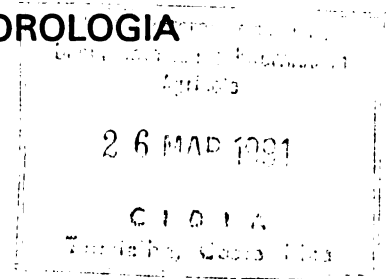


CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS NATURALES
PROYECTO REGIONAL DE AGROMETEOROLOGIA
CATIE - CIRAD - ORSTOM

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE NICARAGUA
DIRECCION GENERAL DE TECNICAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA NACIONAL DE AGROMETEOROLOGIA



ZONIFICACION AGROMETEOROLOGICA DE LAS LLUVIAS
EN NICARAGUA

Bruno Rapidel
Jorge Rodríguez

Turrialba, Costa Rica, 1990

PRESENTACION

Los estudios de zonificación tienen como finalidad la determinación de zonas geográficas homogéneas bajo uno o varios criterios de interés. En lo que a las zonificaciones agrometeorológicas se refiere, la definición misma de los criterios es compleja, ya que dichos criterios no pueden tomar en cuenta la globalidad de las interacciones entre clima y desarrollo de los cultivos, ni mucho menos criterios de tipo socio-económico (precios, caminos, maquinaria, etc.) que muy a menudo son factores fundamentales para que tanto los productores como los planificadores puedan implementar recomendaciones que optimicen el uso de la tierra.

De allí las críticas en contra de las zonificaciones, de su carácter académico, y poco operativo para comprender una situación o formular una recomendación.

El presente trabajo no escapa a algunas de estas críticas, que hasta cierto punto son inevitables. Sin embargo, se destaca por varios aspectos que se detallan a continuación:

1) La multiplicidad de los criterios escogidos:

Nueve criterios han sido procesados para caracterizar agronómicamente la pluviometría. Ninguno de estos, analizado por separado, puede pretender caracterizar una situación, pero, en su conjunto, cubren bien los problemas que, desde la siembra hasta la cosecha el agricultor puede encontrar con relación al clima.

2) La calidad científica con la cual estos criterios han sido formalizados, y posteriormente procesados.

Los autores han utilizado en forma sistemática dos herramientas fundamentales de la Agrometeorología moderna, que son los análisis frecuenciales, y las simulaciones de balances hídricos. Desde hace varios años, el CATIE, el CIRAD y el ORSTOM han estado promoviendo estas metodologías, y puede considerarse un logro magnífico el hecho que estas técnicas fueran utilizadas en forma tan oportuna en el trabajo presentado.

3) La confrontación de los análisis teóricos con la realidad de las prácticas campesinas.

De esta dialéctica nace la formulación de indicadores de zonificación pertinentes. Pero, más allá de esto, este movimiento, de va y viene, entre el campo y los resultados teóricos permite comprender en términos de lógica agroclimática los sistemas de producción de los agricultores. Esta comprensión de la situación real permite también a los autores, en forma dinámica, (ver la segunda parte del trabajo) criticar y proponer alternativas positivas y realistas a las prácticas tradicionales.

Bajo estos tres criterios, este atlas se destaca entonces como un esfuerzo muy interesante y original de síntesis que proyecta a la Agrometeorología en el campo de la operatividad. Recomendamos que, en cada país del área Centroamericana, con el mismo rigor científico y la misma preocupación de confrontarse con la realidad del campo, los servicios agrometeorológicos realicen zonificaciones de sus propias condiciones agrometeorológicas. De esta manera, ofrecerán a los servicios de investigación y de planificación y, en última instancia, a los agricultores una herramienta valiosa para mejorar sus decisiones a corto, mediano y largo plazo.

**Florent MARAUX
IRAT/CIRAD/CATIE
Líder del Proyecto Regional de Agrometeorología**

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda metodológica, material y moral de las siguientes personas e Instituciones:

- El equipo del Programa Nacional de Agrometeorología de la Dirección General de las Técnicas Agropecuarias del MIDINRA. En particular, el Lic. León Olivares, Director, y de los Ing. Ariel Espinoza, Ricardo Amador e Isidro Salinas.

- El equipo del Proyecto Regional de Agrometeorología de CATIE/CIRAD/ORSTOM, en particular el Ing. Florent Maraux, Líder, quien nos aportó sus valiosas correcciones y recomendaciones a lo largo de todo el proceso de elaboración de la zonificación, y el Ing. Francisco Jiménez, quien corrigió detenidamente el documento final.

- Rocío Jiménez, del PMIRN/CATIE, quien elaboró las artes de los mapas y nos ayudó a pensar la edición del documento.

Los datos meteorológicos necesarios para la realización de esta zonificación nos fueron gentilmente suministrados por el INE (Instituto Nicaraguense de Energía), INETER (Instituto Nacional de Estudios Territoriales), y el MIDINRA.

INDICE

	página
INTRODUCCION	1
1. Consideraciones generales	1
2. Descripción de las precipitaciones en Nicaragua	2
3. Metodología general del estudio	3
4. Criterios analizados	3
PRIMERA PARTE: ANALISIS DE CADA UNO DE LOS CRITERIOS...	4
1. Fecha más probable de entrada del Invierno	4
2. Precipitaciones de la Primera	6
3. Irregularidad de las lluvias de Primera	8
4. Probabilidad de ocurrencia de una Canícula	10
5. Precipitaciones de la Postrera	12
6. Irregularidad de las lluvias de Postrera	14
7. Precipitaciones de Apante	16
SEGUNDA PARTE : ZONIFICACION AGROMETEOROLOGICA	19
Zona 1 ...(Húmeda).....	20
Zona 2 ...(Semi-húmeda).....	20
Zona 3 ...(Semi-seca).....	22
Zona 4 ...(Seca).....	23
CONCLUSIONES	24
ANEXOS	25

INTRODUCCION

1. Consideraciones generales

De todos los parámetros meteorológicos (precipitaciones, temperatura, viento etc.), el más variable en el trópico, tanto en el espacio como en el tiempo, es la lluvia. Por lo tanto, la caracterización agrícola de un año determinado (en otros términos, los rendimientos alcanzados) está ligada con las condiciones pluviales que prevalecen.

Desgraciadamente, no es todavía posible predecir las precipitaciones con un plazo interesante para la agricultura. La confiabilidad de una predicción meteorológica va disminuyendo con el tiempo, llegando a ser totalmente aleatoria para un plazo de cuatro días. Ante esta situación, y con un enfoque agrícola, se tiene que considerar que el tiempo climático es un fenómeno aleatorio, que está regido por leyes de probabilidad. El estudio de estas probabilidades permite definir localmente patrones o referencias que caracterizan el clima y que permiten conocer lo mejor posible lo que más probablemente ocurra en una región determinada. Partiendo de ello, toma sentido la idea de caracterizar zonas homogéneas bajo el punto de vista meteorológico.

La zonificación climática que se acostumbra utilizar en Nicaragua hasta el momento, es la aplicación al caso de Nicaragua del método de las "Zonas de Vida" definido por Holdridge para América Latina. Este método, además de ser sencillo, tiene la ventaja de poder comparar cualquier región del país con otra, incluso ubicada en otro país o continente. Sin embargo, tiene el inconveniente de no ser lo suficientemente preciso como para permitir una interpretación agrícola de sus resultados, y de ignorar el enfoque probabilístico del clima.

Con el paso del tiempo y el avance de las ciencias, ha aumentado el volumen y la calidad de la información meteorológica. Se han generalizado metodologías modernas para analizar la interacción entre el clima y la agricultura y el conocimiento de esta interacción ha alcanzado niveles más altos. Por todo esto, es legítimo pensar que existen condiciones para intentar una nueva caracterización de las precipitaciones en Nicaragua, y con ello definir mejores criterios para proponer alternativas, que ayuden a la toma de decisiones, tanto para los productores como para los planificadores de la agricultura.

2. Descripción de las precipitaciones en Nicaragua

Existe en Nicaragua una estación de precipitaciones que se llama comúnmente Invierno (que coincide con el verano boreal). Esta estación empieza aproximadamente en mayo y termina en noviembre. Existe en el país un gradiente fundamental Oeste-Este: las precipitaciones son más abundantes al Este por la circulación general de la atmósfera (los vientos dominantes son del Este o Nor-este, que traen las masas de aire húmedo del Atlántico). Las precipitaciones totales anuales oscilan entre 700 mm en las partes más secas del centro del país y 5000 mm en las zonas más húmedas (Sur-este de Nicaragua, en San Juan del Norte).

Esta estación está dividida de manera relativamente marcada en tres períodos, dos fases húmedas -la Primera y la Postrera- separadas por una fase más seca, la Canícula, llamada también Veranillo. Estas características están más acentuadas y, más que todo, tienen mayor relevancia en las zonas secas.

Esta descripción, así como parcialmente el resto del estudio, hacen poca referencia a la Costa Atlántica, por no presentar mucha producción agrícola ni muchas estaciones meteorológicas de referencia.

Estas características puramente pluviométricas antes mencionadas tienen consecuencias sobre los períodos de siembra, que, en la terminología común de Centroamérica, se expresan de la manera siguiente:

- La Primera es el período lluvioso que abarca de mayo hasta agosto. En términos de estrategia, los agricultores que siembran "de Primera" tienen como objetivo: aprovechar las únicas precipitaciones que caen durante el lapso antes mencionado, cosechar durante la Canícula, y tener disponible la tierra para sembrar un nuevo cultivo durante la segunda fase del ciclo lluvioso.
- El Postrerón es el período lluvioso que va de junio hasta octubre. Considera el conjunto de cultivos sembrados con las lluvias de la Primera, pero que necesitan de las lluvias de Postrera para terminar su desarrollo. Consecuentemente, estos cultivos tienen que atravesar el período canicular. Se cosechan desde finales de septiembre (maíz) hasta finales de enero (algodón).
- La Postrera es el período que va desde mediados de agosto hasta noviembre. Las estrategias, que generalmente corresponden con un segundo cultivo o con un rebrote de una siembra de Primera, se fundamentan en el uso de la reserva de agua acumulada por el suelo durante el primer ciclo de lluvia, a la cual se agregan las lluvias que caen durante el segundo período lluvioso. Se siembra desde mediados de agosto hasta inicios de octubre, según la zona y el cultivo, y se cosecha hasta el mes de diciembre.
- El Apante abarca el período de noviembre hasta febrero. La estrategia consiste en aprovechar la reserva de agua acumulada en el suelo durante el ciclo normal de las lluvias, a la cual se agregan las precipitaciones que caen después del período lluvioso tradicional, desde noviembre hasta febrero. Estas estrategias están restringidas a las zonas semi-húmedas o húmedas.

