

ESTUDIO SINOPTICO-CLIMATICO DE LOS FRIAJES (FRIAGEMS) EN LA AMAZONIA PERUANA

Por: José Marengo Orsini ¹

RESUMEN

El Friaie o "Friagem" es definido como un frente frío que avanza sobre la Amazonía Central en la época de menor precipitación. La temperatura del aire decrece en horas, en 10° ó 20°C, hasta valores de 10° ó 5°C, que son extremadamente bajos para los trópicos; generalmente estos friajes están asociados a vientos de alta velocidad. El evento bajas temperaturas-fuertes vientos, tiene efecto sobre las actividades agrícolas y silviculturales de la zona.

En el presente trabajo, el Friaie fue estudiado sobre la Selva Baja del Perú, con información climatológica de cinco estaciones. El objetivo fue observar las características climáticas de este fenómeno, con especial énfasis al caso de julio de 1975, así también interesa un estudio de temperaturas mínimas tomando para ello intervalos de temperatura limitantes y no limitantes para la actividad agrícola zonal en el trópico húmedo de la Amazonía.

SUMARY

The "Friaie" is defined as a cold front which advances over Central Amazonia in the dry season. Air temperature decrease in 10°C or 20°C within hours, reaching values of 10°C or 5°C, which are extremely low for the tropics. These "Friajes" come generally asociated with high - speed winds. The event low temperatures-strong winds has an effect on the zone agricultural and silvicultural activities.

In this paper, the "Friaie" over the Peruvian "Selva Baja" was studied with climatological data from five stations, the aim being to observe the climatic characteristic of this phenomenon, with special emphasis in the July 1975 case. Interest is placed also in a minimum temperatures study, based in limitants and non -limitant temperature intervals for regional agricultural activity in the Amazon humid tropic.

INTRODUCCION

La temperatura es un factor meteorológico muy importante en toda actividad humana. En la Amazonía, normalmente cálida, se tienen casos de ocurrencia de temperaturas mínimas, de hasta cerca de 5°C, que causan daños por fríos a plantas y árboles tropicales, no adaptados a estos valores mínimos, tan extremos. Popularmente se conoce a este fenómeno de descenso brusco de la temperatura como "Fríos de San Juan" y "Fríos de Santa Rosa" y suceden en todos los años durante la estación de menor precipitación (Junio-Agosto), afectando a toda la Amazonía Central y durando en promedio de 3 a 5 días.

El presente trabajo trata de estudiar este fenómeno regional y esporádico. Con información climática en superficie de cinco estaciones meteorológicas en la Selva Baja del Perú, en la época invernal del período 1971-1980, se estudia la frecuencia de ocurrencia de estos "friajes", así como se la refiere a límites críticos de plantas tropicales; el análisis climático de superficie determina sus características,

¹ Profesor Contratado, Departamento Académico de Física y Metereología. Programa Académico de Ciencias. Universidad Nacional Agraria - La Molina. 1983.

Aceptado potra su publicación el 30-10-84

poniendo especial énfasis en el caso del Friaje de Julio de 1975. Toda la información meteorológica proviene del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

ANTECEDENTES

En la Selva, como en la zona tropical, el rango anual térmico (2-3°C) contrasta con los rangos diurnos en el invierno (más de 15°C, a veces). **ALDAMIZ (S.F.)**, asocia los descensos bruscos de la temperatura en la estación invernal al influjo de masas de aire provenientes del polo sur, acompañadas de fuertes vientos y que afectan gran parte del llano amazónico entre los meses de menor precipitación (Junio-Agosto), con una duración media de cinco días.

VILLAREJO (1979), destaca su constancia de año en año, así como su ocurrencia en fechas cercanas al 24 de Junio, fines de julio y 30 de Agosto, tomando nombres locales de "Fríos de San Juan" y "Fríos de Santa Rosa"; regionalmente se les menciona en la bibliografía como "Friajes", "Friagem" o "Surazos" en Perú, Brasil y Bolivia, respectivamente. La ONERN (1965, 1972, 1975), señala el peligro de ocurrencia de temperaturas mínimas limitantes para la agricultura en épocas de "Surazos" en la zona de confluencia de los ríos Manu, Alto Madre de Dios, Kcosñipata e Inambari, en los meses de menor precipitación.

MARENGO (1983), en la zona de Jenaro Herrera (4°S), encontró cambios característicos en el estado del tiempo, viento fuerte del Sur, descensos de humedad, incrementos de la presión, variaciones de nubosidad y temperaturas mínimas de hasta 11.4°C en Julio de 1975, que corresponden a las características en superficie del paso de un Frente Frío sobre la Amazonía Central en esos días.

