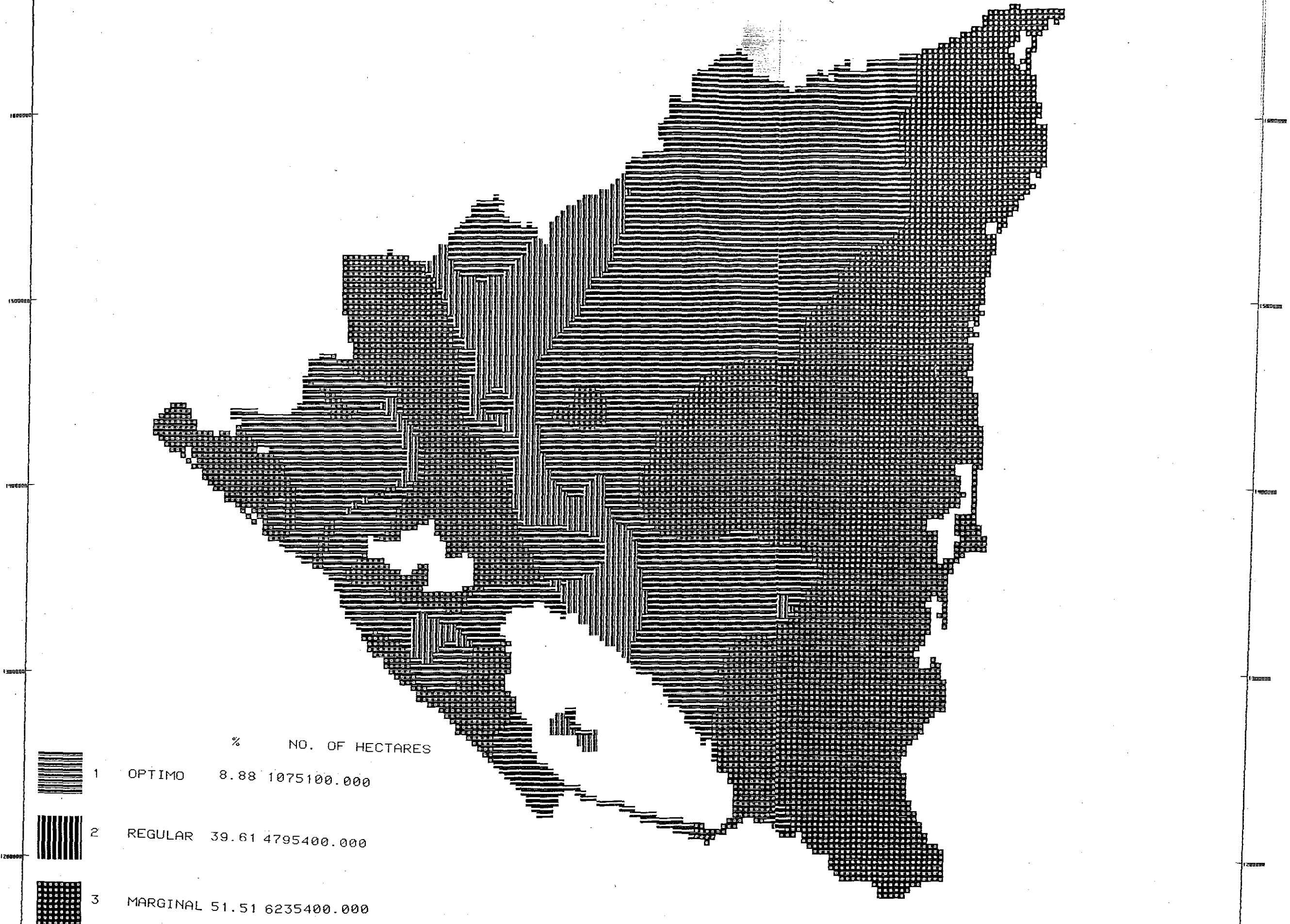
* : Suelos no aptos agricolamente, a excepcion de cultivos anuales como Arroz, cana de Azucar.

Escala 1: 2000000



		%	NO. OF HECTARES
	1	OPTIMO	4.38 529800.000
	2	REGULAR	17.96 2174200.000
	3	MARGINAL	77.66 9398600.000

MAPA 11: MATRIX DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL Y MEDIA DE MAYO



	%	NO. OF HECTARES
1	8.88	1075100.000
2	39.61	4795400.000
3	51.51	6235400.000

MAPA 12: MATRIX DE PRECIPITACION MEDIA ANUAL Y MESES SECOS



MAPA 13: MATRIX DE PRECIPITACION, MESES SECOS Y FLORACION PRINCIPAL