Estas definiciones generales dan a entender en sus grandes líneas la lógica de funcionamiento hídrico de estos sistemas. En la práctica, estos principios no siempre se respetan y existen siembras para las cuales resulta arbitraria la clasificación en tal o cual estrategia.

3. Metodología general de estudio

La metodología que se siguió en este trabajo consideró los elementos que se describen a continuación:

- El análisis del pasado nos suministra referencias sobre el comportamiento del futuro. Esto se fundamenta en la suposición que no ha habido cambio climático durante los años estudiados. Esta suposición no ha sido contradicha hasta la fecha.

- Los criterios fueron seleccionados gracias al conocimiento de la agricultura nicaragüense, y de los periodos claves de la relación clima-cultivos. Luego, se construyeron los indicadores matemáticos los más representativos de la realidad analizada y los más sencillos posible. Las herramientas básicas que se han utilizado son las simulaciones de balance hídrico y el análisis frecuencial de los datos pluviométricos.

- Luego se calcularon estos indicadores en cada estación registrada en el banco de datos de Agrometeorología (aproximadamente 100 estaciones con 15 años o más de datos diarios de precipitación). La ubicación de las estaciones está detallada en el anexo II. Como síntesis, se procedió a la definición de zonas homogéneas bajo cada uno, y todos estos criterios.

4. Criterios analizados

A muy grandes rasgos, los momentos y factores claves para el proceso de producción agrícola de secano son los siguientes:

- La entrada de las lluvias, que determina la fecha de siembra de la estrategia de Primera. Entre más temprano se siembran los cultivos, mayor riesgo tienen de perderse por un retiro repentino de las lluvias, pero mayor es la probabilidad de que la Canícula ocurra después de los estadios sensibles de su desarrollo (mapa 1).
- La Canícula, cuya intensidad y cuya fecha determinan el éxito de los cultivos de Primera y de Postrerón, así como las fechas de siembra de Postrera (mapa 4).
- La duración del período vegetativo que es la diferencia entre la fecha de entrada de las lluvias y la fecha de la retirada de las lluvias (mapa 10, anexo I).
- Las lluvias de los meses de noviembre, diciembre y enero que determinan la posibilidad de sembrar de Apante (mapa 7).

Además de definir los parámetros pertinentes para el análisis de cada uno de estos momentos clave, se analizaron los siguientes parámetros:

- La posibilidad que ocurra una sequía repentina durante la Primera o durante la Postrera (mapas 3 y 6).
- La cantidad promedio de lluvia recibida durante el Invierno, la Primera y la Postrera respectivamente (mapas 9, anexo I y mapas 2 y 5).

El parámetro escogido y el método para calcularlo están expuestos brevemente en el comentario de cada mapa. Se encontrará una definición y una justificación más completas en un documento metodológico, que se publicará por separado.

PRIMERA PARTE: ANÁLISIS DE CADA UNO DE LOS CRITERIOS

A continuación se presenta, para cada criterio, una breve explicación sobre la manera escogida para elaborar y calcular el parámetro climático correspondiente al criterio, así como el mapa de zonificación de dicho criterio con sus debidos comentarios.

1. Fecha más probable de entrada del invierno

(La zonificación del criterio mencionado está presentada en el mapa # 1)

Representa la primera fecha en el año después de la cual, en la mitad de los años de registro estudiados, caen lluvias que permiten cubrir más de 50 % de las necesidades hídricas de un cultivo bien desarrollado, sin que posteriormente a esta fecha las lluvias se retiren. Entonces, corresponde con la fecha de entrada relativamente estable y copiosa de las precipitaciones, en 50 % de los años.

Se considera que este parámetro representa correctamente la fecha a partir de la cual el riesgo de perder el cultivo después de la siembra es aceptable para el agricultor.

Se destaca una región que atraviesa toda Nicaragua, desde Ocotital al Norte hasta Rivas en el Sur, donde las precipitaciones entran más tarde. La ubicación Centro/Oeste de esta zona se explica en parte por el origen de las primeras lluvias: en la parte del Atlántico, siempre provienen del Caribe vecino; en cambio, en la parte Pacífica, pueden tener ambos orígenes, del Caribe y del Pacífico. Entonces, como las nubes van descargando su humedad a medida que pasan sobre los continentes, se constituye una zona intermedia, donde las lluvias se estabilizan más tarde.

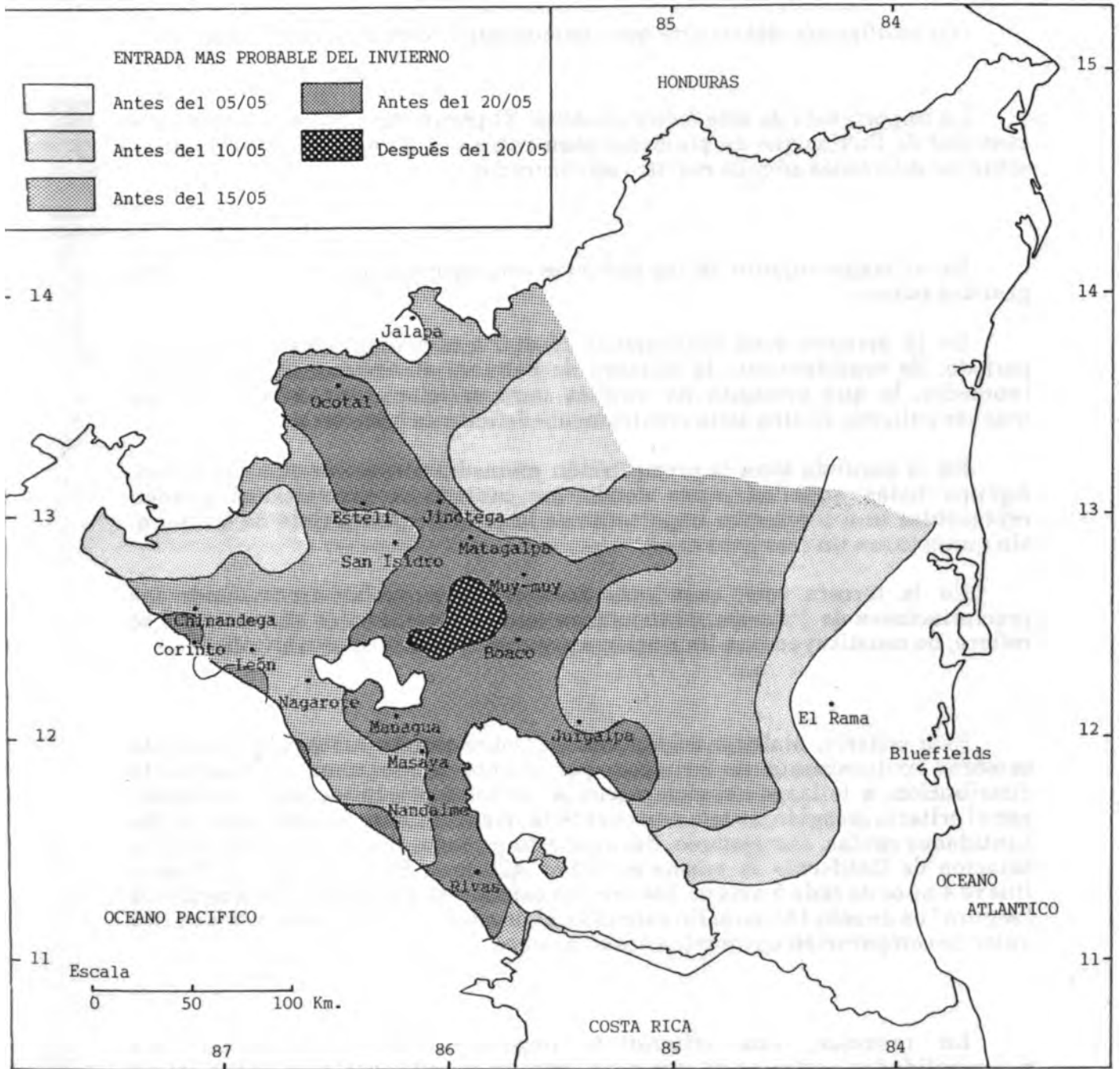
La zona donde más temprano entran las lluvias son las zonas del Atlántico Sur, que son igualmente las partes donde mayores cantidades de agua precipitan.

Finalmente, es importante anotar dos comentarios:

- En la mayor parte de las zonas agrícolas de Nicaragua, el Invierno entra entre el 10 y el 20 de Mayo, lo que corresponde con la esperanza de los agricultores.

- Los registros que se utilizaron en estos análisis consideran en cada estación, por lo general, más de 15 años de registro. No se identifica ninguna tendencia evidente en estos, en el sentido de que el período lluvioso se inicia cada año más tarde, aunque el público en general, y los agricultores en particular así lo consideran. Cabe por lo tanto, rechazar esta hipótesis de cambio climático en primera aproximación, mientras se manifieste con más evidencia esta supuesta tendencia.

Mapa 1



2. Precipitaciones de la Primera

(La zonificación del criterio mencionado está presentada en el mapa # 2)

La importancia de este factor es obvia. El parámetro que se escogió es la cantidad de lluvias que en promedio caen entre el 1 de mayo y el 31 de julio, sobre los diferentes años de registro considerados.

En el mapa adjunto de las isohietas correspondientes, se destacan tres grandes zonas:

En la primera zona caen menos de 400 mm acumulados durante este período. Se considera que la siembra de Primera es arriesgada, ya que, en promedio, lo que precipita no alcanza para satisfacer las necesidades de muchos cultivos. Es una zona crónicamente deficitaria en agua.

