

Luis Fernando Chaves Vargas



*Clima de las cuencas
altas de los rios Motatán
Chama y Santo Domingo*

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

*Ministerio de Agricultura y Cria
Dirección de Recursos Naturales Renovables
División de Protección y Parques Nacionales
Sección de Conservación de Suelos y Aguas*

CARACAS
1962

Luis Fernando Chaves Vargas

**Clima de las cuencas
altas de los ríos Motatán
Chama y Santo Domingo**

**Ministerio de Agricultura y Cría
Dirección de Recursos Naturales Renovables
División de Protección y Parques Nacionales
Sección de Conservación de Suelos y Aguas**

**CARACAS
1962**

C O N T E N I D O

<u>RESUMEN.-</u>	Pag
	4
I.- Factores que intervienen en la caracterización del clima en las cuencas altas de los ríos Motatán, Chama y Santo Domingo.	6
1.- Latitud.- Influencia de los climas del Lago de Maracaibo y de Los Llanos.	6
2.- Relieve	10
II.- Las estaciones.	20
III.- Regiones climáticas	22
1.- El páramo	22
2.- Alto Motatán.	23
3.- Alto Chama	25
4.- Alto Santo Domingo	29
5.- Medio Santo Domingo	31
6.- Selva nublada del Chama	32
IV.- Clima, relieve, vegetación y uso de la tierra.	33
V.- Referencias	36
VI.- Bibliografía	36

FIGURAS.-

N°.-

- 1.- Brisas de montaña.- (NE o NW) Enero
- 2.- Brisas de valle.- (SW o SE) Enero

- 3.- Granja de Mucuchíes.- (Temperatura)
- 4.- Granja de Mucuchíes.- Número de días con helada.
Número de días con tormenta.
- 5.- Granja de Mucuchíes.- Velocidad del viento, m/sec.
Porcentaje de vientos del SW.
- 6.- Granja de Mucuchíes.- Humedad relativa media.
- 7.- Granja de Mucuchíes.- Precipitación y evaporación.

MAPAS.-

N°.-

- 1.- Estaciones pluviométricas
- 2.- Precipitación anual en milímetros y vientos en la granja de Mucuchíes.
- 3.- Precipitación de enero y vientos en la Granja de Mucuchíes
- 4.- " " febrero " " " " " "
- 5.- " " marzo " " " " " "
- 6.- " " abril " " " " " "
- 7.- " " mayo " " " " " "
- 8.- " " junio " " " " " "
- 9.- " " julio " " " " " "
- 10.- " " Agosto " " " " " "
- 11.- " " septiembre " " " " " "
- 12.- " " octubre " " " " " "
- 13.- " " noviembre " " " " " "
- 14.- " " diciembre " " " " " "
- 15.- Temperaturas medias anuales (°C)
- 16.- Regiones climáticas

CUADROS.-

N°.-

- 1.- Características de las estaciones climáticas en la Granja de Mucuchíes

- 2.- Precipitación en el Páramo de Mucuchíes (mm).
- 3.- Precipitación en el Alto Motatán (mm).
- 4.- Precipitación en el Alto Chama (mm)
- 5.- Temperaturas en la Granja de Mucuchíes (°C)
- 6.- Porcentajes de las direcciones del viento en la Granja de Mucuchíes.
- 7.- Datos climatológicos de la Granja de Mucuchíes.
- 8.- Precipitación en el Alto Santo Domingo (mm).
- 9.- Precipitación en Altamira (Medio Santo Domingo) (mm).
- 10.- Precipitación en la Selva Nublada del Chama (mm).

RESUMEN.-

El clima de la región de las cuencas altas de los ríos Motatán, Chama y Santo Domingo resulta, en primer lugar, de la influencia de los climas del Norte y de Los Llanos, dos grandes unidades climáticas; la primera con dos estaciones secas y dos lluviosas y la segunda con una estación seca y una lluviosa (1)

El clima del Norte (Lago de Maracaibo) influye en el de las cuencas del Motatán y el Chama, aunque esta última también está sujeta a la influencia del clima de Los Llanos a través del aire que penetra por la cuenca del Santo Domingo y atraviesa el páramo por Apartaderos.

El clima del alto Santo Domingo resulta en cambio, fundamentalmente, de la influencia del clima llanero.

Las temperaturas en esas cuencas altas son bajas (menos de 18°C en el mes más fresco) debido a la altitud (más de 2.000 metros).

El agua se condensa a veces en los suelos en su forma sólida (helada) particularmente durante la estación seca. En la estación lluviosa suele condensarse en la atmósfera en la forma de nieve, especialmente en las partes altas de estas cuencas.

La presión es baja, como consecuencia de la altura.

La radiación solar es fuerte, especialmente durante la estación seca. En consecuencia los contrastes entre las

mínimas nocturnas y las máximas diurnas son fuertes.

Las inversiones de temperatura suelen ocurrir, como resultado de la acumulación de aire frío pesado en las altas montañas, el cual cae en los valles, impulsado por su propio peso.

Las brisas de valle y montaña, resultantes de los cambios de presión, que acompañan a los bruscos cambios de temperatura en las altas montañas, suelen ocurrir, generalmente en la estación seca.

La orientación de los valles influye en la dirección de los vientos, repartición de la humedad, etc.

El clima de la región de las cuencas altas de los ríos Santo Domingo, Chama y Motatán, presenta dos estaciones bien definidas: la seca y fría, que abarca los meses de diciembre a marzo, y la lluviosa y fresca que se extiende entre abril y octubre; noviembre es un mes de transición.

Las regiones climáticas son las siguientes:

El páramo: De clima frío y húmedo (ET de Köppen)

El Alto Motatán: Clima mesotérmico con inviernos secos. Dos "picos" pluviométricos, en primavera y otoño. (Cww' (w") bin' y quizás también en Cm (ww'w") bin').

El Alto Chama: Clima mesotérmico con inviernos secos, algo más seco que el del Alto Motatán. Dos "picos" pluviométricos, en primavera y verano (Cww' (w") bign').

El Alto Santo Domingo: Clima "monzónico" mesotérmico con una corta sequía de invierno. Un "pico" pluviométrico, en verano (Cm (ww') bi). Ocasionalmente dos picos pluviométricos, en verano y otoño. (Cm (ww'w") bi).

En las adyacentes encontramos las siguientes regiones climáticas:

El Medio Santo Domingo: Clima "monzónico" macrotérmico con una corta sequía de invierno. Un "pico" pluviométrico en verano (Am (ww') bi) y, más abajo, Am (ww') ai).

La Selva Nublada del Chama: Clima mesotérmico sin estación seca, aunque sí con disminución de las lluvias en invierno. Nieblas frecuentes (Cf (ww'a") bin).

I.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CARACTERIZACION DEL CLIMA EN LAS CUENCAS ALTAS DE LOS RIOS MOTATAN, CHAMA Y SANTO DOMINGO.-

1.- Latitud.- Influencia de los climas del Lago de Maracaibo y de Los Llanos.

El clima de la región de las cuencas altas de los ríos Motatán, Chama y Santo Domingo es, en primer lugar una consecuencia de la latitud.

Por la latitud los climas de Venezuela se dividen en fajas sucesivas que son, de norte a sur: el Norte (seco) Los Llanos (con estaciones seca y lluviosa definidas), el norte de Guayana (con estación lluviosa larga y seca corta) y el sur de Guayana (lluvioso durante todo el año).

Por ser las que más nos interesan, nos referimos aquí a las fajas Norte y de Los Llanos.

El Norte se caracteriza porque los alisios soplan permanente o casi permanentemente. Este clima presenta precipitaciones bajas y temperaturas altas, excepto en las áreas montañosas. Las precipitaciones se distribuyen entre fines de primavera y comienzos de otoño habiendo, por lo regular, dos máximas, una en primavera o verano y otra en otoño. Los meses más secos, que son aquellos en que los alisios soplan con más fuerza, son los del invierno.

Las lluvias de otoño son por lo regular más altas que las de primavera o verano en barlovento y más bajas en sotavento. En verano hay una disminución de la precipitación que generalmente toma caracteres de una estación seca secundaria.

En las latitudes más septentrionales (tal es el caso de Margarita) hay una máxima de primavera y otra de otoño-invierno. Los meses secos son los del comienzo de primavera.

En Los Llanos las precipitaciones son más altas que en el Norte. Los alisios soplan sólo durante una parte del año (el invierno), durante la cual ocurre la sequía. Entre fines de marzo y principios de noviembre predominan las calmas ecuatoriales (que se han desplazado hacia el norte) y los vientos variables. Las precipitaciones son abundantes. La máxima ocurre en junio (al sur) o en julio (al norte) y no hay una máxima secundaria.

No podemos afirmar categóricamente que la penetración de la humedad en Chachopo y Timotes ocurra a través del páramo de Pueblo Llano pues toda la subcuenca del río Pueblo Llano carece de estaciones pluviométricas. En todo caso es una posibilidad muy digna de ser tomada en cuenta.

2.- Relieve.

El otro gran elemento que viene a definir las características del clima de las altas cuencas del Motatán, el Chama y el Santo Domingo es el relieve.

Dentro del relieve debemos considerar en primer lugar la altitud; en segundo lugar la existencia de valles y alineaciones montañosas y en tercer lugar la orientación de éstos.

Al aumentar la altitud ocurre en primer lugar una disminución de la temperatura. Por cada hectómetro de altitud la temperatura disminuye entre 0,5 °C y 0,6 °C o sea que para que haya una disminución de 1 °C es necesario subir entre 1,7 y 2,0 Hm. Esas cifras constituyen el gradiente térmico de esta región.

Como quiera que en toda la región no existen sino los datos de una estación meteorológica que posea termómetros, tenemos que valernos del gradiente térmico para calcular las temperaturas. Las partes más bajas de las cuencas presentan temperaturas medias anuales por debajo de los 18 °C,

mientras que en las partes más altas las temperaturas medias anuales llegan a estar por debajo de 5 °C.

Como una consecuencia de la disminución de la temperatura al ocurrir la saturación del vapor de agua en la atmósfera, éste se sublima frecuentemente, en lugar de condensarse.

Durante la estación seca, cuando ocurren cambios de temperatura bruscos (mayores en los suelos que en la atmósfera) el vapor de agua se sublima sobre la superficie terrestre en forma de escarcha. En la estación lluviosa las aguas precipitan a veces en forma de nieve. En la Granja de Mucuchíes (2.980 m) ocurren hasta seis días con helada, como media, en enero. En diciembre, febrero y marzo también ocurren, por lo regular, heladas. (Véase figura N° 4). Las nieves caen ocasionalmente especialmente en septiembre. En altitudes mayores las heladas y nevadas ocurren con mayor frecuencia.

Otra consecuencia del aumento de la altitud es la disminución de la columna de aire en la atmósfera. El resultado de ello es, en primer lugar, una disminución en la presión atmosférica, la cual se hace sentir en el organismo humano por el llamado "mal de páramo".

La otra consecuencia de la disminución del espesor de la columna de aire es el aumento de la radiación solar. Al disminuir el espesor de la capa atmosférica que tienen que atravesar los rayos solares la radiación se hace sentir

con mayor fuerza en la superficie. Durante la noche la falta de una buena capa protectora atmosférica hace que el calor sea irradiado rápidamente, bajando bruscamente la temperatura. En la Granja de Mucuchíes, por ejemplo, la amplitud media entre las máximas y las mínimas llega a 14,5°C en el seco enero. En junio la amplitud es de sólo 10,0°C ya que la humedad atmosférica y la nubosidad, más altas, contribuyen a amortiguar los cambios bruscos de temperatura.

La existencia de valles y alineaciones montañosas explica dos grupos de fenómenos importantes: en primer lugar los vientos de gravedad, las nieblas de irradiación y las inversiones de temperatura y en segundo lugar las brisas de valle y montaña.

Las inversiones de temperatura son las que les han dado su fama más tétrica a los páramos andinos, pues han causado la muerte por frío de más de un viajero desprevenido.

Durante las noches el aire frío se acumula en las cumbres heladas, donde el enfriamiento por irradiación se produce rápidamente, gracias a la falta de una capa atmosférica suficientemente gruesa como para conservar el calor. Ese aire frío es más pesado que el aire más caliente de los valles y por lo regular está acompañado por nieblas producidas por la condensación resultante del aumento brusco de la humedad relativa al bajar la temperatura de la capa atmosférica adyacente a la fría superficie del terreno. Ese meteoro

recibe el nombre de niebla de irradiación. Cuando el enfriamiento de la atmósfera se circunscribe a una capa delgada se forma una niebla baja (altura: 2 metros). A veces, sin embargo, se forma niebla propia con hasta 500 metros de espesor.

Como consecuencia de su mayor peso el aire frío de las cumbres tiende a caer, por gravedad, en los valles, cuya temperatura se torna entonces más fría que la de las laderas vecinas.

Debemos a Codazzi una de las descripciones más vívidas de las inversiones de temperatura y de las nieblas de irradiación y vientos de gravedad que las acompañan:

Dice Codazzi (las observaciones entre paréntesis son nuestras):

"Suele allí (al pié del páramo) decirse que el páramo está bravo si su cumbre se halla envuelta en nubes blancas y negras (nieblas de irradiación), y que se ven correr con una velocidad extraordinaria en direcciones opuestas, o bien formando remolinos que precipitan parte de ellas en las hondonadas inmediatas, y cuando se oye cierto rumor ocasionado por el viento (vientos de gravedad). Estas señales acompañadas de un frío intenso (inversión de temperatura), indican al viajero que es mala la ocasión para intentar el paso de la montaña" (2).

Más adelante se refiere a viajeros que han perecido tratando de atravesar el páramo, que se ha embravecido repentinamente. La expresión pasar el páramo ha quedado en el lenguaje popular como equivalente de morir.

Las brisas de valle y montaña son una consecuencia de los cambios de presión que acompañan a los bruscos

cambios de temperatura en las altas montañas. En consecuencia ocurren más frecuentemente durante la estación seca, que es cuando se producen las oscilaciones térmicas más fuertes entre el día y la noche.

Hemos podido comprobar su existencia únicamente en el valle del Chama, por provenir de la Granja de Mucuchíes los únicos registros termométricos y anemométricos de la región, pero es probable que existan también en las cuencas del Motatán y el Santo Domingo. (*) La falta de registros barométricos nos ha impedido dar una interpretación más segura del fenómeno en consideración.

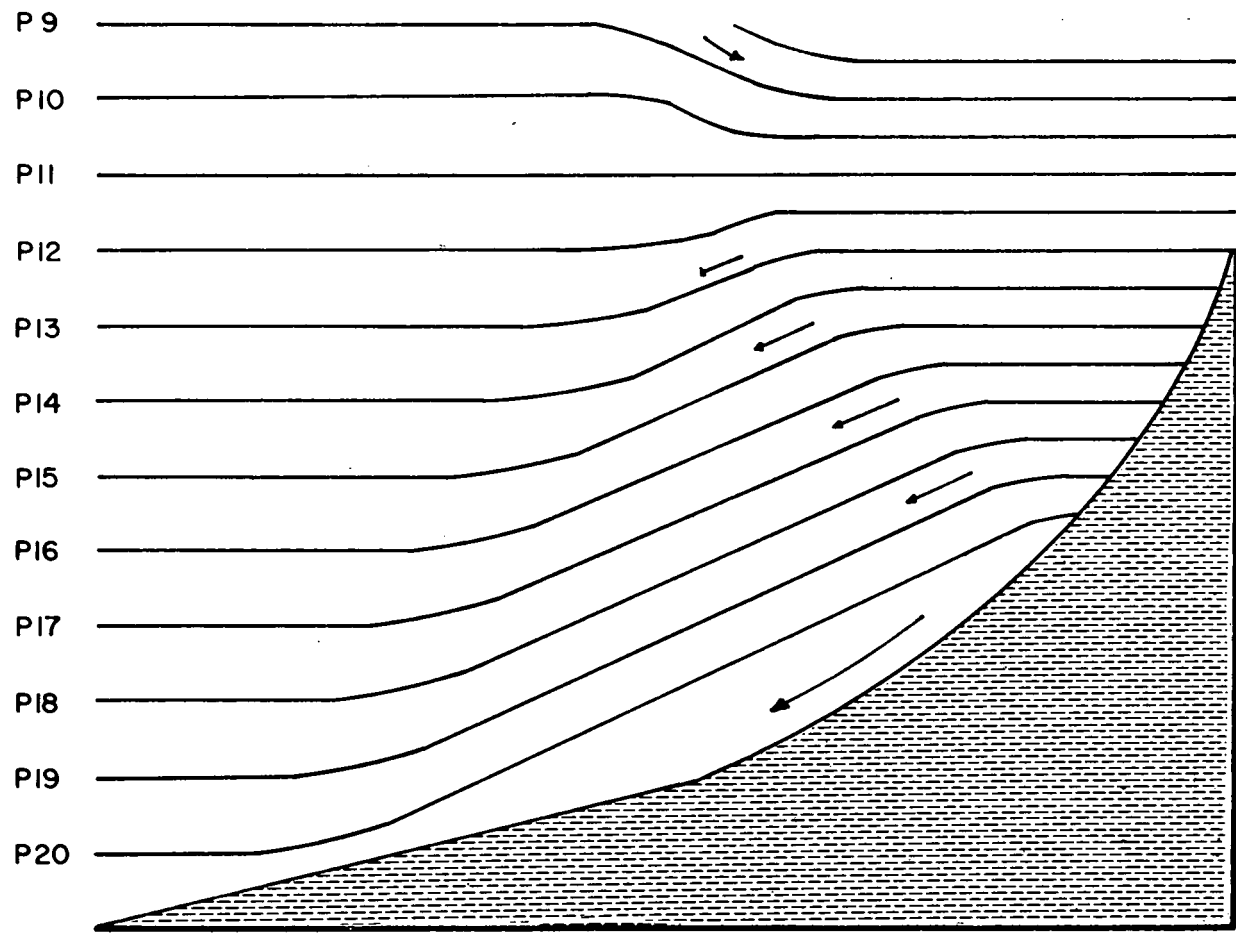
Las figuras Nos. 1 y 2 explican gráficamente el mecanismo de las brisas de montaña y valle, respectivamente. Como no disponemos de datos de presión suficientemente seguros hemos diseñado unas isóbaras supuestas, donde los valores más bajos y más altos representan respectivamente las presiones más bajas y más altas.