Regionalmente, **HARWITZ y AUSTIN (1944)**, señalan la presencia del Friagem en el Oeste Brasileño (Cruzeiro do Sul, Cuiabá, Senna Madureira), mientras que cerca a Pernambuco los vientos Alisios no permiten la entrada de vientos del Sur; estas masas de aire frío atraviesan la planicie del Paraná (Paraguay) y avanzan hacia el NNE a las Costas Caribeñas de Venezuela; mencionan el caso del friagem de Junio 1933, donde en Cuiabá (16°S) la temperatura descendió de 30°C el día 16 a -2°C el día 21, con una elevación de la presión atmosférica en casi 20 mb. **BRINKMANN, WEINMAN y GOES (1971)**, en Julio de 1969, estudiaron el paso del Frente Frío sobre Manaus (Brasil), encontrando que en períodos de 20 a 30 horas, la temperatura del aire descendió entre 6 y 12°C por debajo de lo normal., asimismo, **BRINKMANN y GOES (1971, 1972)**, en el aspecto biológico y fisiológico, indican que varias especies forestales, en estadíos tempranos de su crecimiento tienen una tolerancia específica a determinadas temperaturas ambientales y las temperaturas mínimas absolutas tienen efectos, aún poco marcados, en germinación, floración y fructificación de especies forestales tropicales y cultivos (café); asimismo, en la fauna de tierra y agua dulce, inclusive en la dinámica biológica y descomposición de la materia orgánica dentro de los bosques. Este es confirmado por **SERRA y RATISBONNA (1941)**, que indican que la rareza del fenómeno radica en su efecto en la agricultura y en los habitantes, normalmente acostumbrados a las altas temperaturas tropicales.

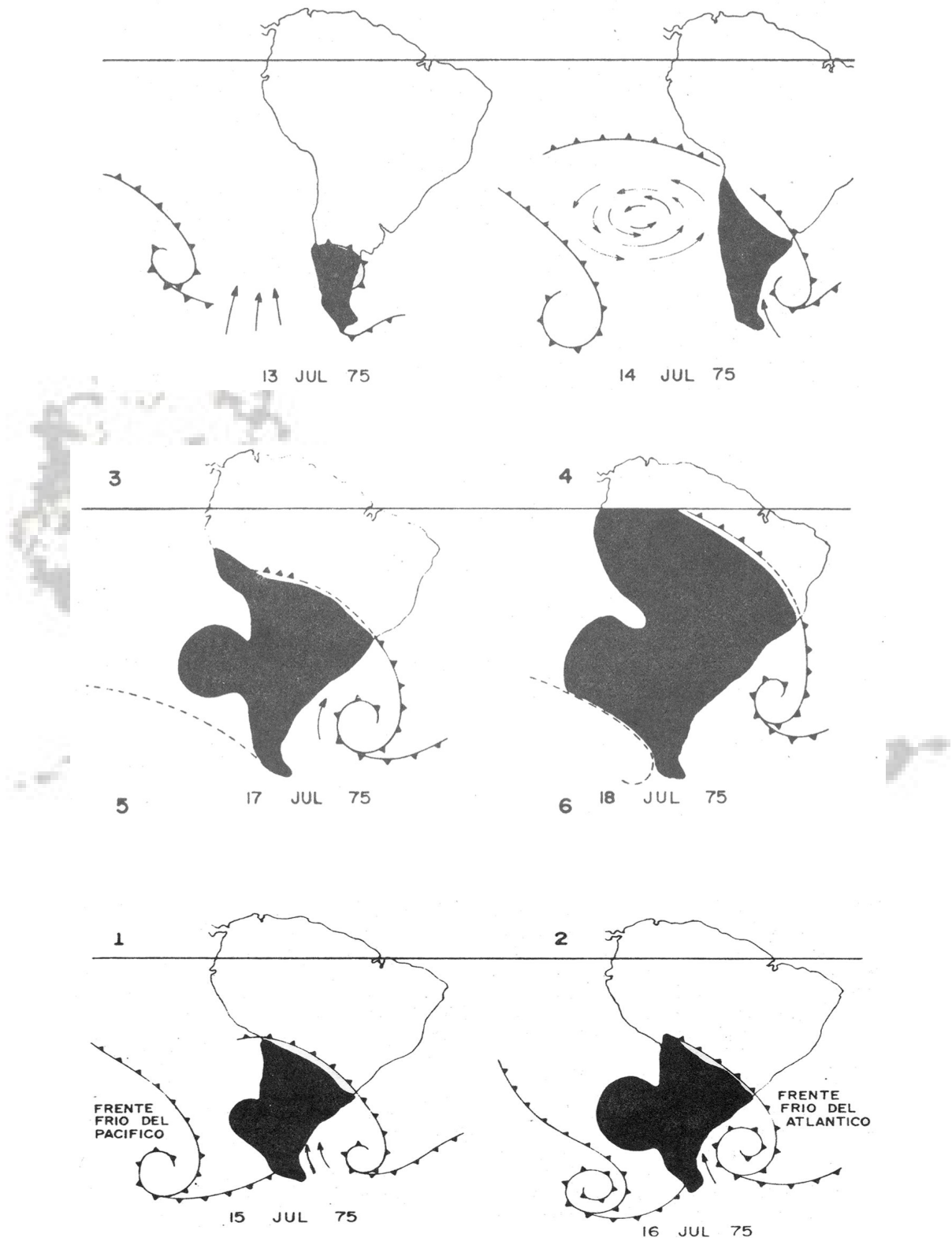
Sus causas sinópticas, en parte conocidas, se refieren a la invasión de masas de aire polar del Sur, que según **MILLER (1966)**, están relacionadas a la presencia, de un anticiclón que se desarrolla sobre la Amazonía Central durante la época invernal. **FUJITA (1973)**, en un análisis a meso-escala en 1967, describe el paso de un frente frío sobre Sudamérica, que sobrepasa la línea ecuatorial llegando hasta las costas caribeñas.