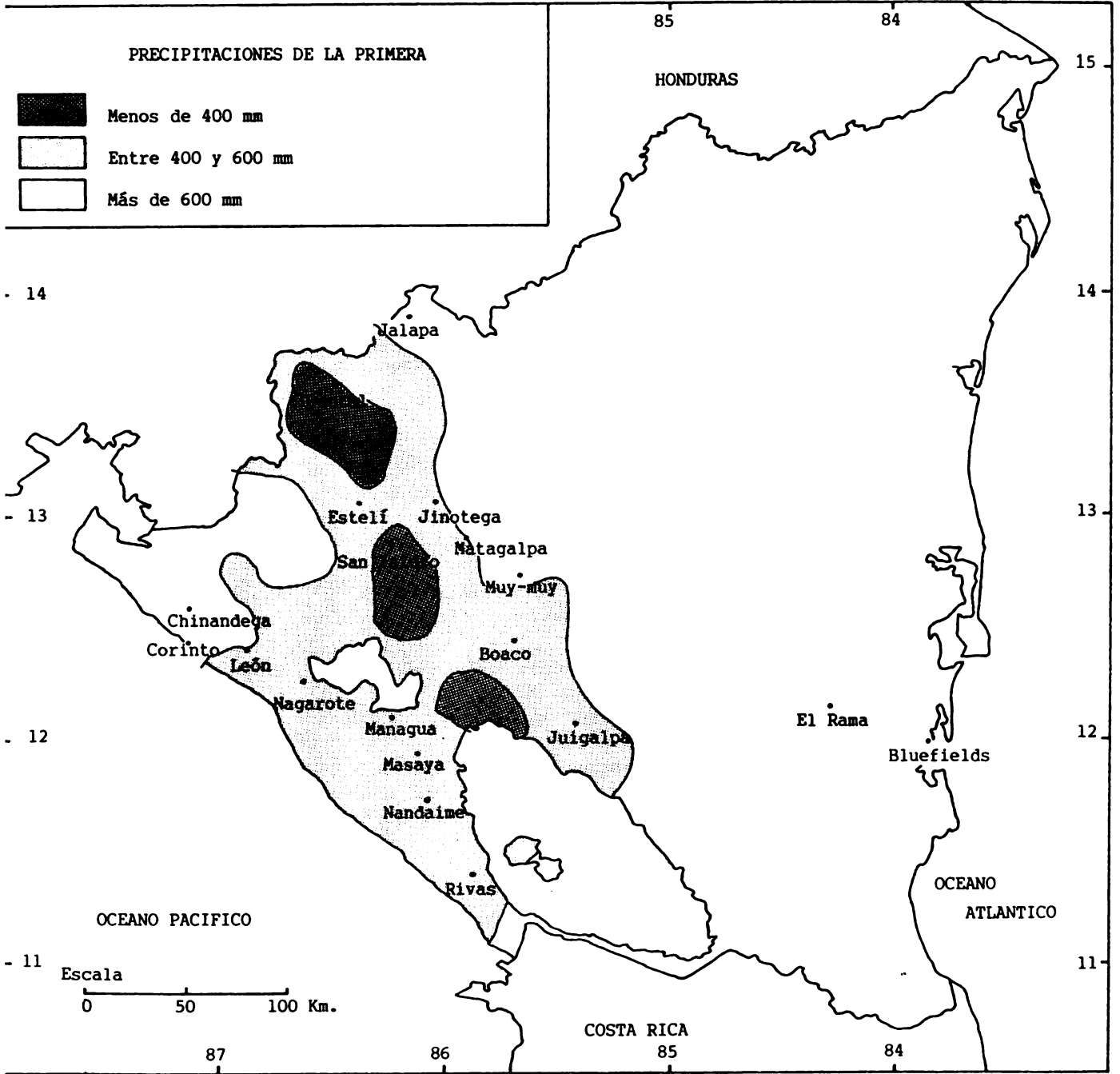
En la segunda zona la precipitación promedio está entre 400 y 600 mm. Agrupa todas aquellas zonas donde las cantidades precipitadas pueden representar una limitación importante de la producción agrícola de Primera, sin que esto sea un caso general.

En la tercera zona caen más de 600 mm. Son las áreas donde las precipitaciones de Primera, al menos en lo que a cantidades acumuladas se refiere, no constituyen una limitación a priori de la producción agrícola.

Este criterio, aislado, evidentemente sobre-estima las posibilidades de sembrar exitosamente de Primera, por cuanto no se toma en cuenta la distribución, a lo largo del ciclo agrícola, de estas precipitaciones. Tampoco, por el criterio escogido, se toma en cuenta la irregularidad, año tras año, de las cantidades caídas. Por ejemplo, durante este período, llueve en Boaco y en la estación de California la misma cantidad: 429 mm. Sin embargo, en Boaco, llueve 4 años de cada 5 más de 334 mm; en cambio, en California, esta cantidad "segura" es de sólo 185 mm. En este caso, el promedio de 429 mm no tiene gran valor de comparación entre estas dos estaciones.

En resumen, este criterio es importante para caracterizar las potencialidades agrícolas de una zona, pero es insuficiente para caracterizar las probabilidades de éxito de un cultivo determinado.

apa 2



3. Irregularidad de las lluvias de Primera

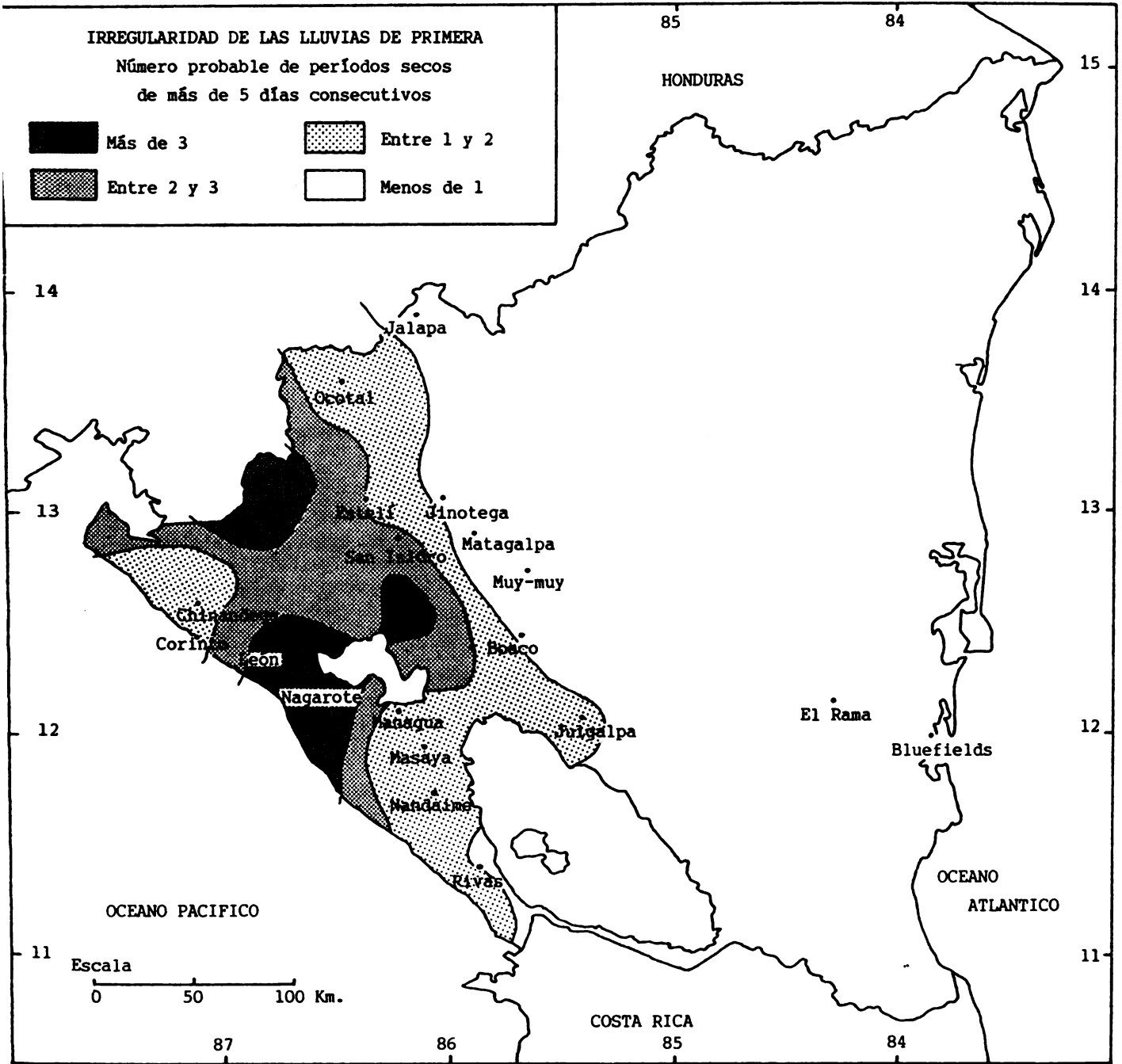
(La zonificación del criterio mencionado está presentada en el mapa # 3)

Además de la irregularidad de las precipitaciones de un año al otro, existe también una irregularidad de la repartición de las lluvias dentro de un mismo año, a lo largo de un período de siembra. Esta irregularidad, muchos años, es responsable de la pérdida de cultivos por sequía. Por lo tanto, es importante caracterizar este criterio.

El parámetro representado en el mapa adjunto es el número de períodos de más de cinco días secos consecutivos que es probable encontrar entre el 1 de junio y el 15 de julio. No es más que un indicador que permite comparar las estaciones entre sí, pero no representa una probabilidad de perder un cultivo sembrado. Además, no es un buen instrumento de análisis de las regiones húmedas, ya que en estas estaciones, no se registran estos períodos secos. Sin embargo, el propósito es de estudiar la irregularidad de las precipitaciones cuando representa un riesgo para los cultivos.