Estas figuras representan una situación ideal y no deben tomarse como una indicación de que las brisas de montaña y de valle lleguen hasta Mérida, cuyos vientos no

(*) Hueck, en su trabajo, Los bosques de Polylepis sericea en Los Andes Venezolanos dice: "Durante la mañana los vientos soplan de las montañas andinas hacia los valles, en la tarde soplan en sentido contrario". (p. 12).

07:30
BRISAS
DE
MONTAÑA
(NE ó NW)
ENERO

Isóbaras supuestas



P8
P9
P10
P11
P12

Mucuchies - 2.980 m.
3,6 °C
MUY FRIO POR ENFRIA-
MIENTO BRUSCO.-

Mérida - 1.623 m.
18,2 °C
RELATIVAMENTE
CALIDO.-

Gradiente Térmico
14,6 °C

Fig. Nº 1

hemos estudiado. En todo caso, a falta de datos termométricos en otros puntos de la cuenca del Chama, hemos tenido que ocurrir a los de Mérida. (**).

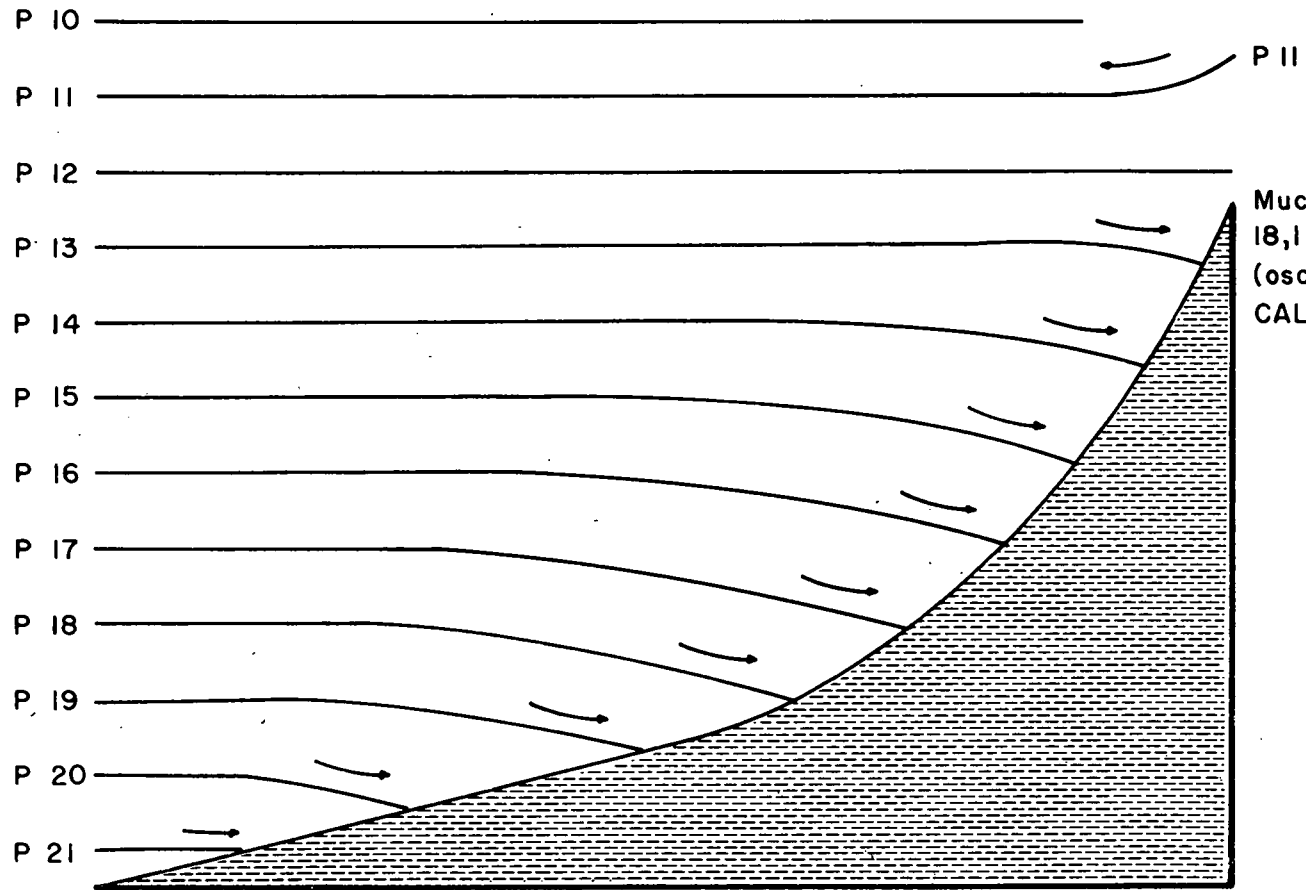
La figura N° 1 representa la situación a las 07:30 (7 y 30 AM). El enfriamiento brusco de la atmósfera en las altas montañas ha hecho bajar el termómetro de una máxima de 18,1°C a una mínima 3,6°C. Como consecuencia de ese enfriamiento el aire se ha tornado muy pesado (las isóbaras se levantan y se acercan entre sí). En las tierras bajas el enfriamiento no ha sido brusco (de 27,0°C a 18,2°C, una oscilación de 8,8°C contra 14,5°C en la alta montaña) y las isóbaras se mantienen más separadas. En esas condiciones el aire de las montañas drena hacia los valles bajo la forma de vientos del NE (o, en menor grado, del NW) que son los que predominan en los registros de esa hora (***) .

(**) Observaciones personales del autor han permitido comprobar que las brisas de valle y montaña sí llegan hasta Mérida. Los valores han sido tomados de los Datos Detallados de Climatología de Venezuela, de Epifanio González.

(***) El autor ha podido observar en Mérida brisas de montaña hasta las 08:30 (8 y 30 AM). A las 06:30 soplan con bastante constancia.

16:30
BRISAS
DE
VALLE
(SW ó SE)
ENERO

Isóbaras supuestas



Mérida - 1.623 m.
27,0 °C
(oscilación: 8,8 °C)

Mucuchies - 2.980 m.
18,1 °C
(oscilación: 14,5 °C)
CALENTAMIENTO BRUSCO

Gradiente Térmico
8,9 °C

Fig. Nº 2

CALENTAMIENTO LENTO

las alineaciones montañosas en un sentido transversal a la orientación topográfica dominante (la cual es una consecuencia de la estructura geológica)

El corte de las resistentes rocas ígneas y metamórficas, que constituyen el núcleo de esas alineaciones, obliga a los ríos a realizar un gran esfuerzo para profundizar el valle quedando la acción de ensanchamiento relegada a un plano muy secundario. En consecuencia, el paso de los ríos a través de las alineaciones montañosas está caracterizado por gargantas o cañones profundos, como el del Chama o el del Santo Domingo.

Desde el punto de vista climático esas gargantas o cañones constituyen la vía a través de la cual entran al interior de Los Andes la humedad y los vientos.

Al Alto Santo Domingo los vientos llegan después de un recorrido relativamente corto. Gran parte de la humedad se condensa y precipita entre Barinitas y Altamira. Sin embargo, el aire que llega hasta el Alto Santo Domingo (Mitisús, Santo Domingo) es aún suficientemente húmedo para producir precipitaciones abundantes.

Aunque no disponemos de registros de vientos en la cuenca del Santo Domingo, no hay duda de que, como dice Castillo, "los vientos dominantes siguen la dirección del cañón SE-NO y no llegan a alcanzar grandes velocidades

debido a la configuración del mismo" (3).

Esa situación tiene necesariamente que modificarse al chocar los vientos con la sierra de Trujillo. Es probable, como señalábamos más arriba, que parte del aire del Santo Domingo atraviesa el páramo de Pueblo Llano y penetra en la cuenca del Alto Motatán.

La mayor parte del aire sin embargo se desplaza hacia el SW para penetrar en el valle del Chama en la forma de vientos húmedos del NE, que son los dominantes durante la parte del año en que no soplan las brisas de valle, de dirección opuesta.

En el Chama los vientos que penetran por el cañón se ven obligados a tomar la orientación del valle, llegando a Mérida en la forma de vientos del SW. En el Alto Chama su influencia es poco sensible, aunque probablemente contribuyen a reforzar las brisas de valle en el invierno. En efecto, entre enero y abril es cuando soplan con más fuerza los alisios en la cuenca del Lago de Maracaibo y ese fenómeno se hace sentir en la cuenca del Chama (*).

Más problemático, por falta de datos, es seguir el desplazamiento del aire en la cuenca del Motatán. Más

(*) Los vientos del SW soplan con más fuerza entre las 11,30 y las 14:00 horas, en Lagunillas. En cambio las brisas de valle en la Granja de Mucuchíes son más notables después de esa última hora. Son más frecuentes a las 16:30 que a las 13:30.

prudente es esperar la recopilación de datos hasta ahora inexistentes para poder hablar con cierta seguridad.

II.- LAS ESTACIONES;-

Las cuencas altas de los ríos Santo Domingo, Chama y Motatán presentan dos estaciones bien definidas: una seca y fría y otra lluviosa y fresca. La primera se extiende de diciembre a marzo y la segunda de agosto a octubre. Noviembre presenta características de transición.

La estación seca y fría se caracteriza por precipitación baja y evaporación alta (la evaporación potencial es mayor que la precipitación), temperaturas medias bajas (máximas altas y mínimas muy bajas), alta velocidad de los vientos, uno o varios días con helada y humedad relativa baja.

La estación lluviosa y fresca se caracteriza por precipitación alta y evaporación baja (la evaporación potencial es menor que la precipitación), temperaturas medias algo más altas que en la estación anterior (máximas más bajas que en la estación anterior, mínimas considerablemente más altas), velocidad de los vientos algo más baja en el caso anterior, heladas excepcionales y humedad relativa alta.

El cuadro N° 1 nos presenta cuantitativamente las características de cada estación en la Granja de Mucuchíes, a la que utilizamos como estación meteorológica tipo.

CUADRO N° 1

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES CLIMATICAS EN LA GRANJA DE MUCUCHIES (MAC)

Datos Climáticos Mensuales	Estación Seca y Fría	Estación Lluviosa y fresca	Transición
Meses	D E F M	A M J J A S O	N
Precipitación (mm)	Menos de 30	Más de 65	30,1
Evaporación (mm)	Más de 70	Menos de 65 (excepto mayo)	49,4
Relación P/E	Menos de 1	Más de 1	Menos de 1
Temperatura media (°C)	Igual a menos de 11,5 (excepto mayo).	Más de 11,5 (Excepto junio)	11,5
Temperatura máxima(°C)	Más de 18	Menos de 18	17,8
Temperatura mínima (°C)	Igual o menos de 5,0	Igual o menos de 6,0	5,1
Velocidad media de los vientos (m/sec)	Igual o más de 5,5	Igual o menos de 5,5 (excepto julio)	4,8
Relación vientos del NE-vientos del SE	Vientos del NE menos frecuentes que los SW	Vientos del NE más frecuentes que los SW (excepto abril)	Vientos del NE menos frecuentes que los del SW
Porcentaje de los vientos del SW	Más de 45%	Menos de 45%	Más de 45%
Humedad relativa (%)	Menos de 65	Más de 70	67,9
N°. de días con helada	Más de 1	Menos de 1	0,4
N°. de días con tormenta	Menos de 0,2	Igual o más de 0,2	0,2

III.- REGIONES CLIMATICAS.-

1.- El Páramo.-

Ocupa las montañas por encima de 3.500 metros. La temperatura media del mes más cálido (mayo) está por debajo de 10°C. Durante la estación seca ocurren frecuentes heladas nocturnas y durante la lluviosa la nieve cae algunas veces.

En su estudio sobre Los bosques de Polylepsis sericea en los Andes Venezolanos, el fitogeógrafo Hueck suministra algunas informaciones sobre las heladas en el páramo: "en altitudes de 3.600 metros podemos contar regularmente con heladas todos los meses. En esta altitud las heladas penetran en el suelo hasta 3-4 cm. durante las noches y forman pequeñas agujas de hielo dispuestas en forma vertical inmediatamente debajo de la superficie. La formación de escarcha es frecuente pero desaparece, como la nieve, rápidamente durante las primeras horas del día (4).

Como consecuencia de la altitud la radiación solar es muy fuerte. Las oscilaciones termométricas entre la máxima diurna y la mínima nocturna son muy fuertes, especialmente durante la estación seca.

La presión es muy baja. Los habitantes de las tierras bajas que suben a estas regiones a veces se ven afectados por la rarefacción atmosférica y sufren mareos.

Contrariamente a lo que se cree el páramo no es una región seca: sólo cuatro meses (diciembre-marzo) presentan precipitaciones inferiores a 30 milímetros y las medias anuales son superiores a las de la región triguera del Alto Chama. Tan sólo más arriba de 4.000 metros (según Hueck) existe un clima considerablemente seco.

El páramo de Mucuchíes presenta un régimen pluviométrico que denota la influencia del clima del valle del Santo Domingo, con un sólo máximo de precipitación en junio.

El clima del páramo puede ser incluido dentro de la clasificación ET, donde:

E: temperatura media del mes más cálido por debajo de 10°C.

T: mes más caliente entre 0°C y 10°C.

2.- ALTO MOTATAN.-

El clima del Alto Motatán (2000-3.500 metros) presenta temperaturas medias del mes más frío inferiores a 18°C. Las heladas nocturnas son ocasionales en las partes más bajas y algo más frecuentes en las más altas. La nieve cae muy ocasionalmente durante la estación lluviosa.

La radiación solar es fuerte y las oscilaciones termométricas entre la máxima diurna y la mínima nocturna son considerables, especialmente durante la estación seca.

El clima del Alto Motatán es algo más húmedo que el del Alto Chama. En el primero las lluvias anuales

CUADRO N° 2
PRECIPITACION EN EL PARAMO DE MUCUCHIYES (mm)

(Período 1942-1956, 14 años completos)

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep	Octu.	Nov.	Dic.	Anual
11,3	8,6	21,7	84,7	113,2	133,5	131,8	98,1	67,2	63,6	31,9	13,9	779,0

CUADRO N° 3
PRECIPITACION EN EL ALTO MOTATAN (mm)

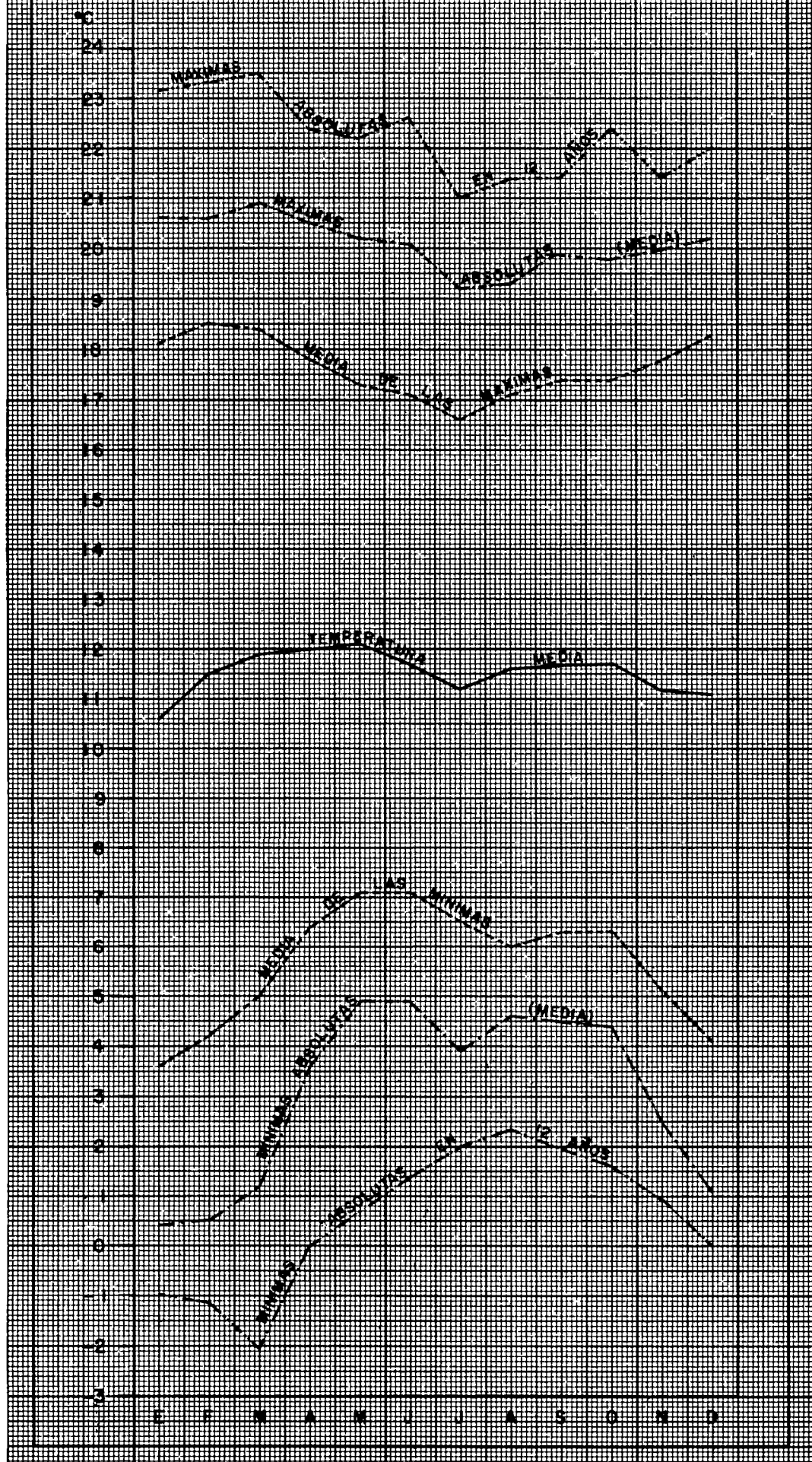
ESTACION	PERIODO	AÑOS COM- PLETOS	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	ANUAL
CHACHOPO-MOP.	1941-46 1955-56	6	28,1	11,7	92,1	117,0	140,1	119,4	100,3	68,0	105,7	123,8	86,2	20,8	1013,2
TIMOTES-MOP.	1941-49 1954-57	8	23,1	14,4	41,7	139,7	132,7	107,9	83,6	82,9	71,2	152,5	85,0	30,7	965,4
LA MESA DE ESNUJAQUE	1.941-57	12	12,4	16,4	17,9	91,5	93,4	53,7	56,9	59,8	65,3	91,4	55,3	19,6	633,6

CUADRO N° 4
PRECIPITACION EN EL ALTO CHAMA (mm)

ESTACION	PERIODO	AÑOS COM- PLETOS	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	ANUAL
Sán Rafael de Mucuchíes	1949-56	7	12,7	14,1	23,1	62,0	109,3	90,4	103,9	87,9	79,1	74,9	30,7	9,3	697,4
Granja de Mucuchíes	1941-57	15	6,9	11,7	21,2	79,8	105,8	97,4	103,6	84,1	69,3	66,3	30,1	10,1	688,4
Mucuchíes	1948-56	3	11,7	21,0	33,7	86,7	94,0	61,3	72,7	48,0	97,3	93,3	35,0	8,0	662,7

Fig. N° 3

GRANJA DE MUCHICHES (TEMPERATURA)



son superiores a 900 milímetros y en el segundo son inferiores a esa cifra.