Se destaca de la comparación entre este mapa y el mapa anterior que esta probabilidad de ocurrencia de períodos secos no está muy ligada con el volumen de las precipitaciones durante la Primera. Es decir, las zonas más secas no son las zonas donde las precipitaciones con mayor frecuencia se ausentan. Por ejemplo, en las estaciones de Somotillo, San Juan de Limay, San Francisco Libre y San Rafael del Sur, llueve de manera relativamente abundante, pero también de manera muy irregular. De allí viene la fama de regiones secas que tienen estas zonas.

lapa 3



4. Probabilidad de ocurrencia de una Canícula

(La zonificación del criterio mencionado está presentada en el mapa # 4)

El parámetro de caracterización de la Canícula que escogimos es la presencia en los meses de julio y agosto de un período de más de 15 días consecutivos durante los cuales se observa un déficit hídrico marcado. Si, en un año determinado, se registra una Canícula así definida, se considera que el estrés hídrico es una de las principales limitaciones de la producción (se pueden registrar hasta pérdidas totales).

Además, el nivel de probabilidad de ocurrencia de una Canícula es un indicador de la nitidez con la cual se distinguen los dos grandes períodos de siembra (Primera/Postrera). Constatamos que este último mapa se parece con el anterior, aunque los fenómenos estudiados son diferentes.

Se pueden identificar cuatro zonas en el mapa adjunto:

Zona 1: Menos de 20% de riesgo de Canícula. La Canícula no representa un factor que determina ni las fechas de siembra ni las variedades escogidas. No hay fenómeno canicular.

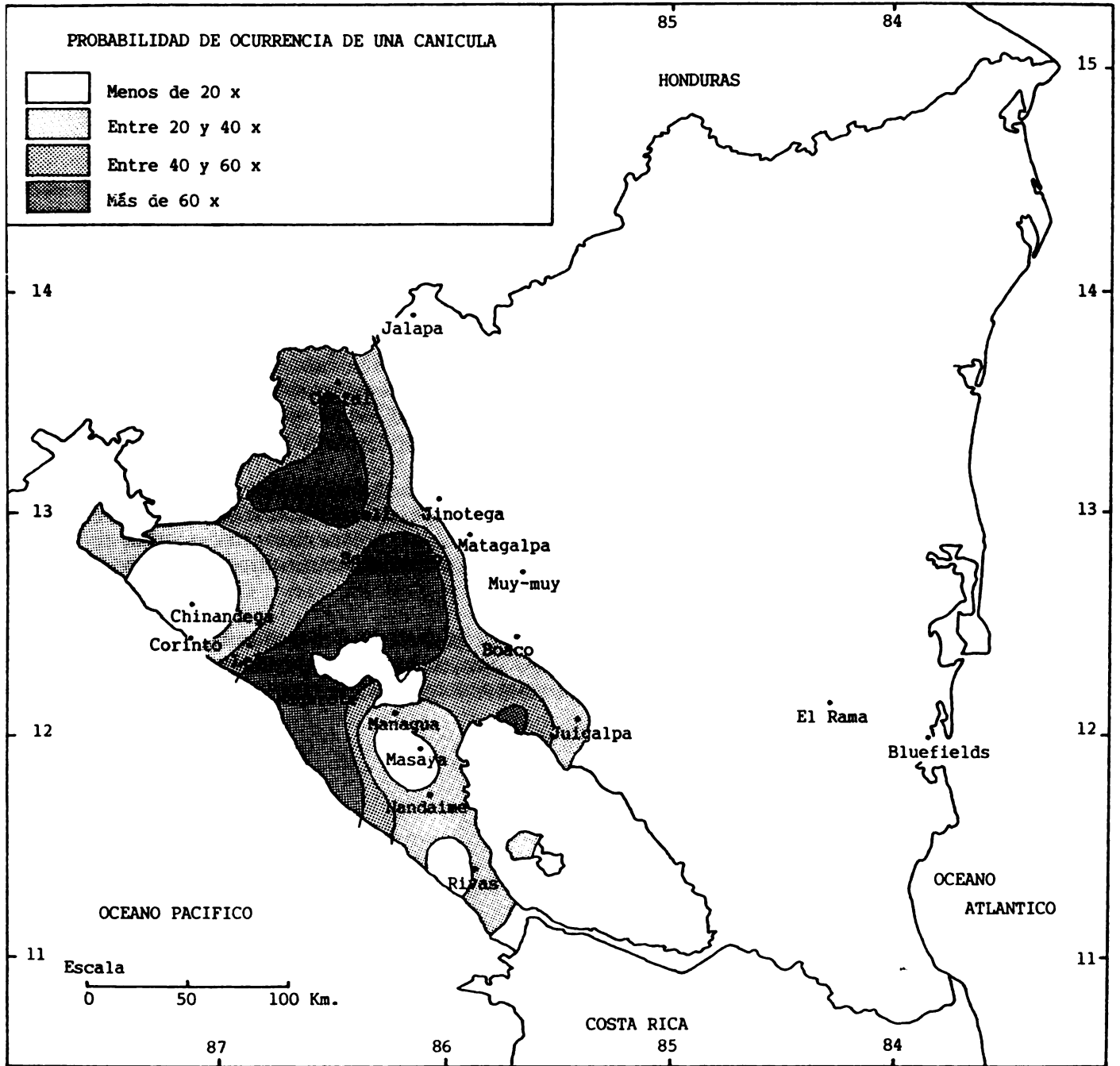
Zona 2: De 20 a 40 % de probabilidad de ocurrencia. La Canícula es generalmente leve, pero está presente. Existe la posibilidad de cultivar de Postrerón o de Primera/Postrera. En cambio, puede dificultarse la recolección de los cultivos sembrados de Primera (frijol, sorgo, ajonjolí).

Zona 3: de 40 a 60 % de probabilidad. La Canícula se hace preponderante en el desarrollo del proceso agrícola. Una minoría de agricultores siembran de Postrerón, pero tienen un alto riesgo de perder.

Zona 4: Más de 60 % de riesgo de Canícula. Estas altas probabilidades no siempre están ligadas con una pluviometría baja, sino también con una irregularidad importante. En estas zonas, la distribución de las precipitaciones constituye un serio factor limitante, y está excluido sembrar comercialmente de Postrerón.

Este mapa aporta mucha información para la zonificación de la lluvia, aunque no puede tampoco considerarse aisladamente. En una misma zona están ubicadas estaciones con precipitaciones muy diferentes: por ejemplo, San Francisco Libre está ubicado en la misma zona que Condega. Sin embargo, las limitaciones a la agricultura llevan, en estas dos zonas, características muy diferentes: en San Francisco Libre, es la irregularidad de las precipitaciones y lo corto de este período que más afectan, mientras que en Condega, es el volumen acumulado de precipitaciones que es deficiente. Estas diferencias pluviométricas imponen evidentes diferencias en los sistemas de producción agrícolas de estas zonas.

Mapa 4



5. Precipitaciones de la Postrera

(La zonificación del criterio mencionado está presentada en el mapa # 5)

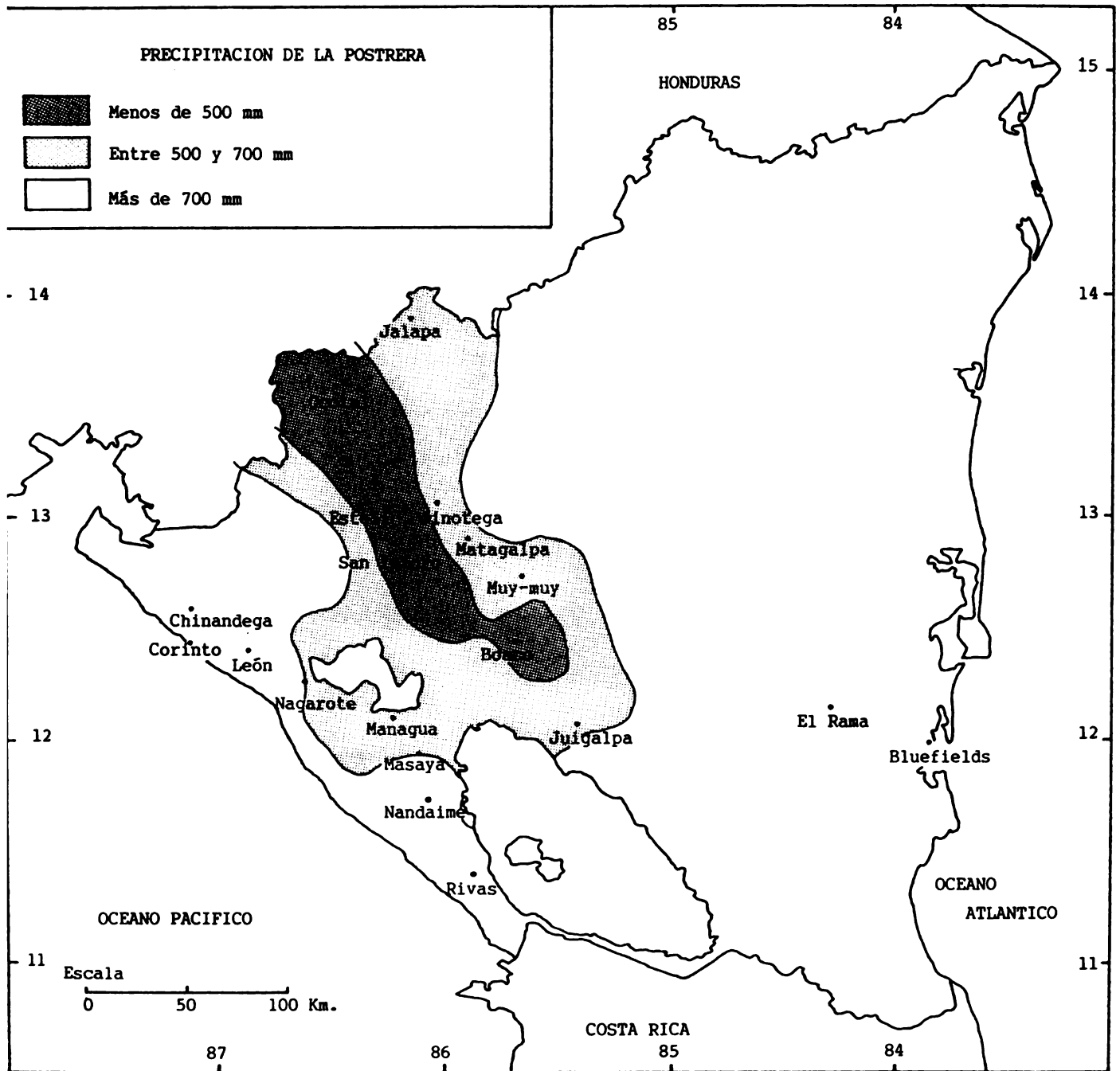
El parámetro escogido es la cantidad acumulada de lluvias, en promedio inter anual, entre el 15 de agosto y el 15 de noviembre.

Las precipitaciones medias son, en casi todo el País, lo suficiente abundantes para asegurar el desarrollo de cultivos anuales, por lo menos en lo que se refiere a cantidades acumuladas. El elemento de repartición (o de irregularidad) se presenta en el mapa siguiente.

La única zona que puede ser problemática es la zona donde llueve menos de 500 mm durante este período. Este promedio menor de 500 mm considera, obviamente, años en que la precipitación es inferior, y en este caso, la cantidad acumulada de precipitaciones de Postrera puede representar una limitación en la agricultura.

Se destaca, en este mapa, que toda la parte costera del Océano Pacífico recibe precipitaciones que superan los 700 mm, mientras que representaba una zona poco favorable en el mapa de la pluviometría de la Primera.

apa 5



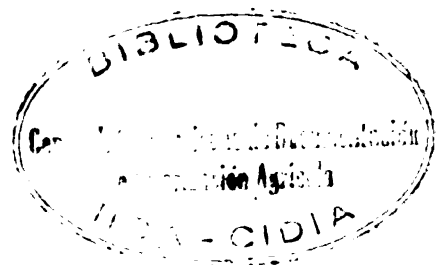
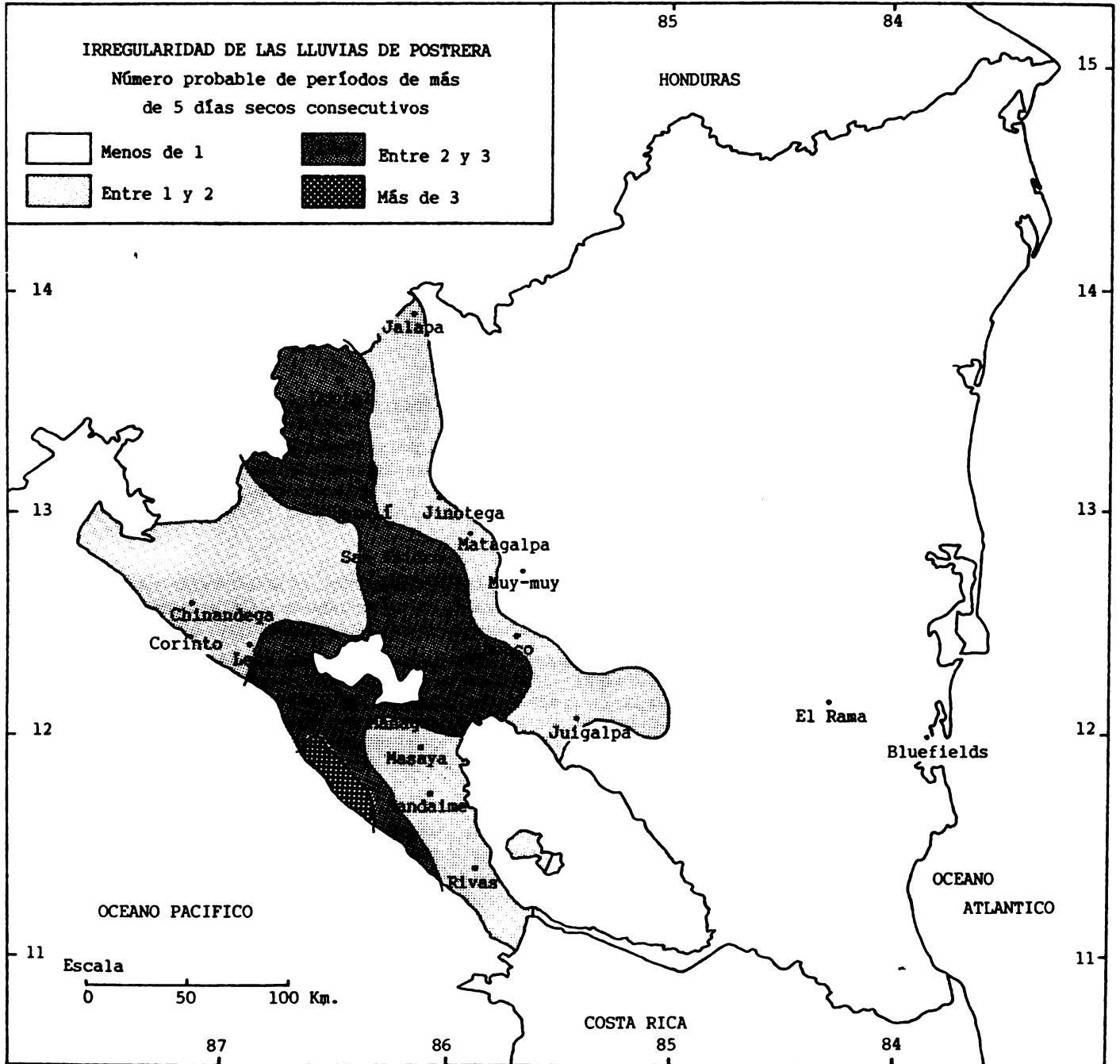
6. Irregularidad de las lluvias de Postrera

(La zonificación del criterio mencionado está presentada en el mapa #6)

El parámetro escogido es exactamente similar al que utilizamos para la Primera: el número promedio de períodos de más de cinco días secos consecutivos.

Sobre este mapa, se evidencia que la irregularidad está más relacionada con el volumen de precipitaciones que en el caso de la Primera. La única excepción viene siendo la faja del Pacífico, desde Las Salinas al Sur hasta Poneoya al Norte, donde las cantidades de lluvia de Postrera son importantes, aunque ocurran de manera irregular.

Mapa 6



7. Precipitaciones de Apante

(La zonificación del criterio mencionado está presentada en el mapa # 7)

El parámetro que se escogió en este estudio es la cantidad de precipitación alcanzada 4 años entre 5, durante el período comprendido entre el 15 de noviembre y el 31 de enero.

Por ejemplo, en Muy-muy, esta cantidad es de 46 mm, lo que significa que, entre todos los años del registro histórico analizado, en 80 % de los casos, llovió más de 46 mm en este período. Significa también que, un año cualquiera, existe una probabilidad de 80 % de caer lluvias acumuladas de más de 46 mm. Representa entonces la cantidad "mínima" que se puede esperar en una zona durante el período de Apante.

Cuatro zonas están ploteadas en el mapa.

Zona 1: lluvias seguras inferiores a 20 mm. La estrategia de Apante está excluida, o restringida a cultivos y suelos muy particulares: cultivos de "humedad" en zonas con capa freática muy cerca de la superficie después del invierno -Bajos de Tisma, El Campanario en Chinandega- o cultivos con enraizamiento muy profundo y cobertura del suelo parcial -sandía por ejemplo- en suelos con altas reservas en agua: Chinandega, Masaya.

Zona 2: Lluvias entre 20 y 100 mm. Esta zona se ubica más hacia el interior del País, donde normalmente no se siembra de Apante, sino en casos de micro-climas particulares: Samulalí, La Suana en la región VI, cerros expuestos al Este, etc.

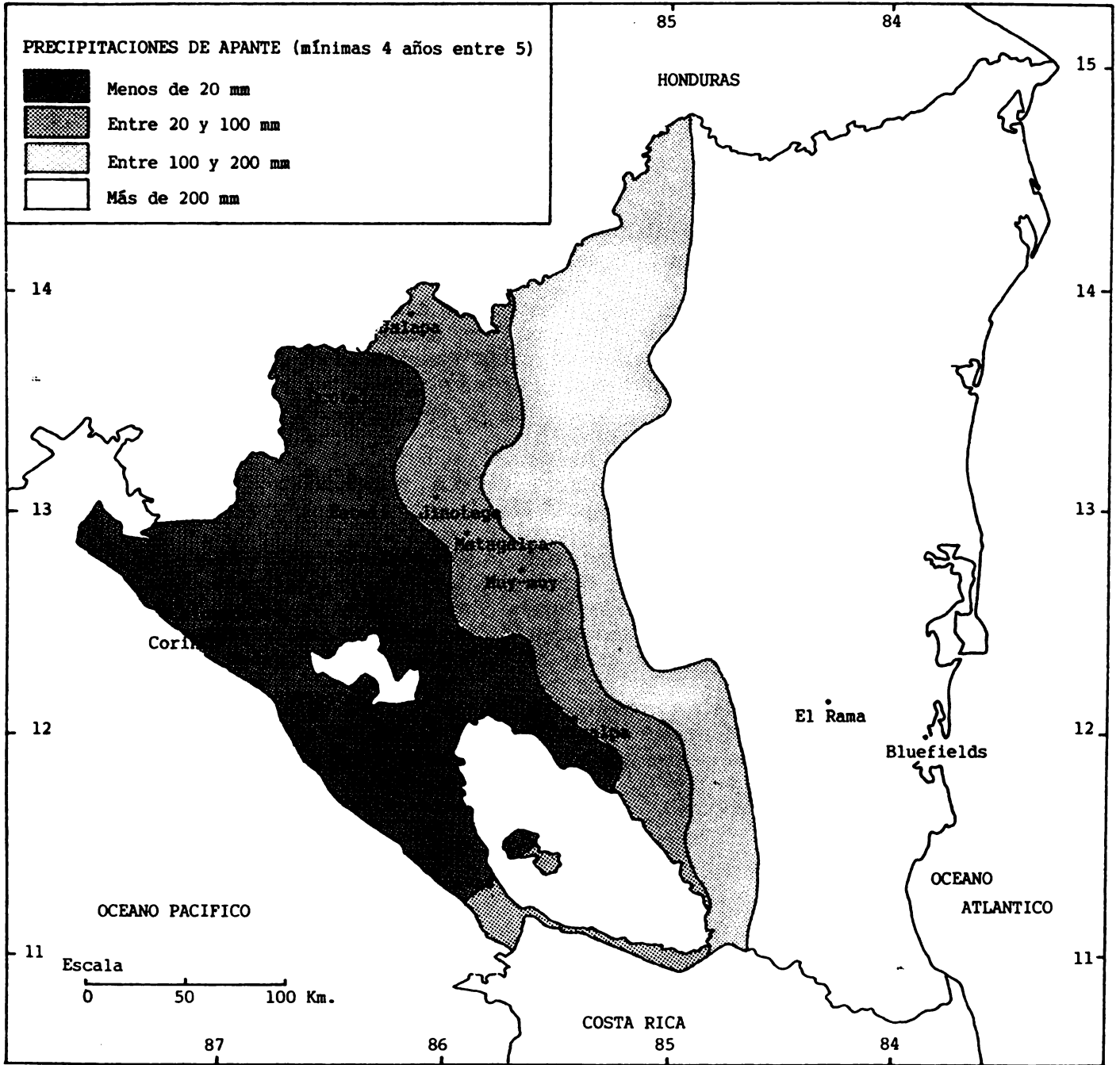
Sin que se llamen siembras de Apante, existen en esta zonas estrategias de utilización de las reservas del suelo al final del invierno, como por ejemplo el sorgo millón sembrado en octubre, que florece en noviembre y se cosecha en enero. De la misma manera, en las fincas que tienen ganado, se acostumbra sembrar una gramínea con el objetivo de obtener forraje para el ganado: sorgo o maíz, o recientemente, arroz.