La estación seca comprende diciembre, enero y febrero o sólo enero y febrero. En este último caso, que es el de Timotes, el clima se aproxima al más húmedo de la cuenca del Santo Domingo.

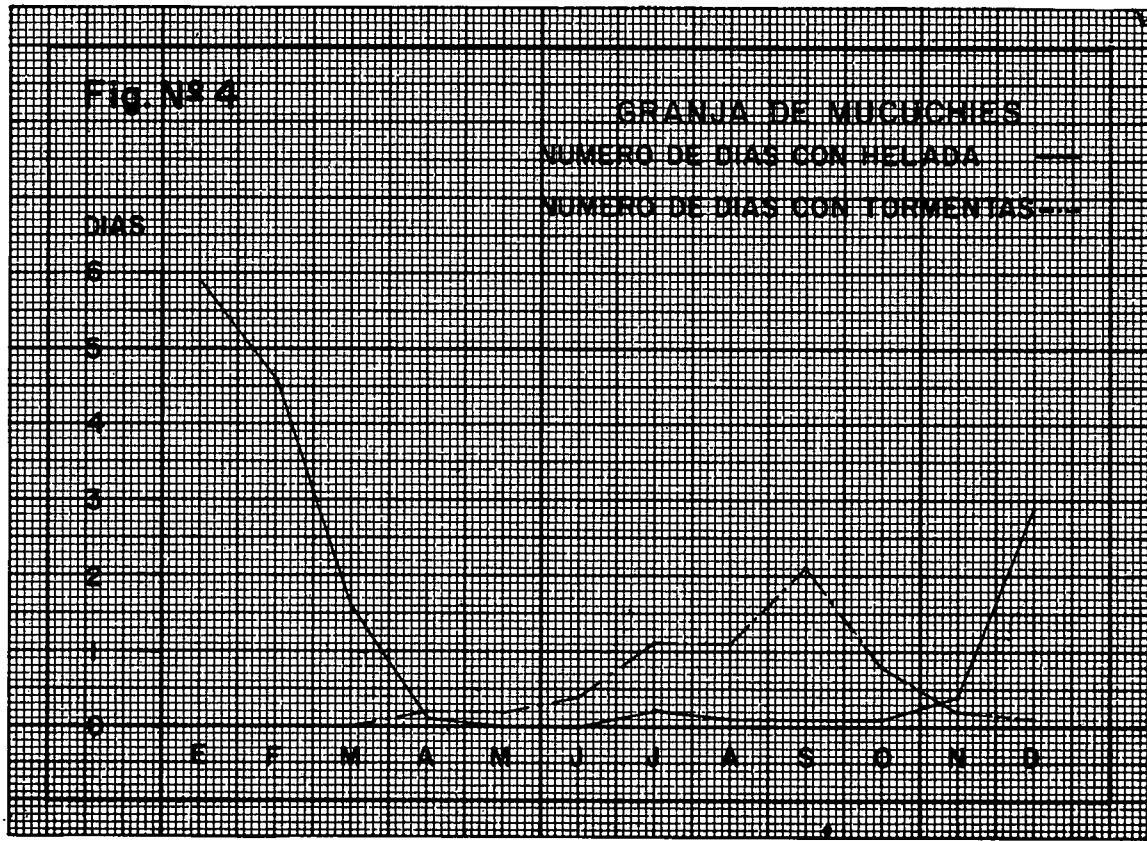
La estación lluviosa se extiende entre marzo y noviembre (y aún alcanza a diciembre) y presenta dos "picos" pluviométricos uno en abril o mayo y otro en octubre. Esta es otra diferencia con el clima del Alto Chama donde los "picos" pluviométricos ocurren en mayo y julio, notándose en el segundo "pico" la influencia del clima del Santo Domingo.

El clima del Alto Motatán puede ser clasificado en su mayor parte dentro del tipo Cww' (w'')bin' de Köppen, donde:

- C: Temperatura media del mes más frío entre 18°C y 3°C.
- w: Mes de mayor precipitación en verano; tiene 10 veces más que el más seco de invierno.
- w': La estación lluviosa llega hasta el otoño.
- w'': Dos períodos secos y dos lluviosos (w'' está entre paréntesis porque la disminución de la precipitación entre los máximos de primavera y otoño no llega a constituir una sequía verdadera).
- b: Mes más cálido bajo 22°C, pero al menos cuatro meses sobre 10°C.

FIG. Nº 4

GRANJA DE MUCUCHIES
NUMERO DE DIAS CON HELADA ———
NUMERO DE DIAS CON TORMENTAS - - - -



i: Oscilación entre la temperatura media del mes más cálido y la del mes más frío inferior a 5°C.

n': Poca niebla pero alta humedad. Verano bajo 24°C.

Algunas secciones del Alto Motatán, entre Timotes y el páramo del Pueblo Llano quizás presenten más bien un clima del tipo C m (ww'w") bin' de Köppen, donde:

m: Estación seca corta dentro de un régimen de altas precipitaciones anuales.

3.- ALTO CHAMA.-

El Alto Chama constituye la región climática con relación a la cual podemos referirnos con mayor seguridad por ser la única donde ha funcionado (con una lamentable interrupción después de 1.958) una estación meteorológica durante varios años: la de la Granja de Mucuchíes, situada en La Toma, entre Mucuchíes y San Rafael (*) y perteneciente al Ministerio de Agricultura y Cría.

El Alto Chama (2.500-3.500 metros de altitud, aproximadamente) presenta temperaturas medias del mes más frío inferiores a 18°C y superiores a 9°C (Fig. N° 3).

(*) Long. W 70°55'29"; Lat. N° 8 44'52"; Alt. 2980 m.s.n.m.

Fig. Nº5

GRANJA DE MUCUCHES

Velocidad del viento, m/sac
Porcentaje de vientos del N.E.
Porcentaje de vientos del S.W.

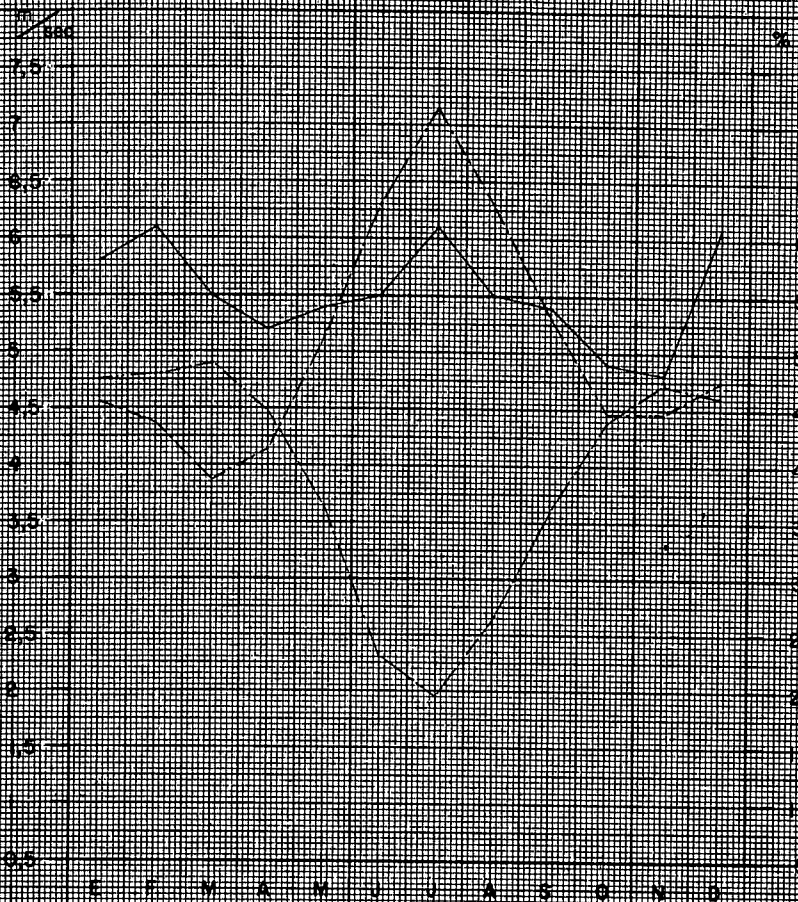
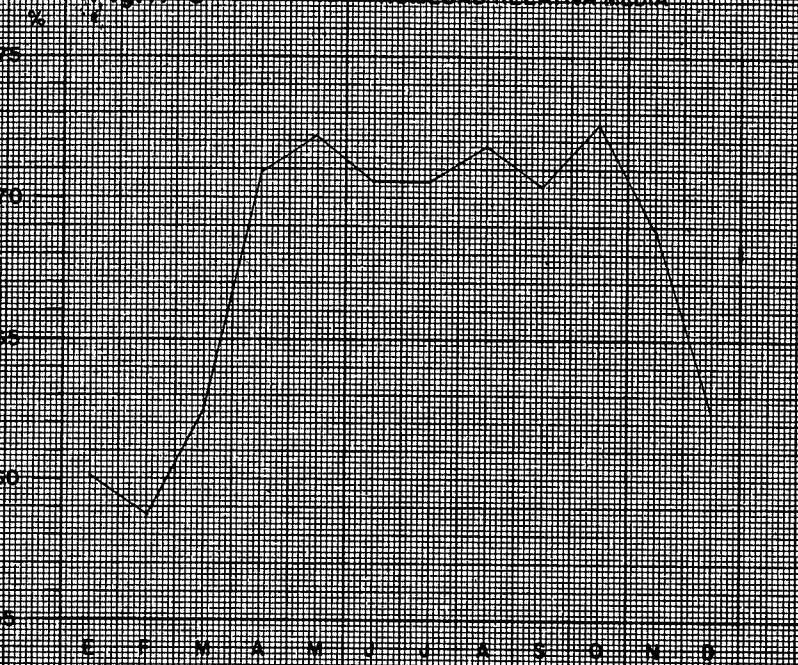


Fig. Nº6

GRANJA DE MUCUCHES
HUMEDAD RELATIVA MEDIA



CUADRO N° 5

TEMPERATURAS EN LA GRANJA DE MUCUCHIES

(°C)

	Período	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media Anual	Amplitud Anual
Máxima absoluta registrada	1943-58	23,2	23,4	24,0	22,4	22,2	22,6	21,0	21,0	21,4	22,4	21,4	22,0	-	3,0
Máxima absoluta media	1943-58	20,6	20,6	20,9	20,5	20,2	20,1	19,2	19,3	19,9	19,8	20,0	20,2	-	1,4
Media de las Máximas	1943-58	18,1	18,5	18,4	17,8	17,3	17,1	16,6	17,1	17,4	17,4	17,8	18,3	-	1,9
Media	1941-58	10,6	11,5	11,9	12,0	12,1	11,7	11,2	11,6	11,7	11,7	11,2	11,1	11,5	1,5
Media de las mínimas	1943-58	3,6	4,2	5,0	6,4	7,1	7,1	6,5	6,0	6,3	6,3	5,1	4,1	-	3,5
Mínima absoluta media	1943-58	0,4	0,5	1,2	3,6	4,9	4,9	3,9	4,6	4,5	4,4	2,5	1,1	-	4,5
Mínima absoluta registrada	1943-58	- 1,0	- 1,2	- 2,0	0,0	2,0	1,6	2,0	2,4	2,0	1,6	1,0	0,0	-	4,4
Amplitud media	1943-58	14,5	14,3	13,4	11,4	10,2	10,0	10,1	11,1	11,1	11,1	12,7	14,2	-	-

FIG. Nº 7

GRANJA DE MIGUCHES
PRECIPITACION Y EVAPORACION

m.m.

110

105

100

95

90

85

80

75

70

65

60

55

50

45

40

35

30

25

20

15

10

5

0

E F M A M J J A S O N D

ESTACION SECA

ESTACION LUVIOSA P.P.E

SEC

PRECIPITACION

EVAPORACION



La estación seca y fría se extiende entre diciembre y marzo, la lluviosa y fresca entre abril y octubre; noviembre se presenta como un mes de transición.

La estación seca se caracteriza, en primer lugar, por temperaturas medias bajas y por contrastes fuertes entre las máximas diurnas y las mínimas nocturnas (amplitud térmica: $14,5^{\circ}\text{C}$ en la Granja de Mucuchíes, en enero; Fig. N° 3). Ello se debe a la prolongada insolación durante los despejados meses del invierno, en la atmósfera rarefacta de estas regiones. En la noche el calor es irradiado rápidamente y la temperatura desciende con brusquedad. El enfriamiento es más rápido en los suelos que en la atmósfera por lo que el agua se congela sobre aquéllos, produciéndose las heladas. Durante los cuatro meses de la estación seca y fría ocurren 15 heladas como media en la Granja de Mucuchíes (Fig. N° 4), aunque es de señalarse que es probable que gran parte de esas heladas sean debidas a inversiones de temperatura y vientos de gravedad más bien que a irradiación del calor.

Al aumentar la humedad relativa aumentan la nubosidad y la precipitación y disminuye el número de horas de insolación (*). Al disminuir la insolación, la radia-

(*) Aunque no hay registros sobre nubosidad e insolación se supone que ocurre así.

CUADRO N° 6

PORCENTAJE DE LAS DIRECCIONES DEL VIENTO EN LA GRANJA DE MUCUCHIES
(Medias 1.943-58)

Dirección	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Novi.	Dic.	Anual
N	0,1	1,3	4,6	0,6	1,0	0,6	0,4	0,7	0,2	0,3	0	0,1	0,8
NE	45,4	43,8	38,9	41,7	51,7	65,5	71,5	62,9	53,4	44,8	45,0	47,4	50,2
E	0,5	0,2	0,4	0,5	0,8	0,3	0,1	0	0,1	0,3	0	0	0,3
SE.	0,8	1,3	1,0	5,2	1,1	4,5	3,1	3,7	3,2	2,0	0,7	1,4	2,3
S	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,3	0,1	0,1	0,1	0	0,1
SW.	47,6	48,2	49,0	44,7	36,4	22,9	19,5	26,3	36,2	43,8	47,4	46,2	39,9
W.	2,1	1,0	0,9	1,7	1,5	0,6	1,1	0,8	0,1	0,5	0,4	0	0,9
NW.	3,5	4,2	5,2	5,5	7,5	5,5	4,3	5,3	6,7	8,2	6,4	4,9	5,5

CUADRO N° 7

DATOS CLIMATOLOGICOS DE LA GRANJA DE MUCUCHIES

FENOMENO	PERIODO	AÑOS COM- PLETOS	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual	
															Total	Media
Precipitación (mm)	1441-57	15	6,9	11,7	21,2	79,8	105,8	97,4	103,8	84,1	69,3	68,3	30,1	10,0	688,4	-
Evaporación (mm)	1942-51	5	81,7	73,4	82,6	62,2	72,5	46,4	52,4	47,6	50,9	46,1	49,4	75,9	741,0	-
Relación P/E.	-	-	0,1	0,2	0,3	1,3	1,5	2,1	2,0	1,8	1,4	1,5	0,6	0,1	0,93	-
Temperatura (m/sec)	1941-58 1943-46	12	10,6	10,5	11,9	12,1	12,1	11,7	11,2	11,6	11,7	11,7	11,2	11,1	-	11,3
Velocidad del viento	1948-54	10	5,8	6,1	5,5	5,2	5,4	5,5	6,1	5,5	5,4	5,9	4,8	6,1	-	5,5
Humedad relativa	1941-58	13	60,1	58,7	62,4	70,9	72,2	70,6	70,6	70,9	70,4	72,6	67,9	62,5	-	67,6
Días con helada (N°)	1944-58	10	5,9	4,6	1,6	0,1	0	0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	2,9	16,0	-
Días con tormenta (N°)	1944-58	11	0	0	0	0,2	0,2	0,4	1,1	1,1	2,1	0,8	0,2	0,1	6,2	-

ción solar diurna, que causa las altas temperaturas, es menos sensible. El enfriamiento nocturno es menos rápido pues el vapor de agua (presente en cantidades mayores como puede comprobarse por el brusco aumento de la humedad relativa) absorbe parte del calor que se pierde por radiación y, en consecuencia, son menos sensibles los contrastes entre las máximas diurnas y las mínimas nocturnas (Fig. N° 3).

La altura del sol sobre el horizonte alcanza en esas latitudes un máximo (90°) a fines de abril y fines de octubre. Abril, mayo y octubre deberían, por ser las estaciones en que los rayos solares atraviesan la atmósfera recorriendo una distancia menor, presentar temperaturas máximas más altas que las de diciembre. Sin embargo, por las razones anotadas más arriba, no ocurre así. Las mínimas sí son más altas en esos meses, en lo que, por otra parte, ocurren máximas en la humedad relativa y la precipitación y mínimas en la evaporación.

Puesto que la disminución de las máximas en la estación fresca y lluviosa es menos fuerte que el aumento de las mínimas, las medias son un poco más altas que en la estación anterior (Fig. N° 3)

Al hacerse menos bruscos los cambios entre las mínimas y las máximas cesa de funcionar el mecanismo de brisas de valle y montaña. Las brisas de valle (vientos

del SW; Fig. N° 5) se hacen cada vez menos frecuentes y los vientos del NE (provenientes del valle del Santo Domingo) se hacen dominantes.

Dentro de la estación lluviosa observamos dos fases, separadas por el mes de julio. En ese mes la evaporación es, en efecto, más alta que en julio y agosto. La temperatura media es inferior a $11,6^{\circ}\text{C}$, a diferencia de los otros meses de la estación, con temperaturas más altas. La velocidad del viento aumenta y la humedad relativa igual a la de junio, es más baja que la de mayo y agosto.

En mayo o junio y en septiembre u octubre ocurren las máximas (principal y secundaria) de temperatura y humedad relativa y las mínimas de evaporación.