Zona 3: lluvias entre 100 y 200 mm. En esta zona existe la posibilidad de sembrar de Apante, maíz o frijol. El efecto acumulado del aprovechamiento de las reservas del suelo, de la baja evapotranspiración y de las precipitaciones que siguen presentándose, permite efectivamente garantizar las cosechas.

Zona 4: Más de 200 mm. Se trata de la zona húmeda del País, en la que se siembra de Apante especialmente por la posibilidad de realizar cosechas en seco, durante los meses de febrero y marzo. En estas zonas, la falta de precipitaciones no representa un factor limitante, al contrario.

No se debe olvidar que la estrategia de Apante no se escoge solamente en función de condiciones agríclimáticas, sino también por diversos motivos, como por ejemplo descongestionar los tiempos de trabajo o ampliar el espectro de las fechas de abastecimiento en alimentos.

Mapa 7



A lo largo del estudio de estos factores, se nota que cada uno tiene su importancia, aunque ninguno, aislado, puede dar una idea completa del comportamiento de las precipitaciones en cada una de las zonas. Para complementar estos criterios, se tomaron en cuenta dos otros factores (ver mapas 9 y 10 en anexo I).

- Las precipitaciones totales del Invierno (La zonificación del criterio mencionado está presentada en el mapa # 9).

En realidad, aunque este criterio es el más comunmente utilizado par caracterizar la pluviometría de una zona, no aporta mucha información adicional con respecto al los dos criterios considerados anteriormente: pluviometría de la Primera y pluviometría de la Postrera.

- La duración del período vegetativo (La zonificación del criterio mencionado está presentada en el mapa # 10).

Se refiere a la diferencia en días entre la fecha más probable de entrada del invierno y la fecha más probable del final del período vegetativo (estimada de una manera un poco similar a la anterior, como la fecha en que, en más de 50% de los años de estudio, la satisfacción de las necesidades hídricas de un cultivo normalmente desarrollado están por debajo de los 60% en Noviembre).

El inconveniente de este parámetro, por lo cual no le hacemos mucha énfasis es que es muy dependiente de las cantidades de agua que pueden almacenar los suelos, las cuales son muy variables según la profundidad del suelo, y su textura, y por lo tanto no han podido ser consideradas detalladamente en este estudio.

SEGUNDA PARTE: ZONIFICACION AGROMETEOROLOGICA DE LAS LLUVIAS

La Zonificación que se presenta a continuación (mapa #8) es el resultado del análisis en conjunto de todos los parámetros antes expuestos. Después de la descripción pluviométrica de cada conjunto definido, se intenta hacer una reseña de las prácticas agrícolas, relacionadas con este factor, básicamente en lo que al cultivo de los granos básicos se refiere.

Como marco de referencia de los comentarios y explicaciones que se detallarán en el resto del documento, se presenta en el cuadro #1 un breve resumen de las grandes características de las zonas y sub-zonas (grupos) que definimos, con su estación meteorológica más representativa.

Cuadro #1. Breve caracterización de las zonas y grupos

ZONA	GRUPO	Estación	Pluviometría total (mm)	Riesgo de Canícula %	Pluviometría de Apante (mm)	Irregularidad de Primera	Irregularidad de Postrera
Zona 1		El Recreo	+ de 2000	≈ 0	+ de 200	- de 0.1	- de 0.5
Zona 2	Grupo A	Nva. Guinea	1700 - 2100	≈ 0	100 - 250	- de 0.5	- de 1.2
	Grupo B	San Carlos	1400 - 1700	≈ 0	50 - 100	- de 1.0	0.5 - 1.2
	Grupo C	Posoltega	1600 - 1850	- de 20	≈ 0	1.0 - 2.0	0.5 - 2.0
Zona 3	Grupo A	Huy-Huy	1100 - 1500	- de 20	- de 1.5	- de 1.5	0.8 - 2.0
	Grupo B	Masaya	1300 - 1500	- de 40	- de 30	0.5 - 1.5	0.5 - 1.5
	Grupo C	León	1450 - 1650	40 - 60	≈ 0	2.0 - 4.5	1.0 - 2.5
Zona 4	Grupo A	Managua	950 - 1150	10 - 40	- de 30	0.5 - 2.0	1.0 - 2.5
	Grupo B	Estelí	730 - 850	60 - 80	- de 10	1.5 - 3.5	2.0 - 3.0
	Grupo C	Nagarote	1050 - 1350	60 - 90	≈ 0	2.5 - 4.5	2.0 - 3.0
	Grupo D	Montelímar	1400 - 1600	85 - 95	≈ 0	2.5 - 4.0	2.0 - 5.0

Zona 1: (El Rama, Bluefields): llueve más de 2000 mm en el año, no hay riesgo de que ocurra una Canícula. Durante el período de Apante, son seguras precipitaciones mayores de 200 mm.

Las estrategias de los agricultores obedecen a otros criterios que el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos. Los problemas de estas zonas tienen más que ver con el exceso de agua, que conlleva erosión, lixiviación y acidificación de los suelos. Por ello, no es muy adecuado sembrar cultivos anuales durante muchos años consecutivos en la misma zona.

Los cultivos de maíz y de frijol de autosubsistencia se cultivan durante el Invierno tradicional, con énfasis en la siembra de Apante, por la oportunidad de cosechar en momentos secos en marzo y abril.

Zona 2: llueve más de 1400 mm durante el Invierno, de los cuales más de 600 caen durante el período de Primera. Los otros parámetros son mucho más diversificados que en la zona anterior, lo que llevó a destacar diferentes grupos. En esta zona, llueve lo suficiente para dos ciclos de cultivos en el Invierno, y los problemas de exceso de agua no son tan crónicos como en la primera zona. Se pueden distinguir tres grupos, que corresponden con tres subregiones en el mapa:

- **Grupo A:** (Nueva Guinea, Santo Domingo): la precipitación segura durante el Apante es superior a 150 mm, el período vegetativo es prolongado y la Canícula, inexistente. Las interrupciones secas durante los períodos lluviosos son excepcionales.

La agricultura se desarrolla, por lo que a aprovechamiento de los recursos hídricos se refiere, de la misma manera que en la zona anterior, con menos problemas de exceso de agua. La siembra de Apante es generalizada en las pequeñas fincas.

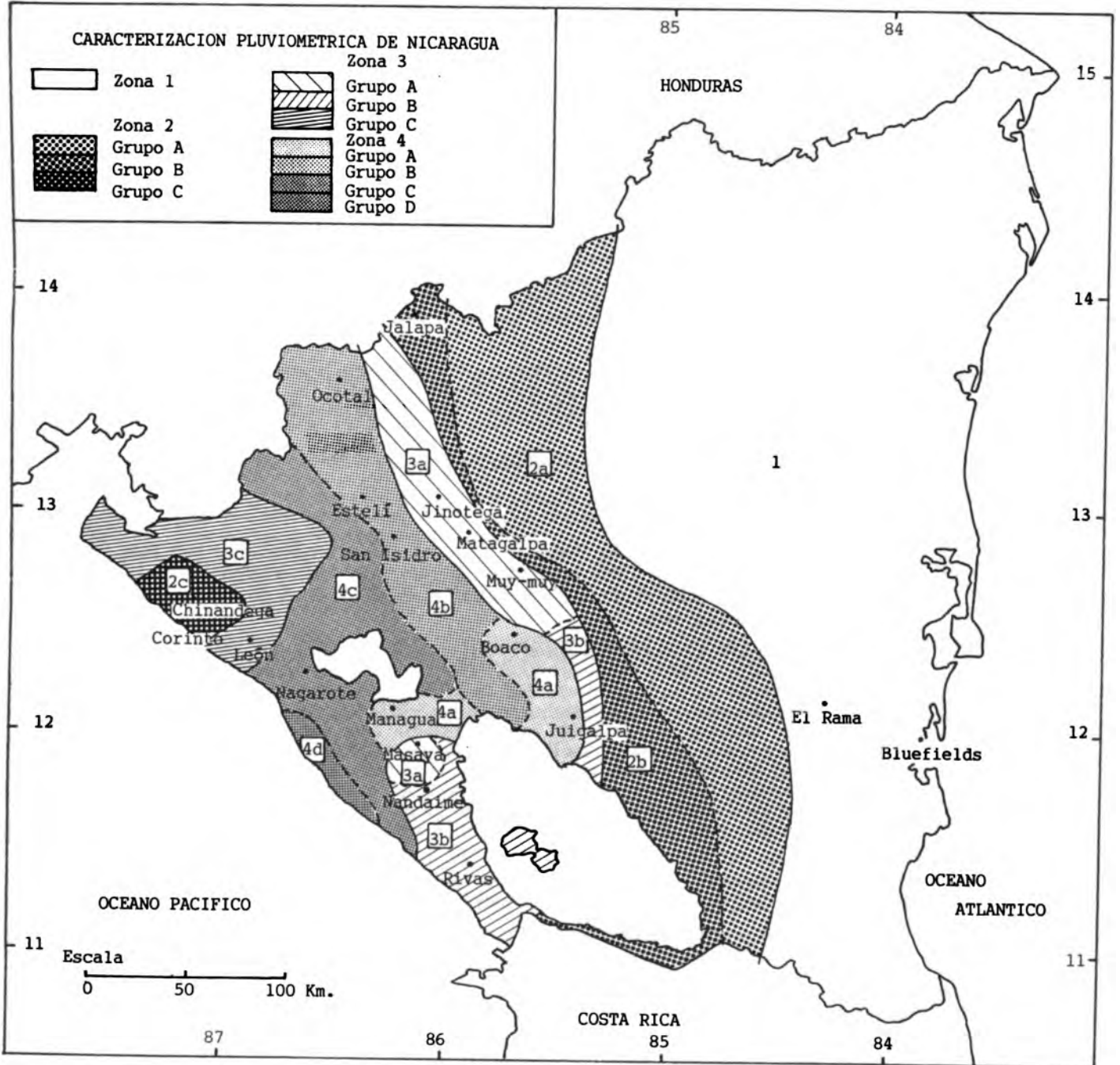
- **Grupo B:** (Cárdenas, Jalapa, San Carlos): la estación seca ("Verano") en esta parte se vuelve marcada y prolongada. La Canícula no existe. Llueve más de 70 mm durante el ciclo de Apante. La estrategia de Apante se vuelve más riesgosa, aunque se practique. Además, el carácter más pronunciado del período seco facilita las cosechas en diciembre.