La precipitación máxima ocurre en mayo, pero la máxima secundaria no ocurre en octubre sino en julio, lo cual es una influencia del clima del Santo Domingo.

Algunos días con tormenta que ocurren ocasionalmente se presentan de preferencia en la segunda fase de la estación lluviosa (Fig. N° 4). Las heladas no llegan a ocurrir en esta estación sino muy excepcionalmente.

El clima del Alto Chama puede ser clasificado en su mayor parte dentro del tipo C ww' (w") bign' de Köppen donde:

g: el mes más caluroso en la primavera. Las otras letras han sido explicadas al describir el clima del Alto Motatán.

El clima del Alto Chama es semejante al del Alto Motatán, siendo el primero algo más seco que el segundo. La vegetación natural de la mayor parte de esa área fué, en su mayor parte, el matorral andino. Los cultivos principales son el trigo de primavera y las papas, excepto en las partes bajas del Alto Motatán, (menos de 2.500 metros) donde el cultivo predominante es el maíz.

4.- ALTO SANTO DOMINGO.-

El Alto Santo Domingo (2.000-3.500 metros de altitud) presenta temperaturas medias del mes más frío inferiores a 18°C y superiores a 9°C. A juzgar por su mayor humedad es de presumirse que el número de heladas invernales sea menor y el número de días con nieve sea mayor que en altitudes similares en las cuencas de los ríos Motatán y Chama.

Por la misma razón es de presumirse que las oscilaciones entre la máxima diurna y la mínima nocturna sean menores que en las cuencas citadas.

Las consideraciones anteriores permanecerán siendo simples suposiciones, sin embargo, hasta que se establezcan estaciones meteorológicas en esa cuenca, pues hasta ahora sólo existen pluviométricos. Si así se hiciese sería posible aclarar muchos fenómenos climáticos de las cuencas ve-

CUADRO N° 8

PRECIPITACIONES EN EL ALTO SANTO DOMINGO (mm)

ESTACION	PERIODO	AÑOS COMPLETOS	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Mltisús (Campamento	1948-53	5	21,3	29,8	14,8	159,6	225,6	306,2	285,2	220,0	144,3	152,0	93,2	40,7	1692,7
	1955-56														
Santo Domingo	1950-56	6	20,6	25,4	33,6	177,8	208,2	269,3	239,0	190,2	144,0	132,5	62,5	17,7	1520,8

CUADRO N° 9

PRECIPITACION EN ALTAMIRA (MEDIO SANTO DOMINGO (mm)

PERIODO 1.951-1954

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
45,7	37,3	59,0	231,7	314,0	364,0	472,0	382,0	284,0	212,0	126,7	37,7	2566,1

6.- SELVA NUBLADA DEL CHAMA.-

El valle del Chama por debajo de 2.500 metros (hasta 2.000 o poco menos) presenta un clima de altas precipitaciones (más de 900 mm) distribuidas durante todo el año (ningún mes con menos de 30 mm), aunque concentrándose en los meses que van de abril a noviembre, nieblas frecuentes y temperaturas frescas (inferiores a 18°C en el mes más cálido y superiores a 14°C en el más fresco).

Las precipitaciones más bajas ocurren entre enero y marzo, las más altas en mayo y octubre, aunque en las partes más altas de esta faja puede ocurrir una tercera máxima, por influencia del clima del Santo Domingo, en julio (Mucurubá, MOP).

El clima de esta región, correspondiente a la vegetación de selva nublada (vegetación higrófila mesotérmica, montaña alta) puede ser clasificado dentro del tipo Cf (ww¹w²) bin de Köppen, donde:

f: ningún mes con menos de 30 mm de precipitación,

(w) y (w²): no indican meses con más de 10 veces más precipitación que el mes más seco de invierno (por eso aparecen entre paréntesis) sino la época en que ocurren las precipitaciones mínimas (w= el invierno) y el hecho de que entre la máxima de primavera (mayo) y la de otoño (octubre) ocurre una mínima secundaria (w²).

n: nieblas frecuentes.

El clima de la selva nublada corresponde a una faja del maíz de crecimiento lento en la cuenca del Chama.

CUADRO N° 10

PRECIPITACION EN LA SELVA NUBLADA DEL CHAMA (mm)

ESTACION	PERIODO	AÑOS COM- PLETOS	AÑOS												Anual
			Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Mucurubá-MOP.	1948-56	7	34,9	37,0	46,4	107,4	134,0	77,5	92,6	90,4	80,6	133,5	62,4	31,8	932,5
Mucurubá- MAC.	1948-56	6	40,7	49,3	50,7	128,5	141,6	71,4	71,3	96,8	94,5	142,0	82,5	34,3	1003,6
La Mucuy	1952-54	2	30,0	75,3	64,0	316,0	323,3	177,0	175,	121,7	171,0	271,3	188,7	126,3	2039,6
Tabay	1948-56	6	47,0	67,5	57,6	149,3	221,4	152,9	129,1	134,9	162,0	233,3	180,3	105,6	1640,8

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

IV.- CLIMA, RELIEVE, VEGETACION Y USO DE LA TIERRA.-

Cada uno de los climas descritos anteriormente se presenta en estrecha asociación con características geomorfológicas y fitogeográficas, constituyendo un paisaje natural bien definido.

En el páramo, por ejemplo, dominan las formas de relieve resultantes del modelado del terreno por los glaciares de la segunda glaciación andina. Los suelos son muy pedregosos en las partes donde predominan los depósitos de morrenas glaciales, mientras que en otras partes afloran las rocas desnudas como un resultado de la meteorización física fuerte en los nevados o de la corrosión por las piedras que arrastraban los glaciares en su fondo. Sobre los suelos (frecuentemente turbosos por acumulación de restos orgánicos que no llegaron a descomponerse totalmente, gracias al clima frío) crece la vegetación paramera, caracterizada por prados sobre los que se levantan pequeños arbustos de flores vistosas y sistema radical robusto. (*)

(*) Sobre el particular dice Hueck: "Es de suponer que para el desarrollo satisfactorio de todas las plantas existentes en los páramos, el sistema radical es suficientemente robusto para resistir los esfuerzos causados por la helada y la descongelación que diariamente ocurren en el suelo, que pueden destruir fácilmente los delicados extremos de las raíces y los pelos absorbentes" (5).

En los valles altos de clima mesotérmico predominan las formas resultantes del modelado del terreno por la primera glaciación andina. Los suelos son, en general, pedregosos por acumulación de "till" glacial y los valles en forma de U (formados por los glaciares) presentan vertientes cóncavas cuya pendiente se hace más fuerte en las partes más altas que en las bajas. En los niveles inferiores (Timotes, Las Piedras, Mitisís, etc) encontramos grandes depósitos pedregosos de origen fluvioglacial (materiales arrastrados por los glaciares y reunidos por las aguas que se fundían al terminar la lengua glaciaria).

En las áreas de clima con estación seca la vegetación natural dominante es el matorral andino, que en parte ha sido desplazado hoy por cultivos y pastos. En las áreas más húmedas la vegetación es una selva como la que encontramos en La Mucuy.

Esos tipos de vegetación crecen como un resultado de características climáticas bien definidas y protegen a los suelos en que crecen.

Los prados del páramo constituyen una protección para los suelos de las altas montañas. El matorral andino protege las vertientes de los altos valles contra la erosión por las aguas superficiales. La selva juega un papel similar en las tierras que se extienden más abajo de Mucurubá.

Sin embargo, al venir el hombre se producen cambios en la cobertura vegetal que terminan con la protección que la vegetación natural proporciona a las vertientes.

La selva es sustituida por cultivos de maíz que dejan al descubierto grandes extensiones por las que se escurren las aguas superficiales. El escurrimiento superficial es facilitado por el hecho de que los terrenos son arados en el sentido de la pendiente.

El matorral andino es sustituido por cultivos de maíz (en las partes bajas), papas, trigo de primavera y cebada. Las fuertes pendientes de los valles en U son aradas y cuando vienen las lluvias, las tierras, insuficientemente protegidas por el trigo y la cebada (las papas se cultivan en general, en terrenos más planos) son removidas por la erosión laminar (*). Más adelante se forman surcos y cárcavas que inutilizan las tierras de labranza y concentran el arrastre de sedimentos, los cuales pasan a acumularse en las tierras bajas.

Tan sólo en el páramo el uso de la tierra se ha reducido a una ganadería extensiva que no ha destruido la co-

(*) El factor que ha impedido que la erosión, ya muy grave haya sido más severa, es la pedregosidad de los suelos ya que las piedras son factor de protección.

bertura vegetal del prado protector.

La ruptura del equilibrio entre el clima, el relieve y la vegetación y la aceleración de la erosión de los suelos por el mal uso de la tierra serán aspectos que consideramos en trabajos sucesivos sobre la geografía de la región de las cuencas altas de los ríos Chama, Motatán y Santo Domingo.

V.- REFERENCIAS.-

- (1) VILA, M.A.- Los meses-punta pluviométricos en Venezuela. Caracas, 1.959.
- (2) CODAZZI, A.- Resumen de la Geografía de Venezuela. Caracas, 1.940. P. 68.
- (3) CASTILLO, J.B.- Informe sobre las condiciones de la cuenca del río Santo Domingo, etc. Caracas, 1.953. P.6.
- (4) HUECK, K.- Los bosques de Polylepis sericea en los Andes Venezolanos. Mérida, 1.953, P.9.
- (5) Idem, idem.

VI.- BIBLIOGRAFIA:

- 1.- CASTILLO, Juan Bautista.- "El cultivo del trigo en las cabeceras del río Chama," Estado Mérida.- Proyecto de trabajo N° 225-41. MAC. Dirección Forestal, División de Conservación de Suelos, Caracas, 1.953. 26 P. Fotos y mapas. Mimeo.
- 2.- CASTILLO, Juan Bautista.- Informe sobre las condiciones de la cuenca del río Santo Domingo y sobre las características del medio en que se reubicarán campesinos en,

- el Estado Barinas. MAC. Dirección Forestal, División de Conservación de Suelos. Caracas, 1.953. 47 p. Fotos y mapas. Mimeo.
- 3.- CODAZZI, Agustín.- Resumen de la Geografía de Venezuela - Venezuela en 1.841. Tomo I.- Geografía Física. Biblioteca Venezolana de Cultura. Caracas. 1.940. 302 p.
 - 4.- GONZALEZ, Epifanio.- Datos Detallados de Climatología de Venezuela. Public. de la División de Malariología. M.S.A.S. Caracas, 1.948. 639 p.
 - 5.- HUECK, Kurt.- Los bosques de Polylepis sericea en los Andes Venezolanos. Bolet. N° 6. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Mérida. Jun. 1.960.
 - 6.- ROYO Y GOMEZ, José.- Cuaternario de Venezuela- En el Léxico Estratigráfico de Venezuela.- Caracas, 1.956. (Glaciarismo en las p. 201-202).
 - 7.- VILA, Marco Aurelio.- Los meses-punta pluviométricos en Venezuela. Cuadernos de Información Económica. Corporación Venezolana de Fomento. Año XI-N° 2. Caracas, marzo-abril 1.959.

Para el cálculo de las medias de la estación de la Granja de Mucuchíes se utilizaron las planillas originales, facilitadas por el Profesor Sánchez Carrillo, Jefe de la Sección de Meteorología Agrícola del M.A.C.

Las medias pluviométricas fueron calculadas sobre la base de los datos recopilados por la División de Hidrología de la Dirección de Obras Hidráulicas del M.O.P.

A P E N D I C E S

- N° 1 ANALISIS ESTADISTICO DE LA PRECIPITACION
EN LA ESTACION DE LA GRANJA DE MUCUCHIES.
- N° 2 ESTACIONES METEOROLOGICAS DEL ALTO CHAMA,
EL ALTO MOTATAN Y EL ALTO SANTO DOMINGO.

A P E N D I C E N° 1

ANALISIS ESTADISTICO DE LA PRECIPITACION DE LA ESTACION

DE LA GRANJA DE MUCUCHIES

1.941 - 1.956

I.- Lluvia en mm.

Granja de MUCUCHIES - MAC. Estado Mérida.-

Año	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Total
Hidr.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	
41/42	49	70	102	124	101	58	40	38	<u>0</u>	19	8	33	642
42/43	87	116	125*	70*	40*	15*	25*	40*	<u>10*</u>	<u>1</u>	21	57	607*
43/44	112	90	116	94	56	67	77	6	6	<u>1</u>	11	7	643
44/45	84	124	148	91	55	58	86	56	<u>1</u>	<u>4</u>	1	13	721
45/46	114	123	161	110	109	75	56	17	<u>33</u>	<u>0</u>	8	6	812
46/47	175	77	63	103	125*	58	52	38	4	<u>2</u>	2	1	700*
47/48	25	91	82	109	54	47	93	3*	<u>0*</u>	2	<u>0</u>	<u>0</u>	506
48/49	82	91	77	141	60	58	29	36	<u>3</u>	<u>0</u>	<u>5</u>	<u>20</u>	602
49/50	30	100	50	94	90	105	86	25	16	<u>11</u>	41	<u>11</u>	659
50/51	39	186	86	74	138	71	94	44	8	1	32	<u>50</u>	823
51/52	74	101	164	119	111	54	33	35	22	<u>0</u>	<u>0</u>	1	714
52/53	93	39	108	151	67	75	50	12	6	<u>4</u>	<u>0</u>	44	649
53/54	36	96	41	61	36	44	66	27	<u>0</u>	18	<u>16</u>	6	447*
54/55	186	163	93	123	78	86	115	50	14	<u>0</u>	<u>0</u>	24	932
55/56	52	96	94	130	96	164	133	40	<u>6</u>	<u>46</u>	<u>30</u>	45	932
56/57	39	130	48	67	130	74	57	15	<u>31</u>	1			

Media:	
Abril	79,8
Mayo	105,8
Junio	97,4
Julio	103,8
Agosto	84,1
Septiembre	69,3
Octubre	68,3
Noviembre	30,1
Diciembre	10,0
Enero	6,9
Febrero	11,7
Marzo	21,2
Total anual:	649,3

Sumatoria de las medias mensuales: 688,4

2.- ANALISIS ESTADISTICO DE LOS TOTALES ANUALES DE
PRECIPITACION EN LA GRANJA DE MUCUCHIES.-

Clases	Marca de clase	Frecuencia		Frecuencia acumulada
Milímetros de precipitación.	Xi	fi	Xifi	fa
430-499	465	1	465	1
500-569	535	1	535	2
570-639	605	2	1210	4
640-709	675	5	3375	9
710-779	745	4	2980	13
780-849	815	0	0	13
850-919	885	0	0	13
920-989	955	2	1910	15
	Σ	15	10.475	

CALCULO DE LA MEDIA PONDERADA

$$\bar{X} p = \frac{\Sigma Xifi}{fi} = \frac{10.475}{15} = 698,3$$

CALCULO DE LA MEDIANA

$$Md = li + \frac{\frac{\Sigma fi}{2} - fa}{fm} \cdot ic$$

$$Md = 640 + \frac{\frac{15}{2} - 4}{5} \cdot 70 = 689,0$$

I.- Lluvia en mm.

Granja de MUCUCHIES - MAC. Estado Mérida.-

Año	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Total
Hidr.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	
41/42	49	70	102	124	101	58	40	38	<u>0</u>	19	8	33	642
42/43	87	116	125*	70*	40*	15*	25*	40*	10*	<u>1</u>	21	57	607*
43/44	112	90	116	94	56	67	77	6	6	<u>1</u>	11	7	643
44/45	84	124	148	91	55	58	86	56	<u>1</u>	4	1	13	721
45/46	114	123	161	110	109	75	56	17	33	<u>0</u>	8	6	812
46/47	175	77	63	103	125*	58	52	38	4	<u>2</u>	2	1	700*
47/48	25	91	82	109	54	47	93	3*	<u>0*</u>	2	<u>0</u>	<u>0</u>	506
48/49	82	91	77	141	60	58	29	36	<u>3</u>	<u>0</u>	5	20	602
49/50	30	100	50	94	90	105	86	25	16	11	41	<u>11</u>	659
50/51	39	186	86	74	138	71	94	44	8	1	32	50	823
51/52	74	101	164	119	111	54	33	35	22	<u>0</u>	<u>0</u>	1	714
52/53	93	39	108	151	67	75	50	12	6	<u>4</u>	<u>0</u>	44	649
53/54	36	96	41	61	36	44	66	27	<u>0</u>	18	16	6	447*
54/55	186	163	93	123	78	86	115	50	14	<u>0</u>	<u>0</u>	24	932
55/56	52	96	94	130	96	164	133	40	<u>6</u>	46	30	45	932
56/57	39	130	48	67	130	74	57	15	31	1			

Media:	
Abril	79,8
Mayo	105,8
Junio	97,4
Julio	103,8
Agosto	84,1
Septiembre	69,3
Octubre	68,3
Noviembre	30,1
Diciembre	10,0
Enero	6,9
Febrero	11,7
Marzo	21,2
Total anual:	649,3

Sumatoria de las medias mensuales: 688,4

2.- ANALISIS ESTADISTICO DE LOS TOTALES ANUALES DE
PRECIPITACION EN LA GRANJA DE MUCUCHIES.-

Clases	Marca de clase	Frecuencia		Frecuencia acumulada
Milímetros de precipitación.	Xi	fi	Xifi	fa
430-499	465	1	465	1
500-569	535	1	535	2
570-639	605	2	1210	4
640-709	675	5	3375	9
710-779	745	4	2980	13
780-849	815	0	0	13
850-919	885	0	0	13
920-989	955	2	1910	15
	Σ	15	10.475	