- **Grupo C:** (Chinandega, Ingenio San Antonio): las precipitaciones se asemejan a las del Pacífico. Durante el período de Apante son casi inexistentes. Aparece, al contrario de los dos grupos anteriores, un descenso de las precipitaciones en julio/agosto, pero la abundancia general de las lluvias y las reservas hídricas de los suelos disminuyen considerablemente los efectos agrícolas de este descenso. La Canícula es muy poco probable.

Por todo lo anterior, existe una gran diversidad de sistemas de producción en esta subregión, por la posibilidad de cosechar durante la Canícula y la posibilidad de sembrar de Postrerón. En granos básicos, lo más común es la siembra de maíz en junio, la dobla en septiembre y la cosecha en noviembre. Los rastrojos y malezas que crecen en octubre se utilizan para la alimentación del ganado. En pequeñas parcelas, se siembra también Maíz de ciclo corto, que se cosecha en agosto, con frijol blanco de relevo. Se siembra arroz de secano en julio, sorgo industrial en mayo. El algodón se acostumbra sembrar a finales de julio, como cultivo único.

No se siembra de Apante, con la excepción de áreas con condiciones freáticas muy específicas y que se mencionaron en los comentarios del mapa de Apante (mapa #7).

Mapa 8



Zona 3: llueve entre 1100 y 1650 mm durante el Invierno, sin que exista la posibilidad de sembrar de Apante. La repartición de las precipitaciones entre la Primera y la Postrera es variable según los grupos que se describen a continuación; sin embargo, permite habitualmente la realización de dos ciclos de cultivo. La separación entre los grupos se hizo según la probabilidad de ocurrencia de la Canícula.

- **Grupo A:** (Matagalpa, Jinotega, Masatepe): las precipitaciones son muy variables (entre 1100 y 1500 mm) según las estaciones, pero están bien repartidas. La Canícula es excepcional (aparece en menos de 10% de los años). Caen brisas durante el verano. Esta zona corresponde generalmente con partes altas, donde se suele cultivar Café. El Apante se realiza únicamente en algunos cerros particularmente expuestos a las precipitaciones.

En granos básicos, la estrategia predominante es la de doble cultivo, con maíz/frijol, o arroz criollo/frijol. En el caso de la sucesión maíz/frijol, se encuentran las dos opciones: maíz de ciclo corto, sembrado en mayo o maíz de ciclo intermedio sembrado en junio. La diferencia entre las dos posibilidades resulta en un cambio de fecha de siembra del frijol de Postrera (entre finales de septiembre e inicios de octubre).

Así mismo, se puede sembrar frijol de Primera. Sin embargo, la ausencia de período seco durante la época canicular hace más difícil su secado. Se suele limitar la siembra de Primera al auto-abastecimiento y a la producción de semilla para la siembra de Postrera.

También se siembran cultivos más adaptados a áreas frescas: papa, hortalizas, frutas, café.

- **Grupo B:** (Rivas, Masaya, San Pedro de Lóvago): las precipitaciones son más abundantes (entre 1300 y 1500 mm), pero no son muy bien distribuidas. La Canícula es poco probable (entre 10 y 35% de los años). Ocurren precipitaciones leves durante el período seco.

Corresponde con áreas más cálidas que el grupo anterior. En general, se siembra un cultivo principal, y, según la fecha de entrada efectiva del invierno, se intenta hacer una segunda siembra. La baja intensidad de la Canícula permite la siembra de Postrerón. Tradicionalmente, se siembra maíz de ciclo intermedio en junio, y frijol de relevo. Sin embargo, el éxito de esta estrategia esta condicionada por dos factores: Una entrada precoz de las lluvias, y disponibilidad de maquinaria (o de mano de obra) para cosechar el maíz, preparar la tierra y sembrar el frijol en el momento oportuno. Este riesgo puede desanimar a los productores a realizar una doble cosecha, y así conducirlos a dejar áreas vacías para sembrar frijol de Postrera en buenas condiciones. Ultimamente, en algunas partes, el ajonjolí reemplaza el frijol.

También se siembra sorgo (de Primera con rebrote en Postrera si las precipitaciones entran temprano, sólo de Postrera en el caso contrario).

En esta zona las precipitaciones, por su distribución, representan un condicionante de la agricultura que se organiza en gran parte en función de éstas.

- **Grupo C:** (El Sauce, León): llueve alrededor de 1400 mm durante todo el ciclo lluvioso, la Canícula es probable y no caen lluvias durante el período de Apante. Las precipitaciones, especialmente durante la Primera, son muy irregulares.

Estas condiciones climáticas hacen que prevalecen las estrategias de doble cultivo con énfasis en el ciclo de Postrera (por ser este más regular que el ciclo de Primera).

De Primera, se suele sembrar cultivos resistentes a la sequía, como el sorgo o el ajonjolí, o bien cultivos de ciclo muy corto (maíz criollo precoz).

En Postrera, se siembra sorgo industrial, ajonjolí de ciclo intermedio. Según la altitud (y, por ende, según la temperatura), también se siembra frijol (Achuapa).

Zona 4: Las características de esta zona son las siguientes: El Verano es completamente seco, sin ninguna posibilidad de cultivar de Apante, y los problemas relacionados con la deficiencia de agua, sea porque caen muy pocas lluvias, o porque están mal distribuidas, se vuelven preponderantes en el desarrollo del ciclo de producción.

- **Grupo A:** (Managua, Tisma, Juigalpa, Boaco). Las precipitaciones, relativamente regulares, suman entre 950 y 1150 mm, igualmente repartidas entre Primera y Postrera. La Canícula es presente, aunque relativamente leve. Las precipitaciones son todavía bastante regulares, tanto en como en Postrera.

Las pequeñas unidades de producción intentan cosechar dos veces al año, si el Invierno entra temprano (arroz criollo/frijol, o maíz criollo/frijol). Se cultiva mucho sorgo industrial (siembra y rebrote). El sistema de cultivo de un ciclo de maíz intermedio de Postrerón generalmente no se practica. Ultimamente se ha desarrollado un sistema bastante adecuado para esta zona: sorgo sembrado temprano en la Primera, seguido por ajonjolí de Postrera.

En los suelos más pobres o accidentados prevalece la ganadería (Granada, Juigalpa).

- **Grupo B:** (Estelí, Ocotal, Altamira): Las precipitaciones son escasas (menos de 900 mm al año, es la zona más "seca" del País). Sin embargo, su distribución es relativamente regular. La Canícula es muy probable.

Tradicionalmente, se siembran cultivos de ciclo corto (maíz /frijol), sembrando el primer ciclo muy temprano, con las s lluvias, e incluso en seco cuando es necesario. Esta última estrategia aporta la ventaja de asegurar que se aproveche la totalidad de las precipitaciones. La relativa regularidad de las precipitaciones limita los riesgos de pérdida post-germinación.

Esta estrategia no implica la realización de altas inversiones en el momento de la siembra y se practica más con tecnología tradicional (siembra al espeque o, eventualmente, con bueyes).

Se tiende, poco a poco, a reemplazar el maíz por el sorgo blanco ("tortillero"), más resistente a la sequía. Se cultiva en las mismas condiciones que el maíz de ciclo corto.

En esta zona, la implementación del riego es muy importante (Altamira, Sébaco, TIMAL).

- **Grupo C:** (Malpaisillo, San Juan de Limay, Nagarote, San Francisco Libre, San Rafael del Sur, Las Salinas).

Son zonas que tienen fama de muy secas, no tanto por las cantidades precipitadas (llueve más que en Managua), sino por la repartición de estas lluvias. Las lluvias de Primera, en particular, son muy irregulares. La Canícula es casi segura.

Cuando el agricultor decide arriesgarse a sembrar de Primera, siembra principalmente sorgo industrial, con la condición que las precipitaciones entren temprano. Posteriormente, deja crecer el rebrote, el cual cosecha al final de la Postrera. Otras variedades de sorgo se suelen sembrar en junio para cosechar a finales del ciclo lluvioso (sorgo-millón, sorgo de escoba). También puede cultivarse ajonjolí (de Primera de ciclo corto o, también, de Postrera de ciclo intermedio o largo) y, por supuesto, algodón (siembra a finales de junio) en las partes bajas y con suelos no demasiado pesados.

- **Grupo D:** (Masachapa, California). En esta faja costera, las precipitaciones, abundantes, caen con tanta irregularidad que la actividad agrícola de secano se vuelve difícil. Se desarrollan actividades con riego (ingenio Julio Buitrago) y la ganadería extensiva.