CALCULO DE LA MEDIA PONDERADA

$$\bar{X}_p = \frac{\sum Xifi}{fi} = \frac{10.475}{15} = 698,3$$

CALCULO DE LA MEDIANA

$$Md = li + \frac{\frac{\sum fi}{2} - fa}{fm} \cdot ic$$

$$Md = 640 + \frac{\frac{15}{2} - 4}{5} \cdot 70 = 689,0$$

CALCULO DEL PRIMER CUARTIL

$$Q1 = li + \frac{\frac{\sum fi}{4} - fa}{fQ} \cdot ic$$

$$Q1 = 570 + \frac{\frac{15}{4} - 2}{2} \cdot 70 = 631,25$$

CALCULO DEL TERCER CUARTIL

$$Q3 = li + \frac{\frac{3\sum fi}{4} - fa}{fQ} \cdot ic$$

$$Q3 = 710 + \frac{\frac{3 \cdot 15}{4} - 9}{4} \cdot 70 = 745,44$$

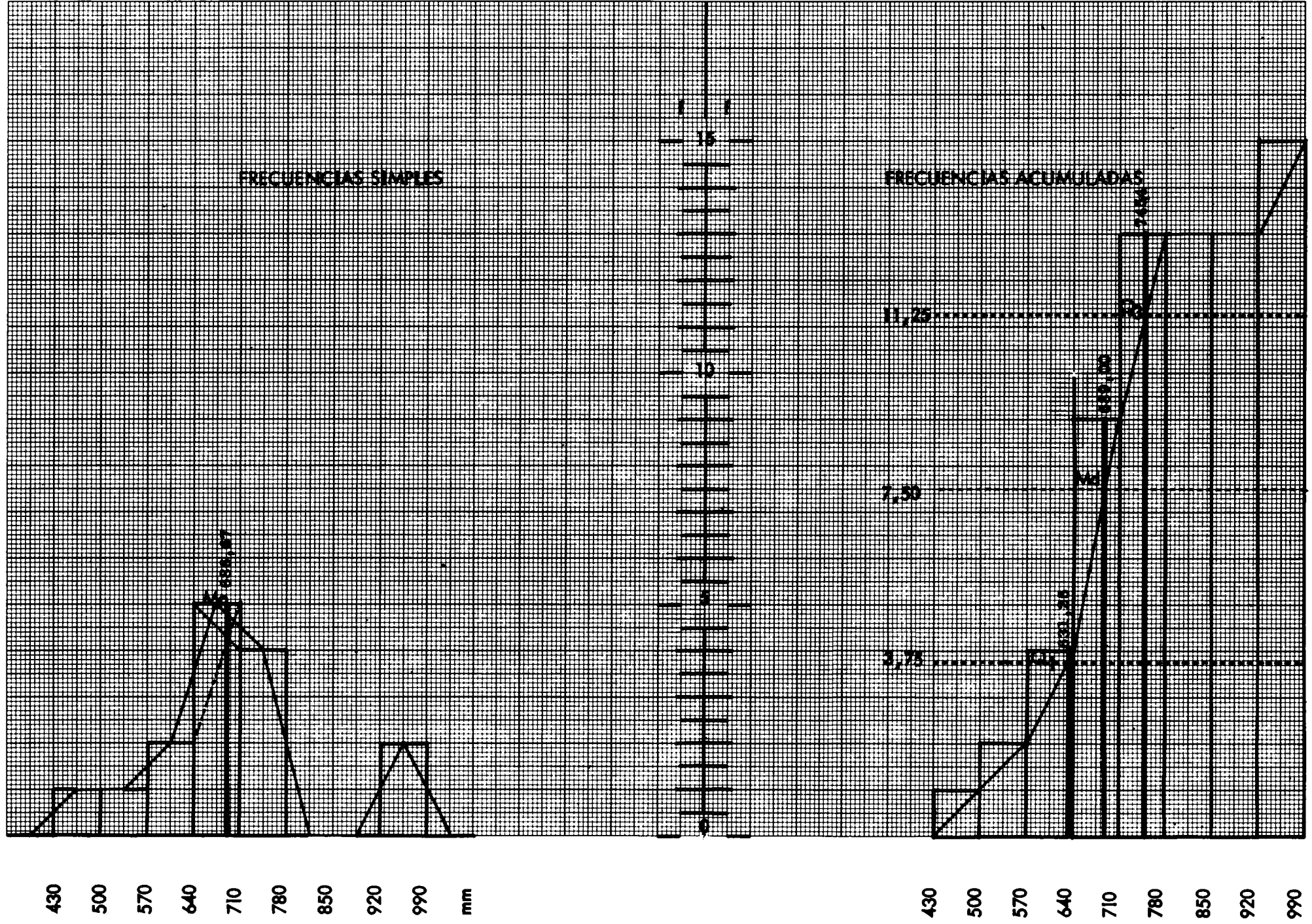
CALCULO DEL MODO

$$Mo = li + \frac{f2}{f1 + f2} \cdot ic$$

$$Mo = 640 + \frac{4}{2+4} \cdot 70 = 640 + \frac{4}{6} \cdot 70 = 686,67$$

DESVIACION CUARTILA

$$Q = \frac{Q3 - Q1}{2} = \frac{745,44 - 631,25}{2} = 57,1$$



$$Md + Q = 689,0 + 57,1 = 749,1$$

$$Md - Q = 689,0 - 57,1 = 621,9$$

TIPO DE ASIMETRIA DE LA SERIE

$\bar{X} > Md > Mo$ (Asimetría positiva o a la derecha; véase el polígono de frecuencias en los gráficos).

3.- ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS MESES EN QUE OCURRIERON LAS MAXIMAS PLUVIOMETRICAS.-

Tipo (Convencional)		Frecuencia (años)
A	Máxima principal de primavera y máxima secundaria de verano.	4
A'	Máxima principal de verano y máxima secundaria de primavera.	2
	Máximas de primavera y verano	<u>6</u>
B	Máxima principal de primavera y máxima secundaria de otoño.	1
B'	Máxima principal de otoño y máxima secundaria de primavera.	2
	Máximas de otoño y primavera	<u>3</u>
C	Máxima principal de verano y máxima secundaria de otoño.	5,76
C'	Máxima principal de otoño y máxima secundaria de verano.	<u>1</u>
	Máximas de otoño y verano	6

Tipo (Convencional)		Frecuencia (años)
D	Máxima de verano sin máxima secundaria	2
	Máxima de primavera (A y B)	5
	" " verano (A' C y D)	9
	" " otoño (B y C)	3
a	Tres máximas (no se incluye la de invierno si la hay)	4
a'	Años con 30 o más milímetros de precipitación en algunos de los meses diciembre, enero, febrero o marzo.	6

FRECUENCIA DE LOS TIPOS PLUVIOMETRICOS POR AÑOS

HIDROLOGICOS

<u>Año hidrológico</u>	<u>Tipo</u>
41/42	D
42/43	C
43/44	A'a
44/45	C
45/46	Da'
46/47	A
47/48	C
48/49	C
49/50	B'A'
50/51	Aa'
51/52	C
52/53	A'a'
53/54	B a
54/55	A a
55/56	C'aa'
56/57	Aa'

4.- PRECIPITACION MENSUAL

(Máximas, mínimas, medias y fluctuación)

<u>Mes</u>	<u>Máxima</u>	<u>Mínima</u>	<u>Media</u>	<u>Fluctuación</u>
Enero	46	0	6,9	46
Febrero	41	0	11,7	41
Marzo	50	0	21,2	50
Abril	186	25	79,8	161
Mayo	186	39	105,8	147
Junio	164	41	97,4	113
Julio	151	61	103,8	90
Agosto	138	36	84,1	102
Septiembre	164	15	69,3	149
Octubre	115	25	68,3	90
Noviembre	56	3	30,1	53
Diciembre	33	0	21,2	33
Anual	932	447	649,3	485

5.- COMENTARIOS.-

La precipitación media anual (ponderada) en la Granja de Mucuchíes alcanzó a 698,3 milímetros. La máxima llegó a 932 milímetros, mientras que la mínima fue de 447 milímetros. O sea que en el año que llovió más cayó más del doble de la lluvia que en el año que llovió menos (la fluctuación fue de 485 milímetros).

La precipitación mediana fué de 689,0 milímetros. Comoquiera que la desviación cuartila fué de 57,1 milímetros podemos considerar como años lluviosos aquellos en que cayó una precipitación de más de 746,1 milímetros ($689,0 + 57,1$) y como años secos aquellos en que la precipitación fue inferior a 621,9 milímetros ($689,0 - 57,1$).

Aplicando ese criterio, serían años secos los años hidrológicos 1.942/43, 1.947/48, 1.948/49 y 1.953/54. Serían años lluviosos 1.945/46, 1.950/51, 1.951/52, 1.954/55 y 1.955/56.

Como vemos, los años de lluvias fuertes y (con mayor evidencia) los años de sequía se repiten con una periodicidad aproximada de 5,5 años. De ello se desprende que en los años 1.959 y /ó 1.960 debe haberse producido una sequía notable (ese año lamentablemente estuvo suspendida la Estación Meteorológica). En 1.961 ó 1.962 habrán de caer altas precipitaciones.

En general los años más lluviosos presentan precipitaciones (más de 30 milímetros) en alguno de los meses secos diciembre, enero, febrero o marzo. Ello es una consecuencia de la influencia en el clima de las situaciones Norte o Noroeste, en las cuales restos de frentes fríos llegan a Venezuela produciendo precipitaciones en la estación seca.

Desde el punto de vista conservacionista ese fenómeno es importante puesto que esas lluvias caen después de la cosecha del trigo (diciembre) y antes de la siembra (abril-mayo); en una época en que los suelos están, por lo tanto, desprotegidos.

Los años secos se caracterizan por la gran frecuencia de las heladas, lo cual es una consecuencia de los bruscos cambios de temperatura en los páramos, de los cuales resultan vientos de gravedad helados. En la estación seca de 1.949 hubo 22 heladas de enero a marzo, en 1.953/54, 30 heladas de noviembre a marzo. Desde el punto de vista de la geología dinámica las heladas nocturnas y el deshielo diurno traen como consecuencia un aumento en la meteorización mecánica pues el agua que penetra en las rocas se expande al helarse provocando la ruptura de éstas. Ese aumento del material meteorizado debe ser tomado en cuenta al estudiar la erosión local.

Los meses de diciembre, enero, febrero y marzo presentan por lo regular vientos de velocidad media 5, según la escala de Beaufort (5,5 - 7,9 m/sec). Esos vientos se caracterizan porque levantan polvo y papel. En la práctica ello significa que son vientos capaces de producir erosión, al levantar las partículas de polvo. Durante los años de sequía los vientos de alta velocidad tienden a

ser más frecuentes y a prolongarse por más tiempo. En consecuencia aumenta el peligro de erosión eólica.

Otras actividades conservacionistas deben tomar en consideración la duración de la sequía. Así, por ejemplo, la vigilancia para prevención de incendios debe concentrarse durante seis meses (noviembre a abril) en lugar de los cuatro (diciembre a marzo) en que normalmente ocurre sequía y hay alta velocidad del viento. Con relación a la prevención de incendios interesa recordar que los vientos de la tarde corren en sentido contrario a los de las primeras horas de la mañana, lo cual debe ser tomado en consideración para la instalación de cortafuegos y otras actividades destinadas a evitar la expansión de los incendios.

Del mismo modo, la repoblación forestal debe tomar en consideración el tiempo de sequía, ya que la existencia de agua es indispensable para el crecimiento de las plantas.

Con relación a las máximas de precipitación mensual vemos que de 1.941 a 1.948 ocurren máximas principales en verano (en 1.946, excepcionalmente, la máxima de verano es secundaria).

De 1.952 en adelante, en cambio no ocurren máximas principales de verano sino de otoño o primavera.

A partir de 1.953 ocurren tres "picos" pluviométricos en el año (primavera, verano y otoño).

Como vemos, en los dieciséis años de registro ocurren cambios en el régimen pluviométrico de la estación que estamos analizando.

En dos años el régimen pluviométrico presentó características "llaneras", con un solo pico pluviométrico en invierno.

En tres años el régimen pluviométrico presentó las características propias del Extremo Norte con máximas en otoño y primavera.

En cambio hubo seis años con máximas de verano y primavera y seis con máximas de verano y otoño. Ello demuestra una vez más el carácter de transición del clima del Alto Chama, influido por el clima del medio Chama (con régimen del Extremo Norte) y el del Alto Santo Domingo (con régimen llanero).

Cabe señalar también que las medias de los dieciséis años señalan una máxima principal en mayo y una secundaria en julio. Sin embargo, las máximas principales de invierno (junio y julio) son más frecuentes que las de primavera (abril y mayo). Cuando ocurren máximas

en esta última estación alcanzan, sin embargo, altos valores (hasta 186 milímetros).

Caracas, febrero de 1.962

Luis Fernando Chaves Vargas
Licenciado en Geografía

LFChV/sgr.-

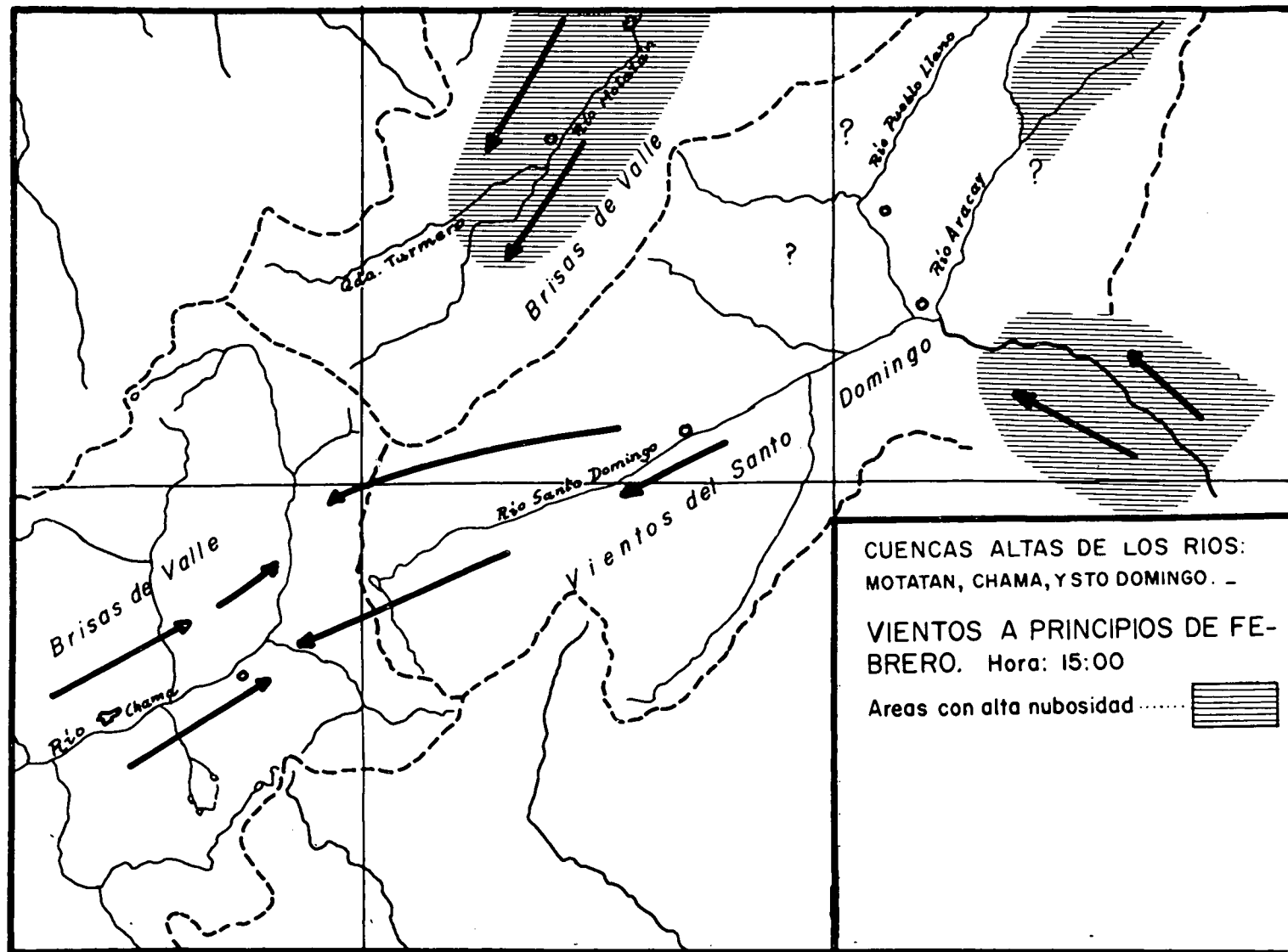
ESTACIONES METEOROLOGICAS DEL ALTO CHAMA, EL ALTO MOTATAN
Y EL ALTO SANTO DOMINGO (*)

En el alto Chama, el alto Motatán y el alto Santo Domingo se han de instalar cuatro estaciones: Mucuchíes y Mucurubá (por Meteorología Agrícola) y Santo Domingo y Timotes (por Conservación de Suelos).

La estación de Santo Domingo nos permitirá conocer el clima de la sub-cuenca del alto Santo Domingo y valorar su influencia en el clima de las regiones adyacentes. Durante nuestra visita a Santo Domingo el 7 de febrero y posteriormente en nuestro viaje de Mérida a Valera el día 9 pudimos comprobar que en las primeras horas de la tarde el aire de esa cuenca penetra por Apartaderos y el páramo de Mucuchíes a la cuenca del alto Chama en la forma de fuertes vientos.

Las brisas de valle, que soplan del SW en el alto Chama, eran sensibles hasta San Rafael de Mucuchíes, pero ya en San Isidro el viento dominante era el NE, prove-

(*) Informe complementario, anexo al "Informe sobre la visita a Los Andes en labores de instalación de la red de estaciones meteorológicas", presentado el 27 de febrero de 1.961 a la Dirección de Recursos Naturales Renovables (División de Ejecución de Programas, Sección de Conservación de Suelos y Aguas).



niente del alto Santo Domingo.

Las estaciones del alto Chama y el Alto Motatán nos permitirán conocer el clima de esas cuencas altas. Ese clima podrá ser comparado con el de las cuencas bajas utilizando las estaciones de Valera y Lagunillas.

Durante nuestra visita a Santo Domingo y el viaje a Valera pudimos observar también las brisas de valle que en la estación seca soplan de los valles a los páramos. Las estaciones de Timotes y Mucuchíes nos permitirán conocer mejor el mecanismo de esas brisas y el de las brisas de montaña, que soplan por la mañana (*). La estación de Santo Domingo nos permitirá conocer hasta qué punto hay intervención de esas brisas en la cuenca del alto Santo Domingo.

Con ello no quedará resuelto el problema del conocimiento del clima de las cuencas mencionadas. Faltaría por conocer cuáles son las características atmosféricas en las sub-cuencas de Aracay y Pueblo Llano, en el alto Santo Domingo y si el clima del alto Burate tiene alguna influencia allí. El trabajo de campo intensivo podría ayudarnos a adelantar mucho en el conocimiento de esos problemas.

(*) Ese fenómeno es mencionado por el filogeógrafo Hueck en su estudio "Los Bosques de Polylepis sericea en los Andes Venezolanos", (Bol. Inst. For. Latinoamericano, N° 6, Jun. 1.960, p. 12) y ha sido estudiado por nosotros en "El Clima en las cuencas altas del Chama, el Motatán y el Santo Domingo".

BRISAS DE VALLE

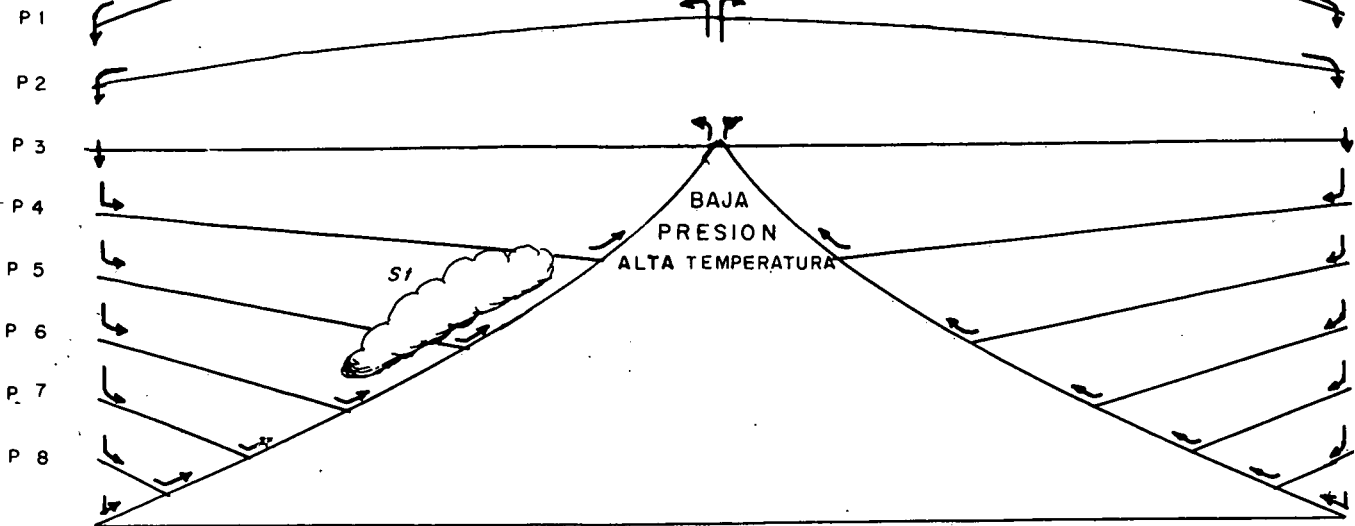
P.M.

Isóbaras supuestas

MOTATÁN



CHAMA



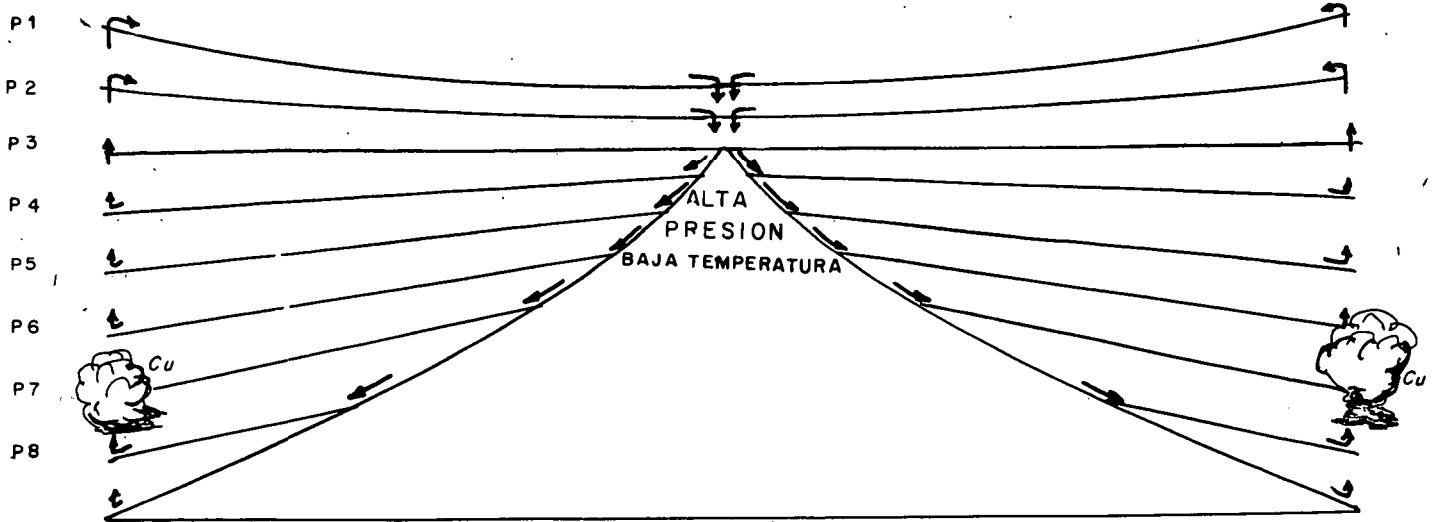
BRISAS DE MONTAÑA

A.M.

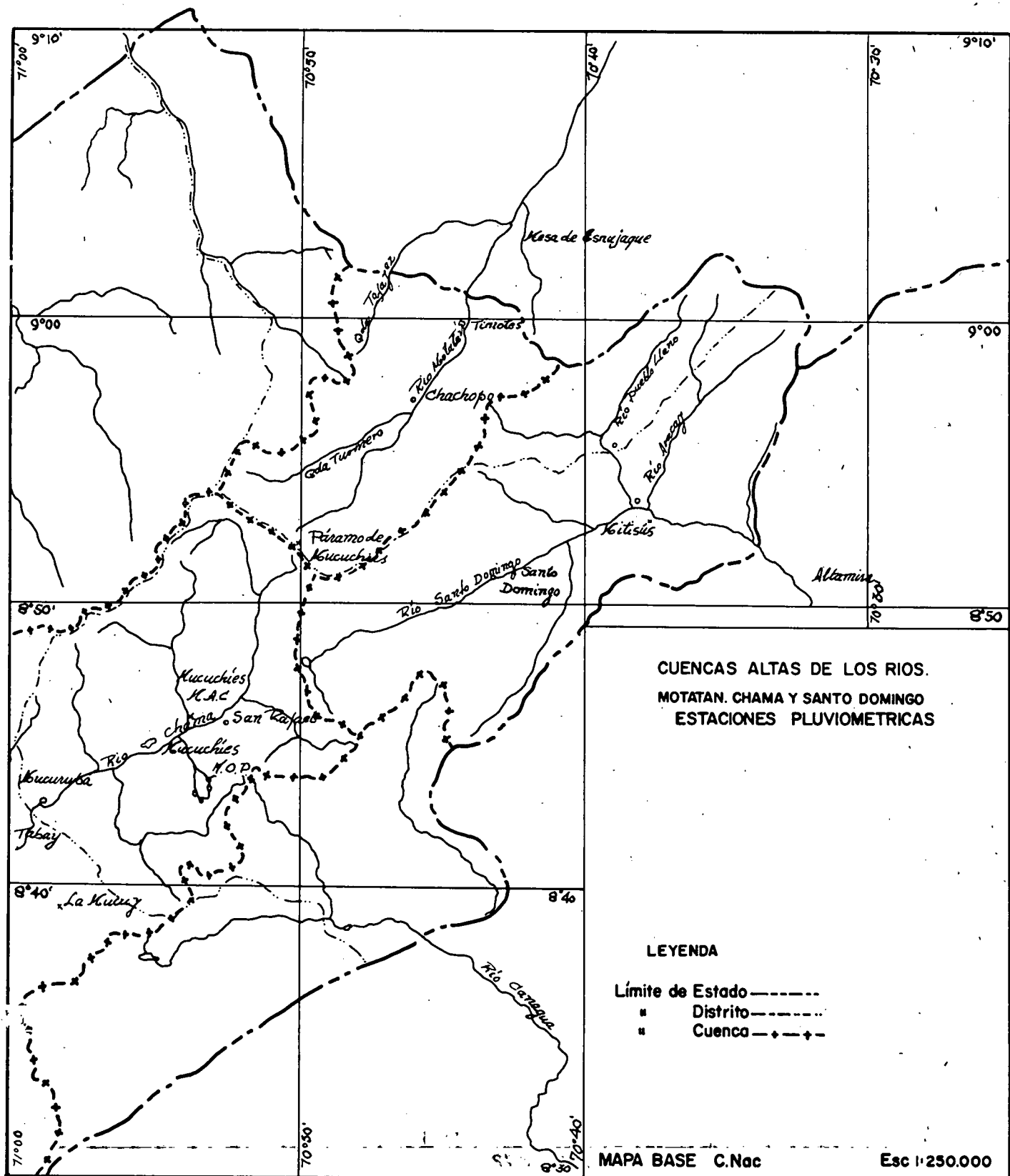
Isóbaras supuestas

MOTATÁN

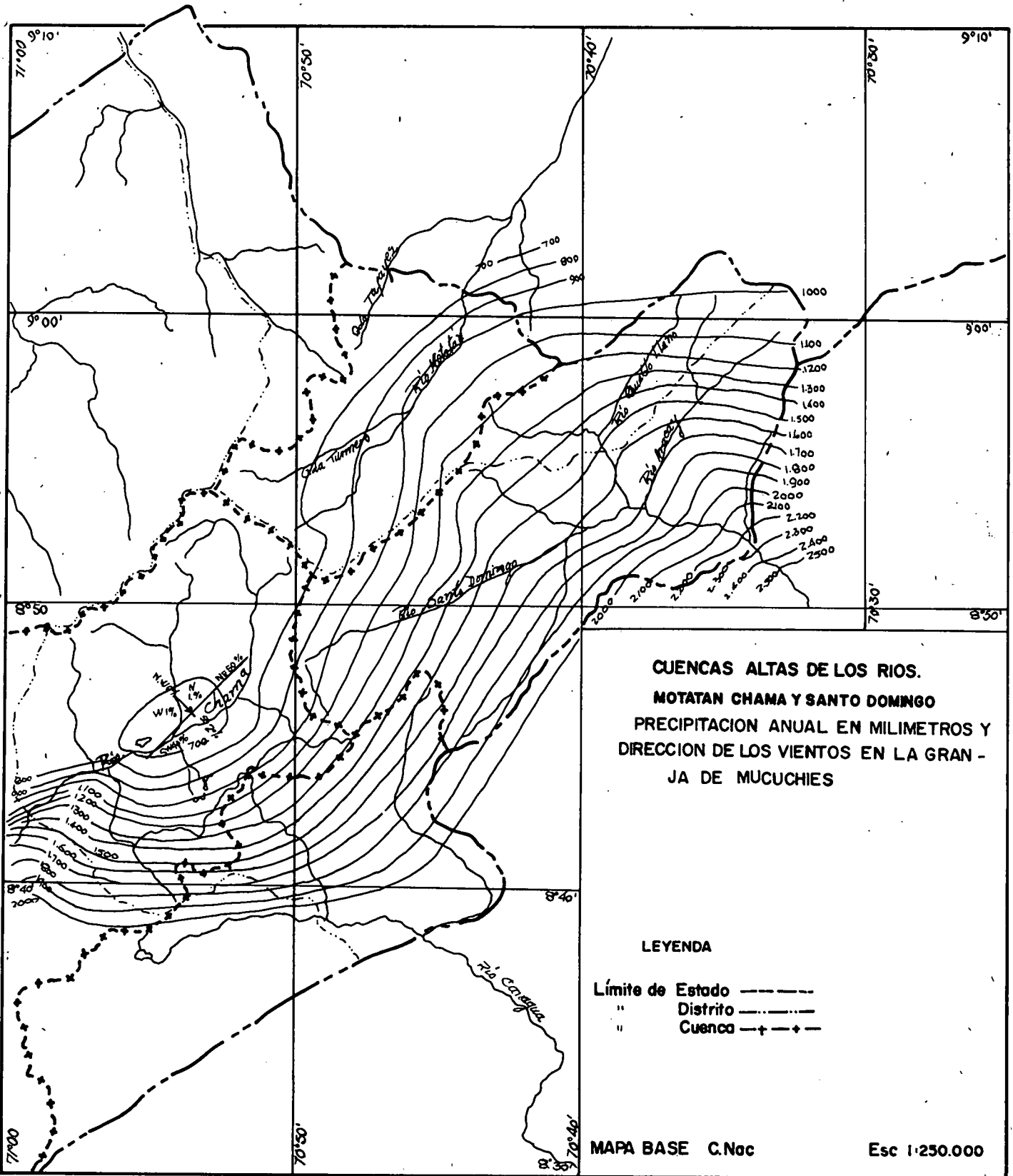
CHAMA



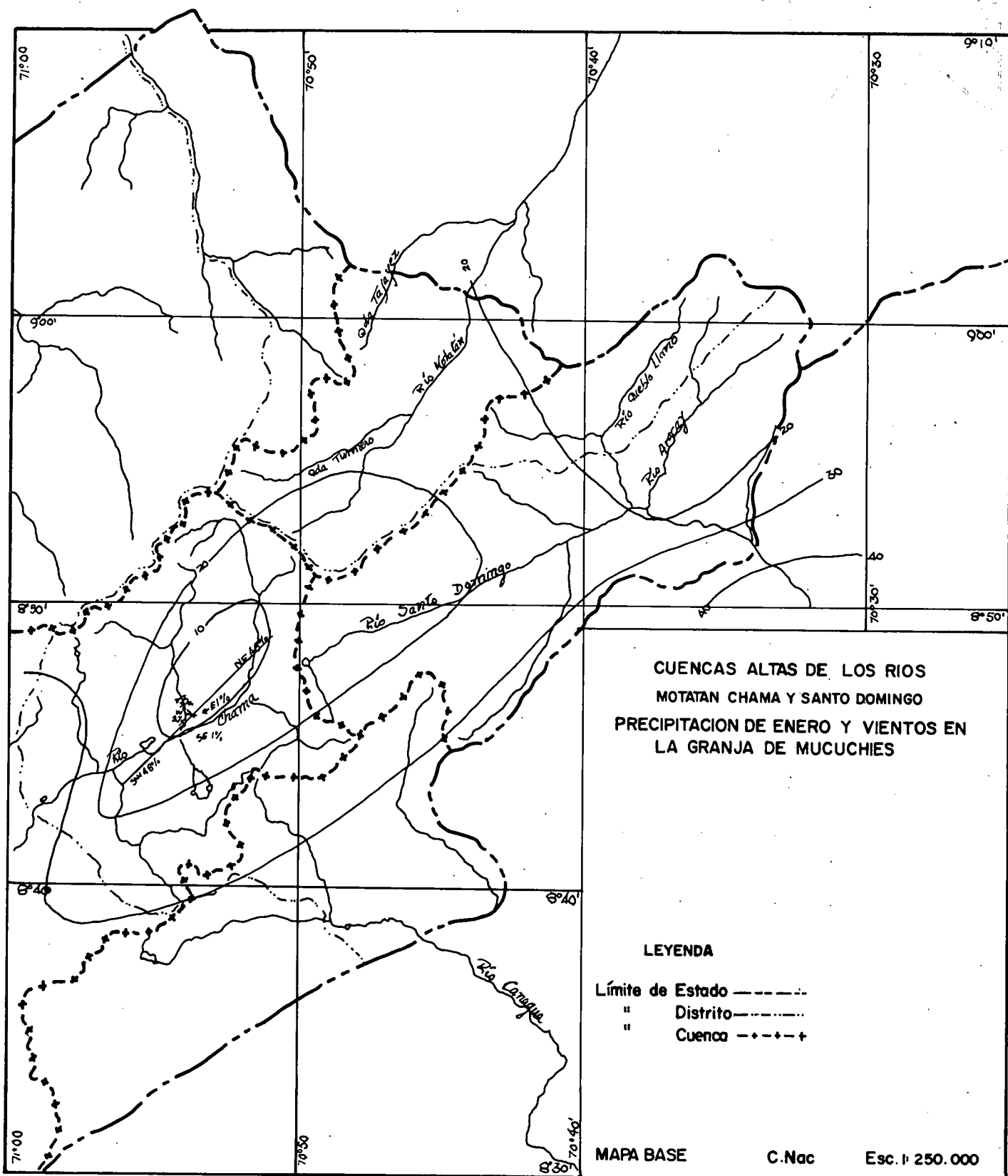
sería de gran interés instalar también en un futuro próximo una estación en Mucubají u otro punto del páramo que nos permitiera conocer algo más acerca del clima de los páramos, en especial de fenómenos tan importantes como los bruscos cambios de temperatura y presión, que son los que explican hechos como las brisas de valle y montaña y las inversiones de temperatura, los cuales tienen gran importancia para la vida de los altos valles andinos.