CONCLUSIONES

El trabajo que se presentó en este documento sugiere algunos comentarios y conclusiones:

1) Por lo general, existe una adecuación correcta entre las prácticas tradicionales de los agricultores, y las condiciones climáticas a las cuales están sometidos en su lugar de trabajo. En este sentido, podríamos decir que los agricultores son excelentes agrometeorólogos. Sin embargo, se han detectado algunas discordancias, que llaman la atención; detallamos a continuación algunos ejemplos:

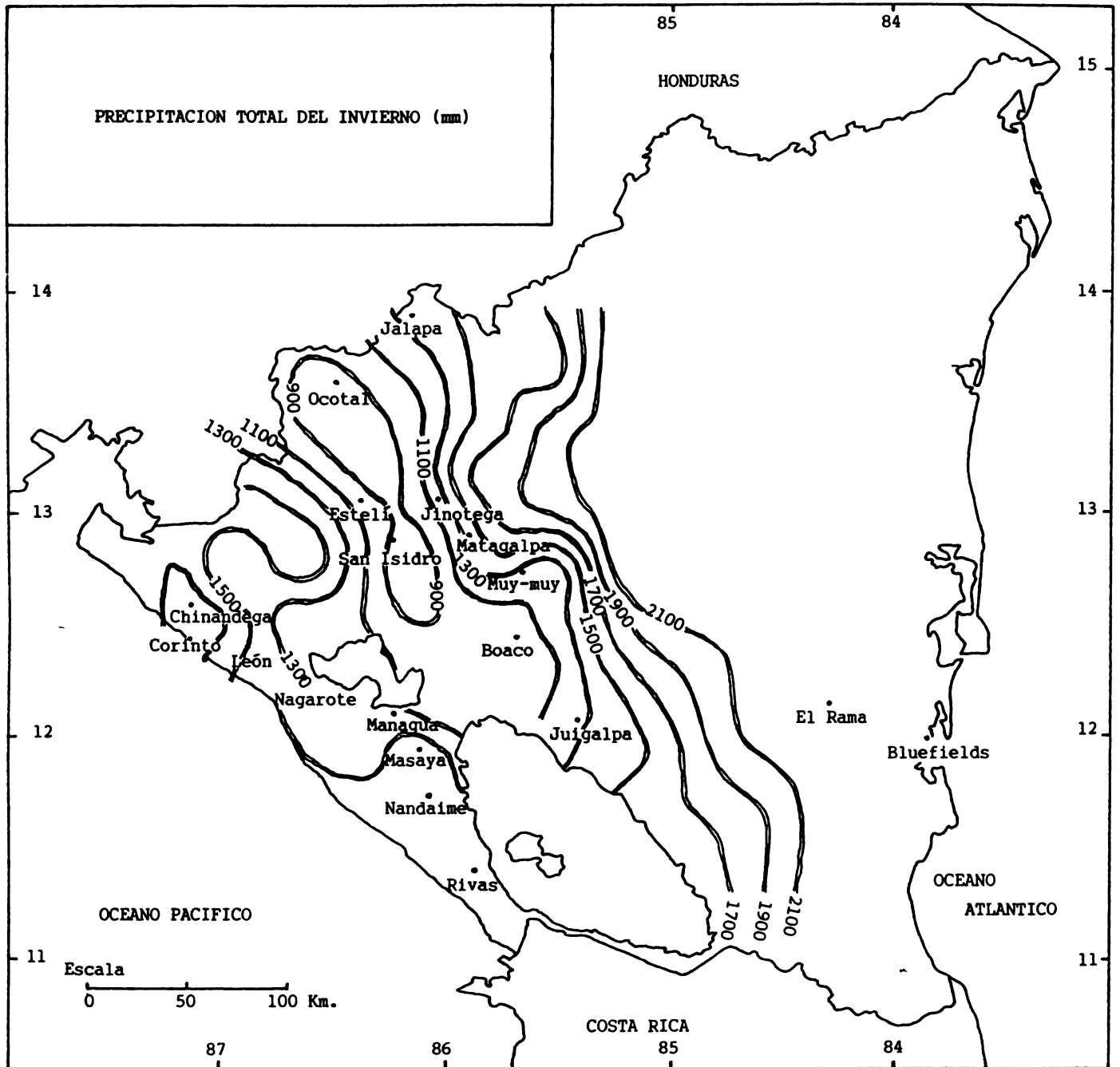
- Las únicas variedades de ciclo corto de que se dispone en Nicaragua son criollas, con potencial de producción relativamente bajo. Las condiciones de la Primera en las zonas más secas nos sugiere la importancia de mejorar estas variedades. En particular, la variedad de maíz de 90 días NB100 que prácticamente desapareció del campo nicaragüense por falta de semilla era un buen ejemplo de variedad mejorada más adaptada, tratándose de pluviometría, a estas zonas. De la misma manera, sería importante estudiar la posibilidad de desarrollar en estas zonas cultivos como el ajonjolí de ciclo corto. Estas variedades se adaptan particularmente bien en las zonas con pluviometría baja pero relativamente regular (grupo B de la zona 4). En las zonas que se caracterizan más por la irregularidad de sus precipitaciones, las soluciones tienen más que ver con variedades de ciclo largo, pero resistentes a la sequía y con sistema radical muy profundo (como el sorgo millón).
- Ante la pérdida repetida de los cultivos en ciertas zonas, año tras año, se plantea la necesidad de cambiar de variedad cultivada, buscando una mayor resistencia a la sequía, e incluso cambiar de especie. Parece por ejemplo oportuno trabajar en la extensión de la siembra de sorgo tortillero en substitución del maíz en las áreas de bajas pero de regulares precipitaciones.
- El poco aprovechamiento de la calidad de los suelos del Occidente. El Occidente de Nicaragua goza de suelos excelentes, (algunos los califican como los mejores suelos del mundo) desde el punto de vista hídrico (reservas muy altas, buen drenaje, suelos muy profundos). Hídricamente, en muchos casos, están sub-utilizados: La adecuación entre potencialidades identificadas y estrategias agrícolas no parece realmente óptima.

2) Estos ejemplos muestran que todo no está hecho en cuanto a dar a los agricultores las posibilidades reales de realizar la optimización deseada del uso de la tierra: no siempre disponen de los materiales genéticos, ni tampoco de las técnicas necesarias para un aprovechamiento ideal de los recursos climáticos.

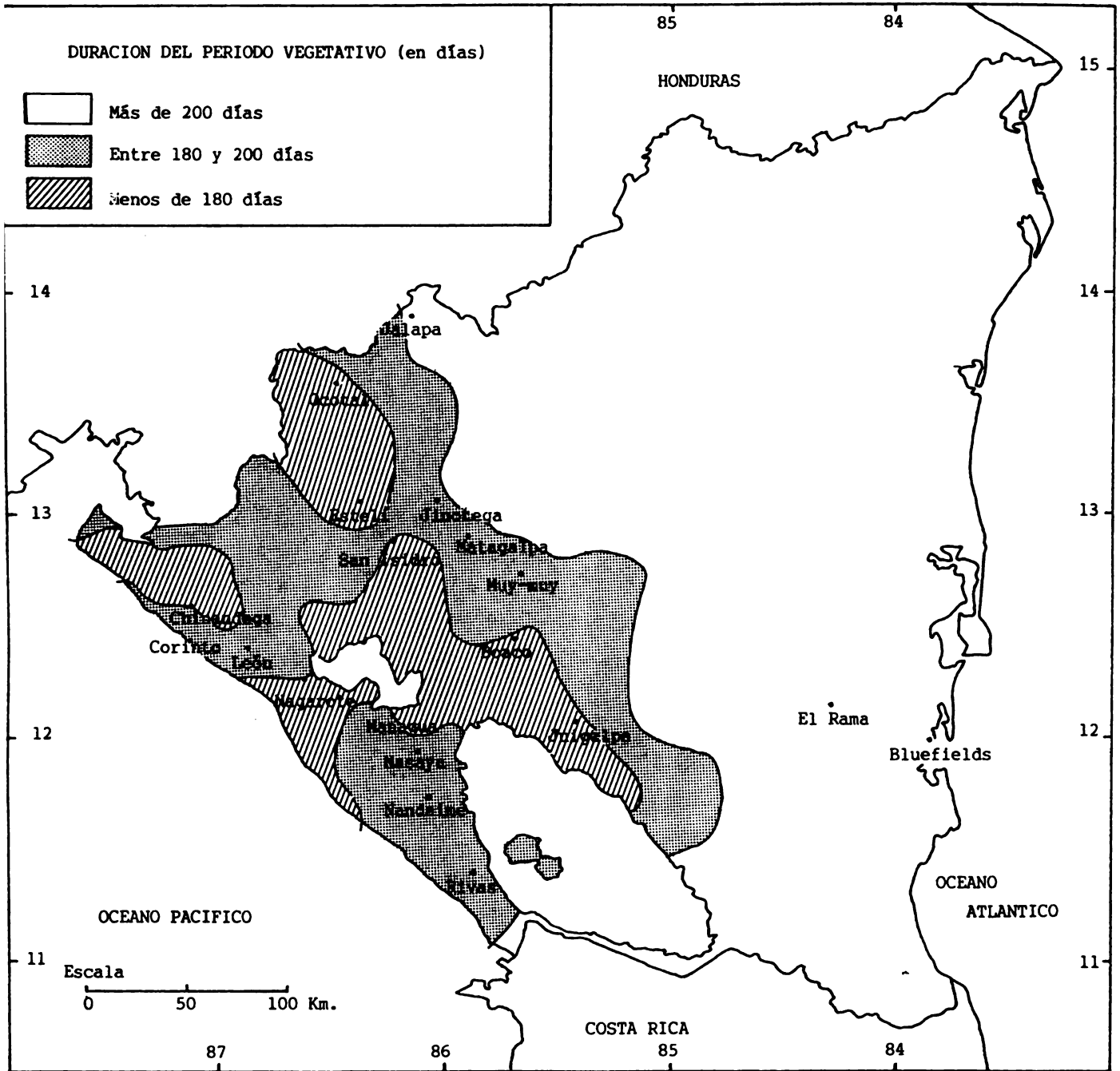
El ofrecerles estas técnicas y estos materiales es, precisamente, la tarea de la investigación agronómica, y de la extensión. En eso, la Agrometeorología tiene que orientar las investigaciones, al mismo tiempo que afina sus herramientas de análisis y precisa sus diagnósticos.

ANEXOS

ANEXO I
Mapa 9



ANEXO I
 Mapa 10



ANEXO II
Mapa 11