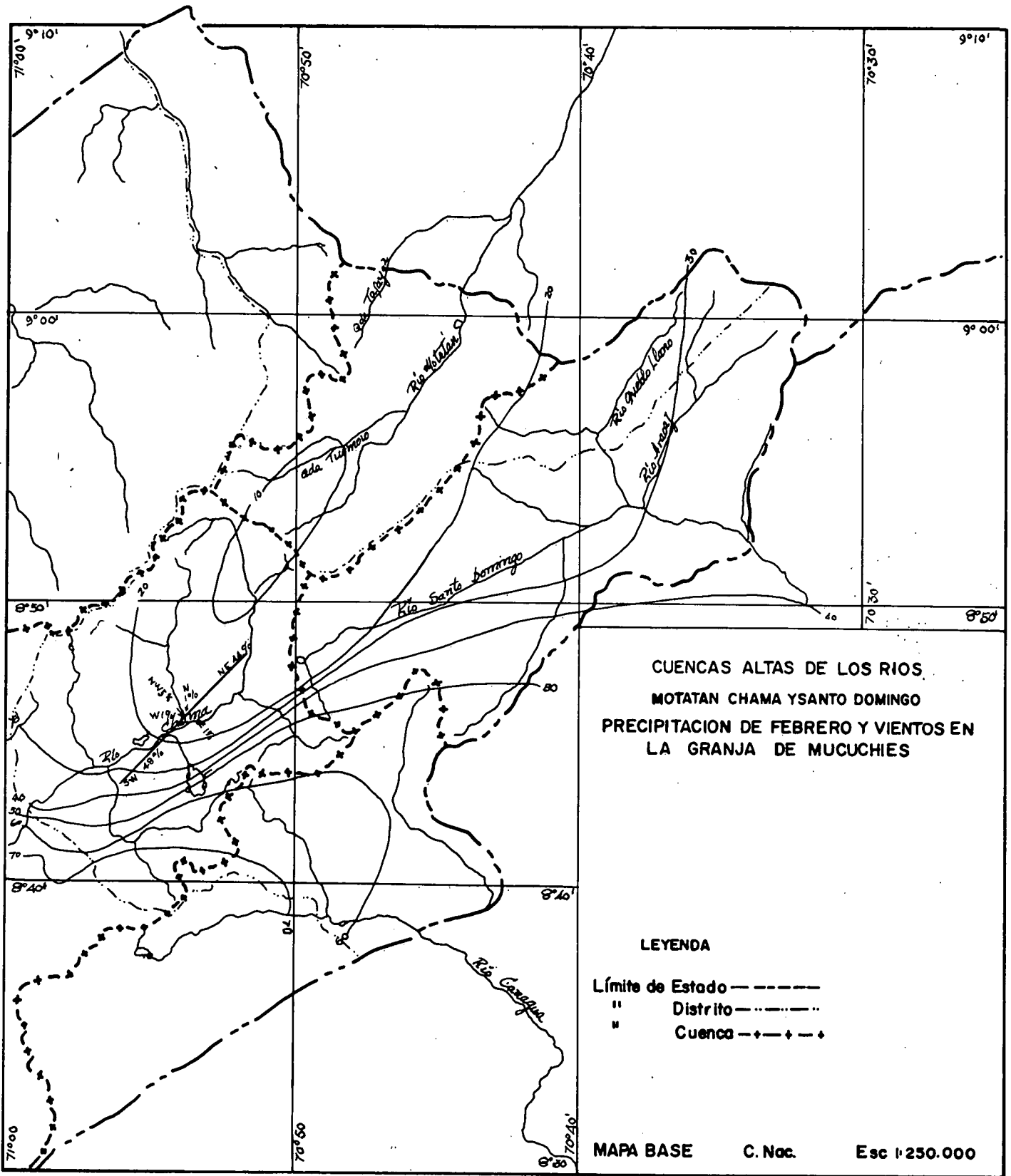
MAPA Nº 1



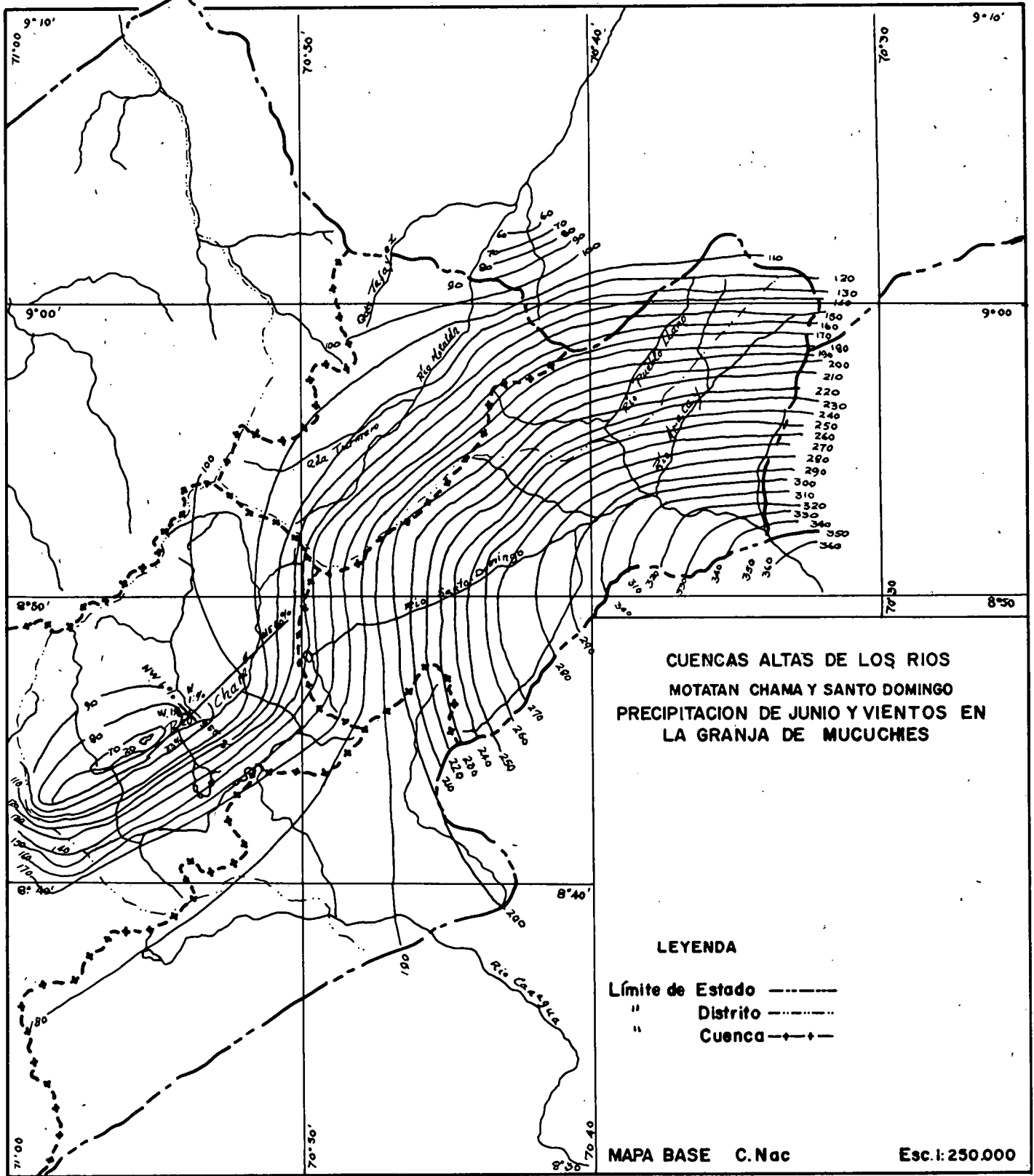
MAPA N°2



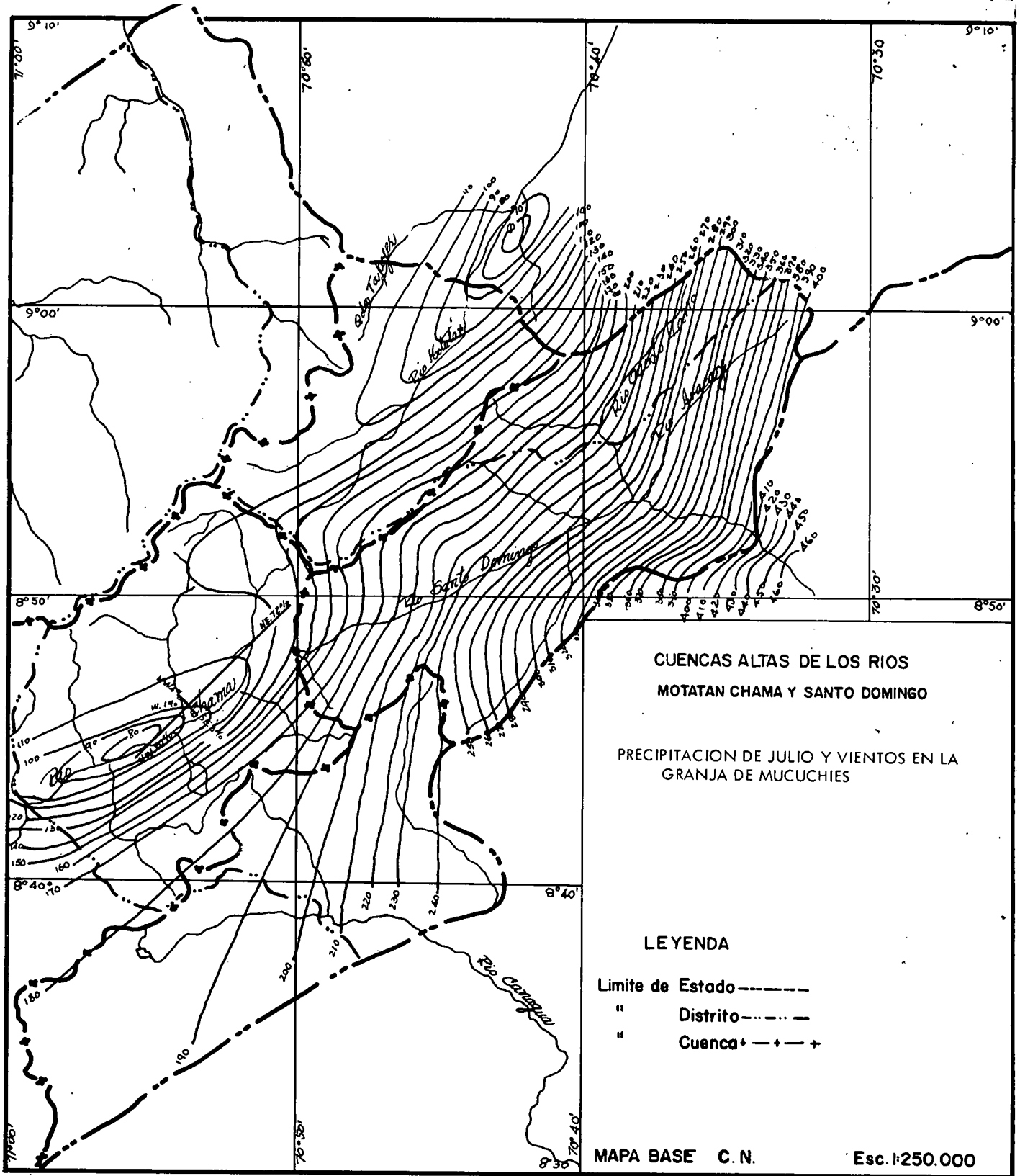
MAPA N°3



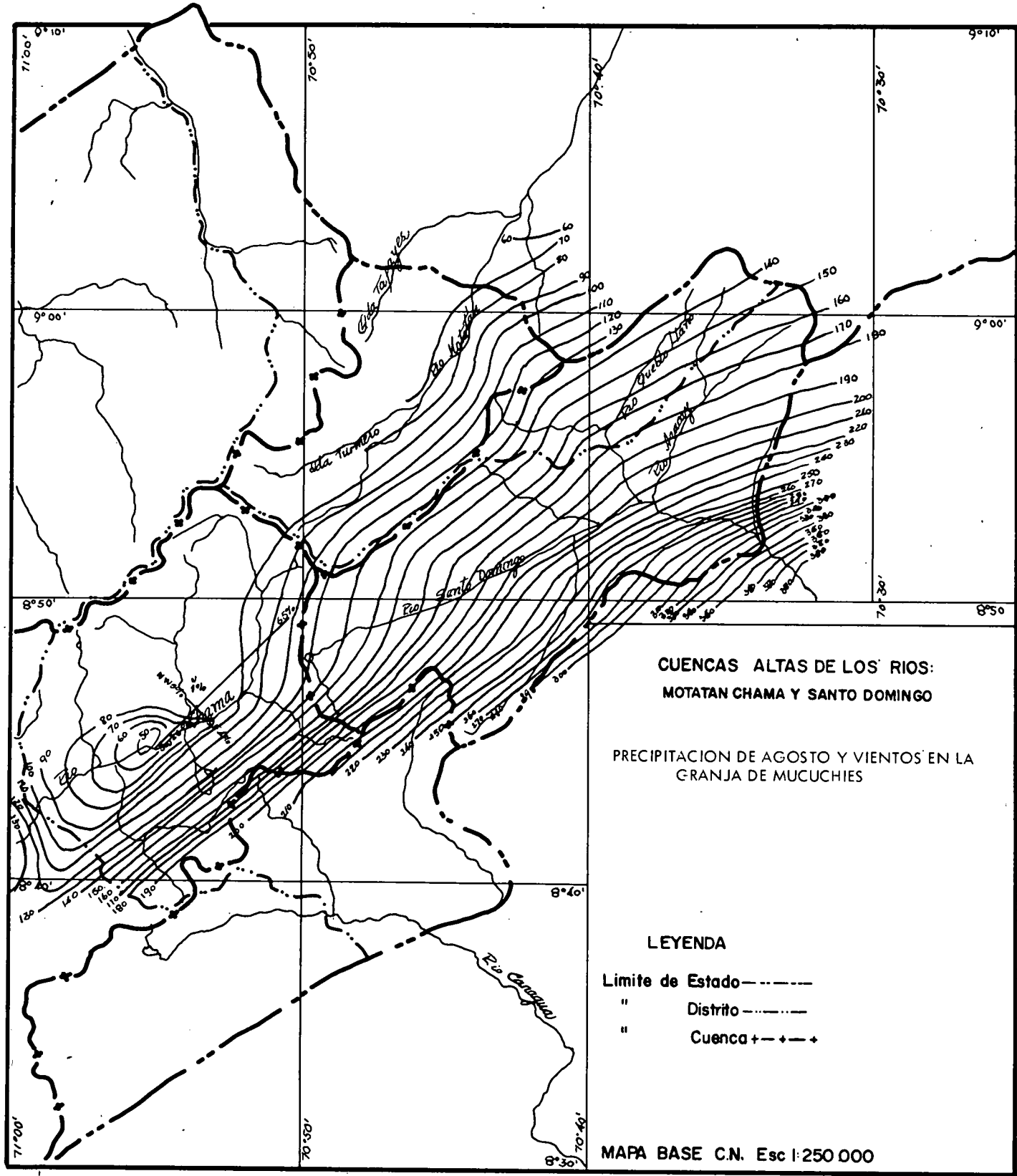
MAPA N°4



MAPA Nº 8



MAPA N°9



**CUENCAS ALTAS DE LOS RIOS:
MOTATAN CHAMA Y SANTO DOMINGO**

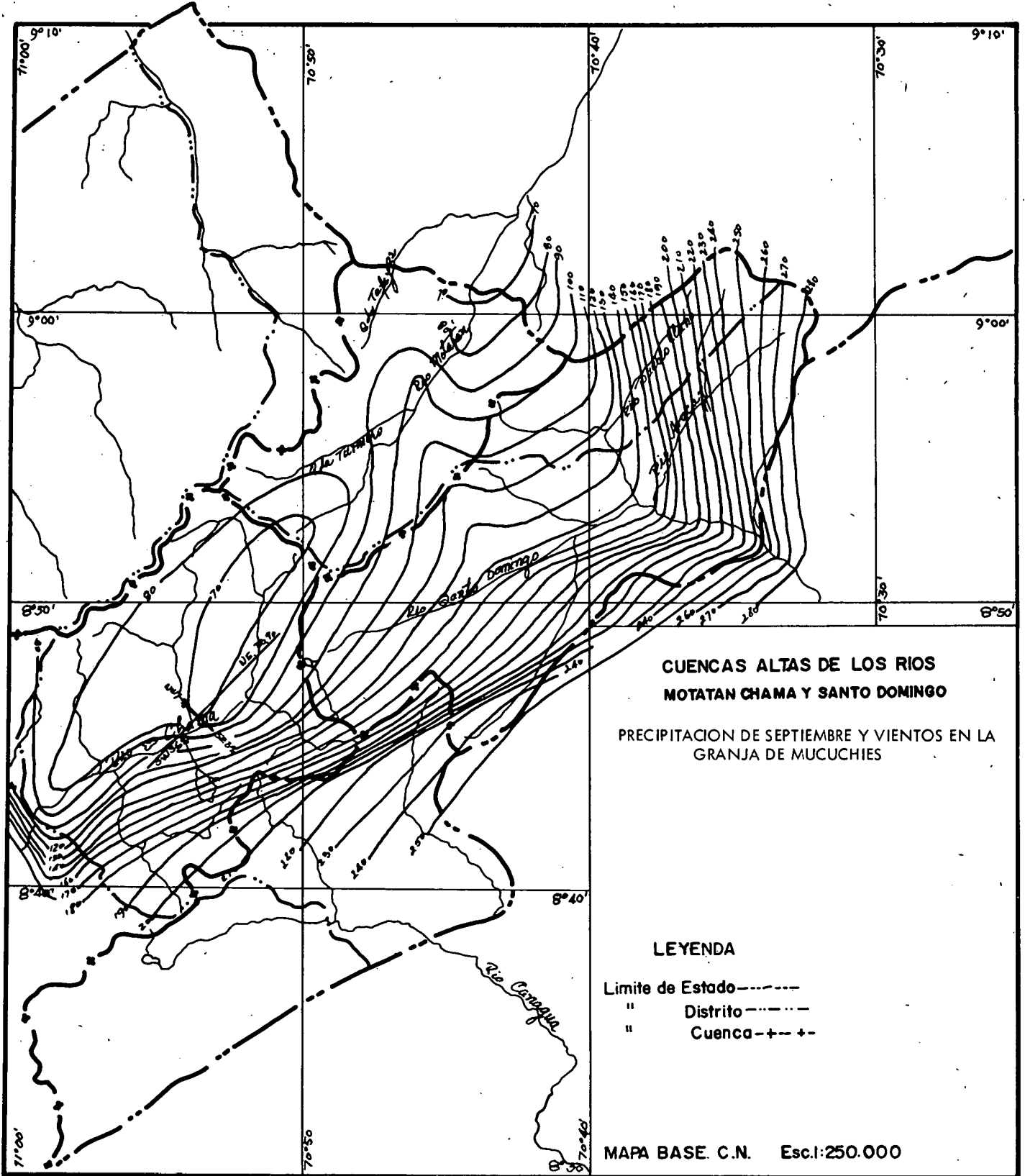
PRECIPITACION DE AGOSTO Y VIENTOS EN LA GRANJA DE MUCUCHIES

LEYENDA

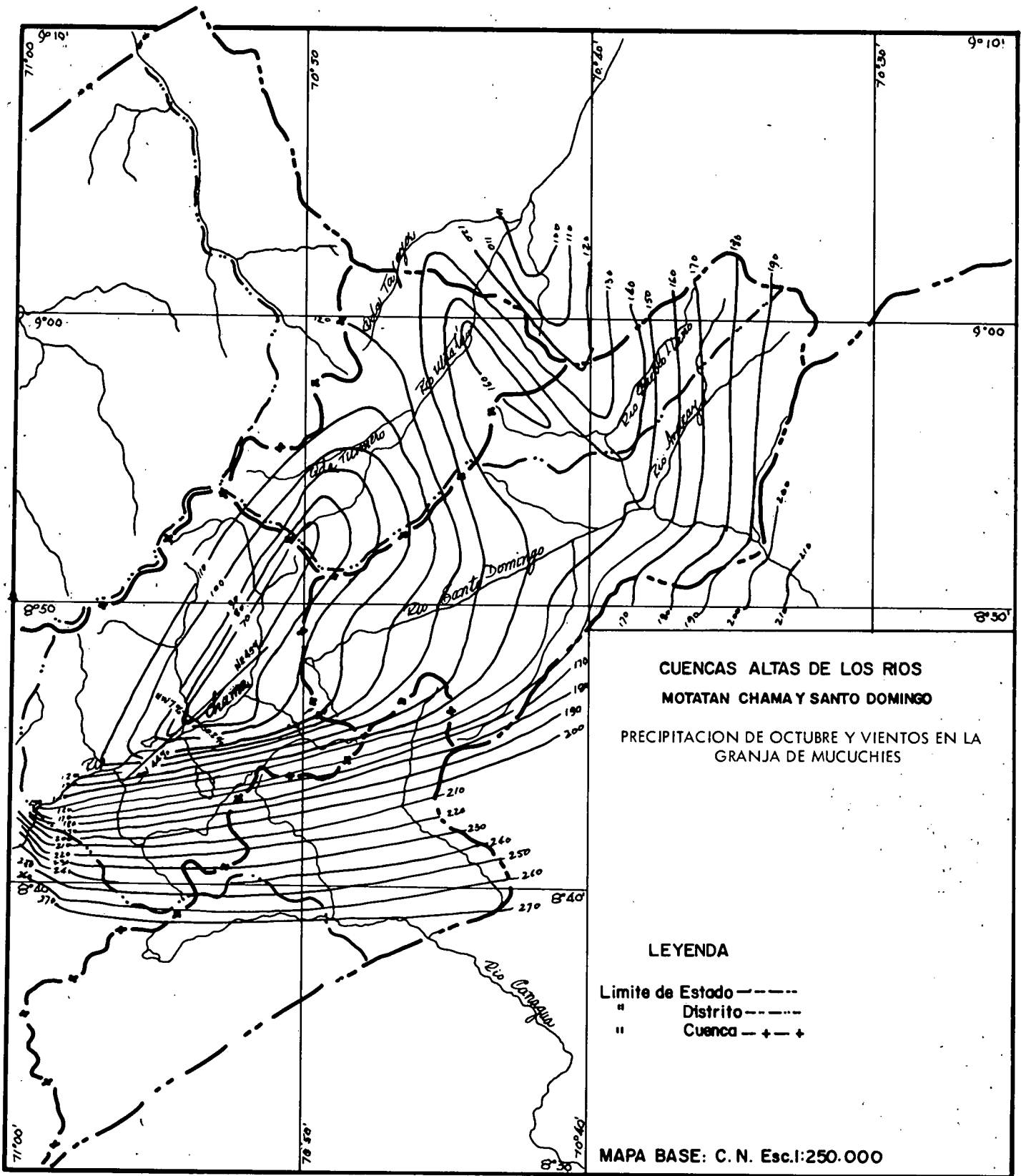
- Limite de Estado - - - - -
- " Distrito
- " Cuenca + - + - +

MAPA BASE C.N. Esc 1:250 000

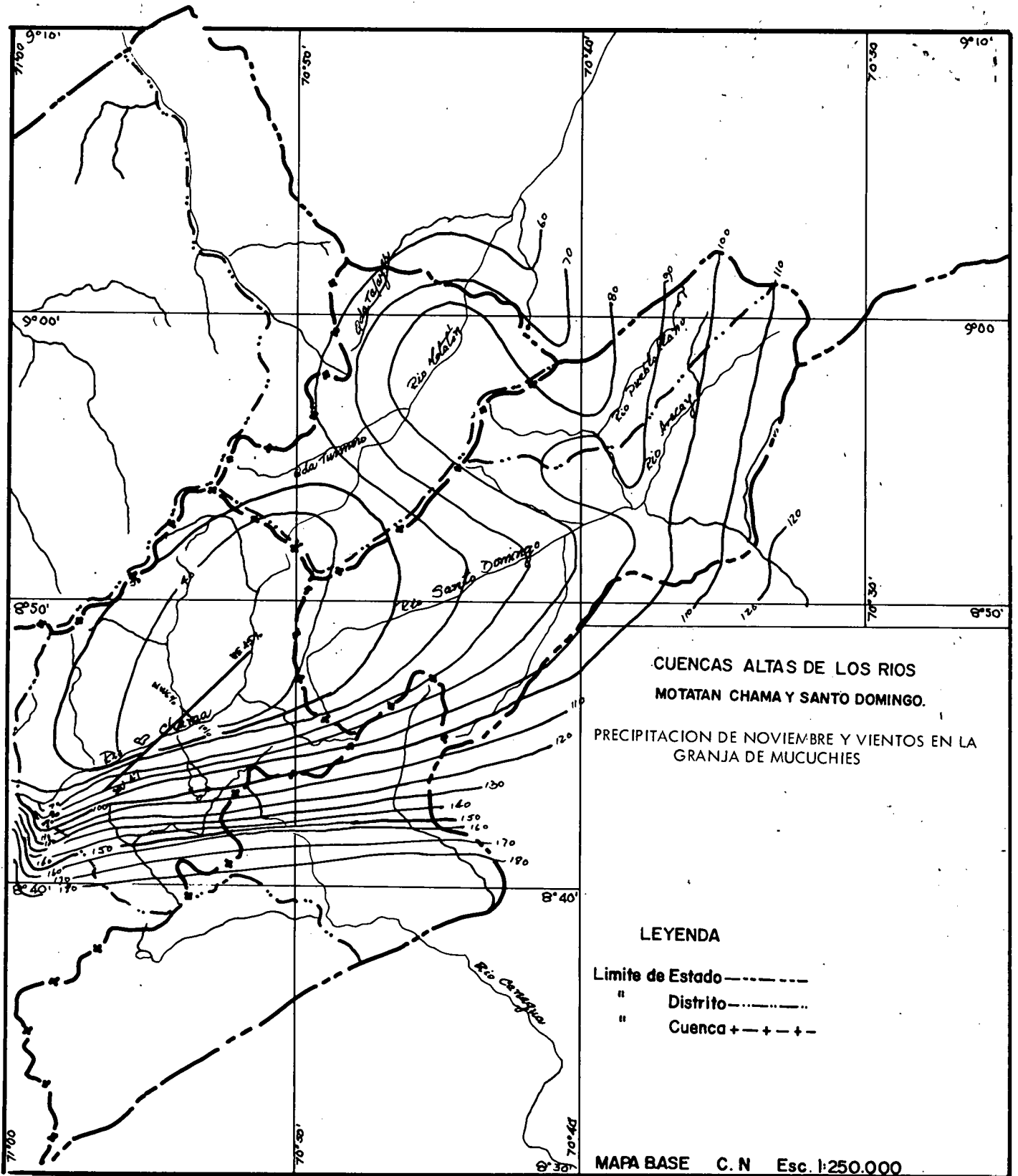
MAPA N°10



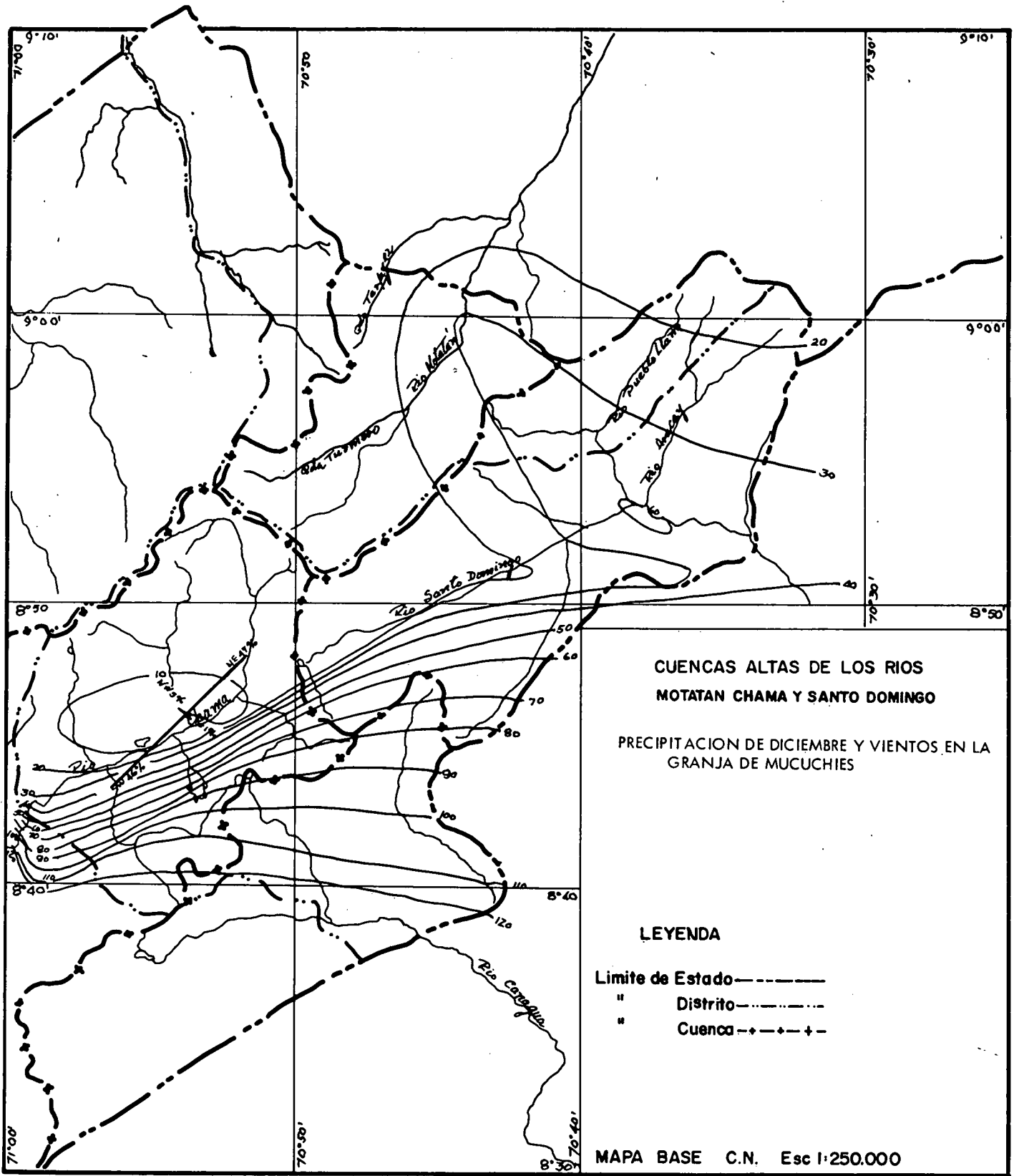
MAPA N°11



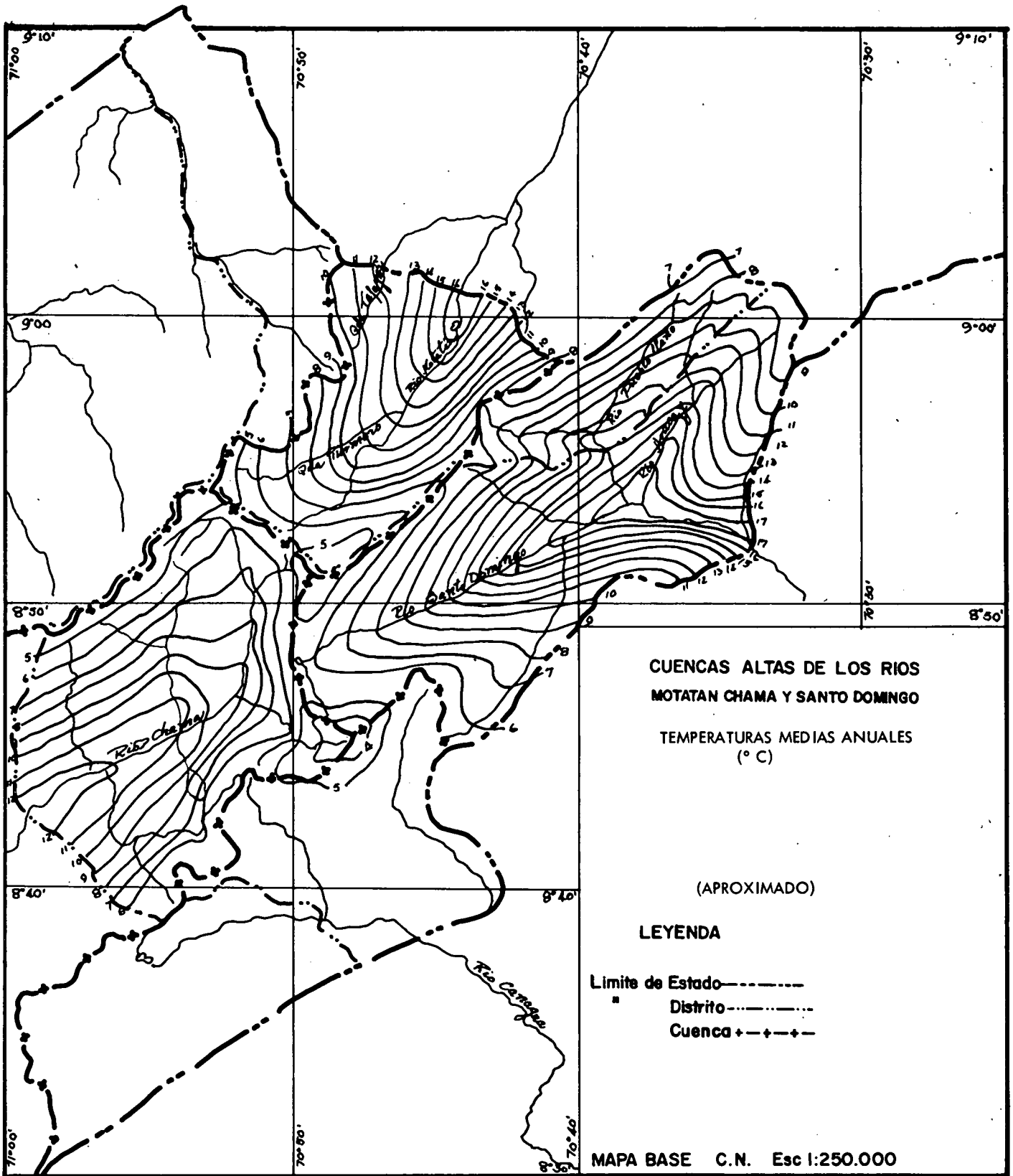
MAPA N° 12



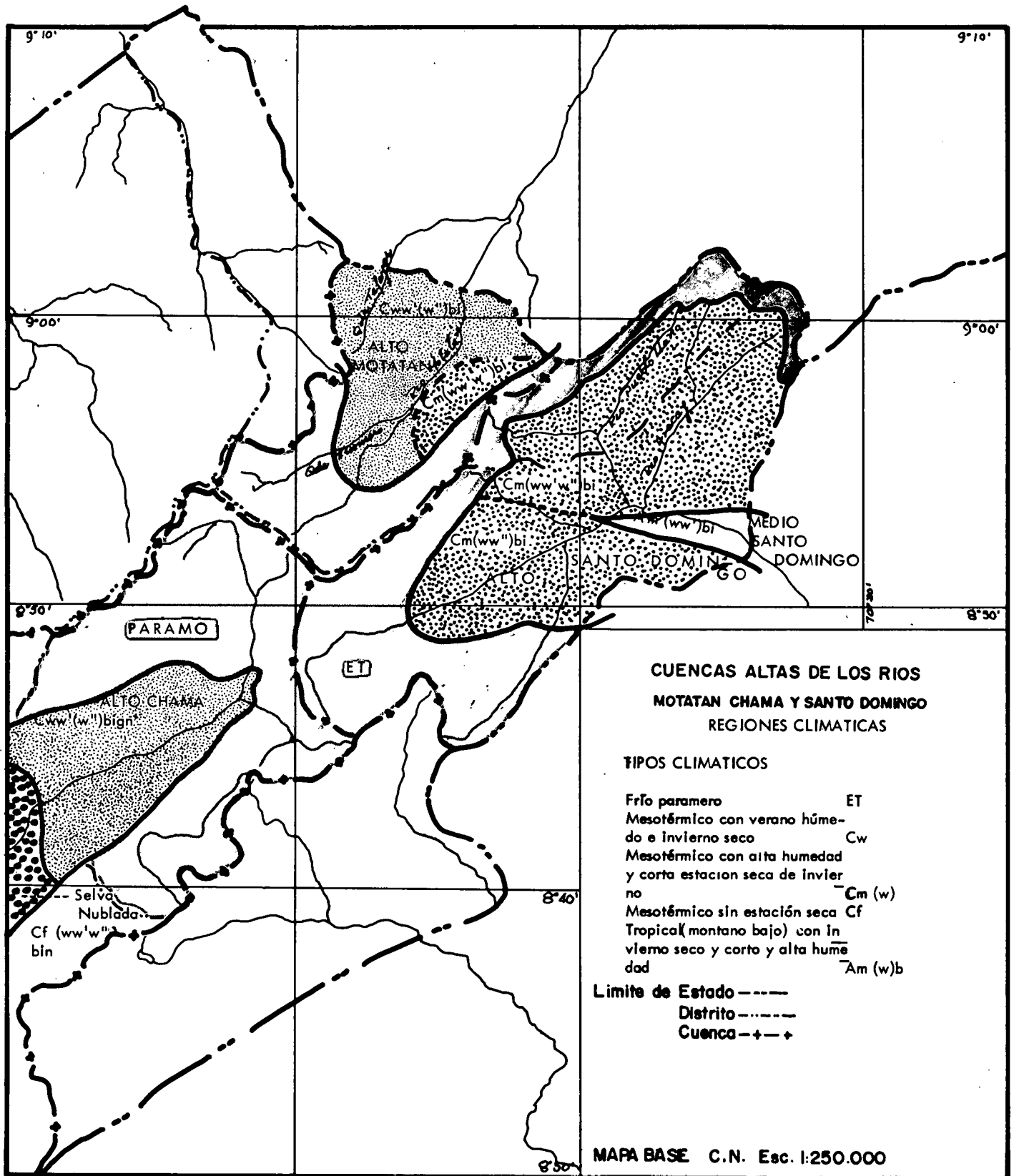
MAPA N°13



MAPA N° 14



MAPA Nº 15



MAPA N°16