El frente frío es mencionado también en los trabajos de PARMENTER (1976) y GIRARDI (1983). El primero, en base a una serie de fotografías de satélite, estudió la presencia de heladas, en el Sur del Brasil, en el período 13-21 de julio de 1975, y detectó un sistema frontal que atraviesa latitudes tropicales de Sudamérica y que avanza hacia el Ecuador; la presencia de aire frío proveniente del Sur y producto del frente frío, produjo temperaturas menores de 5°C los días 16 y 17 de julio de 1975 en Brasil, que dañaron por frío el cultivo del café en las tierras altas del Paraná, Sao Paulo y Minas Gerais. Aparte de ello, este fenómeno alteró la normal actividad convectiva zonal, determinando una alta variabilidad en el campo del viento sobre el Caribe, por una semana.

GIRARDI (1983), menciona que masas de aire que provienen del Sur del continente sudamericano en el invierno, incidentalmente, provocan la caída de nieve en las regiones montañosas en el extremo Sur del Brasil y la presencia de heladas que alcanzan las regiones Sur-este y Sur-oeste del país. En el Perú este fenómeno se detectó entre el 19-20 de Julio en, sp, mayor intensidad. Girardi, indica que el influjo de aire frío del Sur ocurre cuando condiciones sinópticas peculiares tienen lugar en los Océanos Pacífico y Atlántico Sur, que permiten dicha invasión de aire; un anticiclón independiente creado por una cuña de aire frío y que es dividido por la Cordillera de los Andes, da lugar a una imagen oscura, que en la banda infrarroja de imágenes de satélite aparece como un “pozo” oscuro, denominándolo el “Pozo de los Andes”.

La Figura 1, elaborada por Girardi, esquematiza el evento Pozo de los Andes, des de el 13 al 18 de Julio de 1975 con motivo de la gran helada del 17 de Julio de 1975 y con fotos del satélite Goestacionario SMS-1 Se aprecia un sistema frontal en el Pacífico Sur, con una dimensión de 450 respecto a los paralelos, otro sistema frontal en la zona de las Malvinas y una "actividad frontal" sobre la Amazonía en los días 15, 16 y 17 respectivamente; en los días 13 y 14, se aprecia la formación inicial del anticiclón que va a generar el Pozo dando lugar a la formación de un gigantesco círculo sobre el océano. El sistema frontal del Atlántico produce un bloqueo en la Costa Este de Argentina, que permite el empuje de aire frío hacia el Norte e impulsa el frente frío aún más al Norte, hacia el Sur del Brasil. Siendo esta zona afectada por temperaturas menores de 0°C y disolviéndose un poco más allá de 20°S.

La región amazónica se ve afectada, entonces, por la actividad frontal antes mencionada debido al encuentro de masas locales cálidas e invasoras frías. La zona oscura circular al oeste del continente, representa el “Pozo de los Andes” y sobre el continente representa la zona afectada por las masas frías del Sur y el frente del Atlántico, así como la "Actividad Frontal", se desplazan al NE, llegando esta última a atravesar el Ecuador. Dado que la mecánica del fenómeno es cronométrica, se puede establecer un pronóstico a corto plazo; así, el “Pozo de los Andes” con sistema frontal, con una inclinación menor; de 45°, determina una insurgencia de vientos fríos débiles y una intensificación de este determina una fuerte penetración de vientos fríos y el peligro de heladas importantes en el Sur del Brasil. Cabe mencionar, que lo que se parecía en superficie en la Selva Baja corresponde a las características del tiempo asociado a la "Actividad Frontal" antes descrita.



MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1 Información Meteorológica

Para el presente trabajo, se requirió de datos meteorológicos correspondientes a temperaturas extremas, presión atmosférica, temperatura de rocío, dirección-velocidad del viento y precipitación. Las estaciones climatológicas empleadas en el estudio aparecen en el Cuadro 1.

CUADRO I
ESTACIONES CLIMATOLOGICAS EMPLEADAS EN EL ESTUDIO

	Estación	Departamento	Latitud(S)	Longitud (W)	Altitud m.s.n.m.
S*	Iquitos	Loreto	3°45'	73°15'	126
S*	Pucallpa	Ucayali	8°22'	74°35'	200
S.	Puerto Maldonado	Madre de Dios	13°35'	69°12'	256
CP**	Jenaro Herrera	Loreto	4°39'	73°30'	180
PE ***	Jenaro Herrera	Loreto	4°39'	73°31'	180

S* Sináptica (ubicada en aeropuertos)

CP** Climatológica Principal

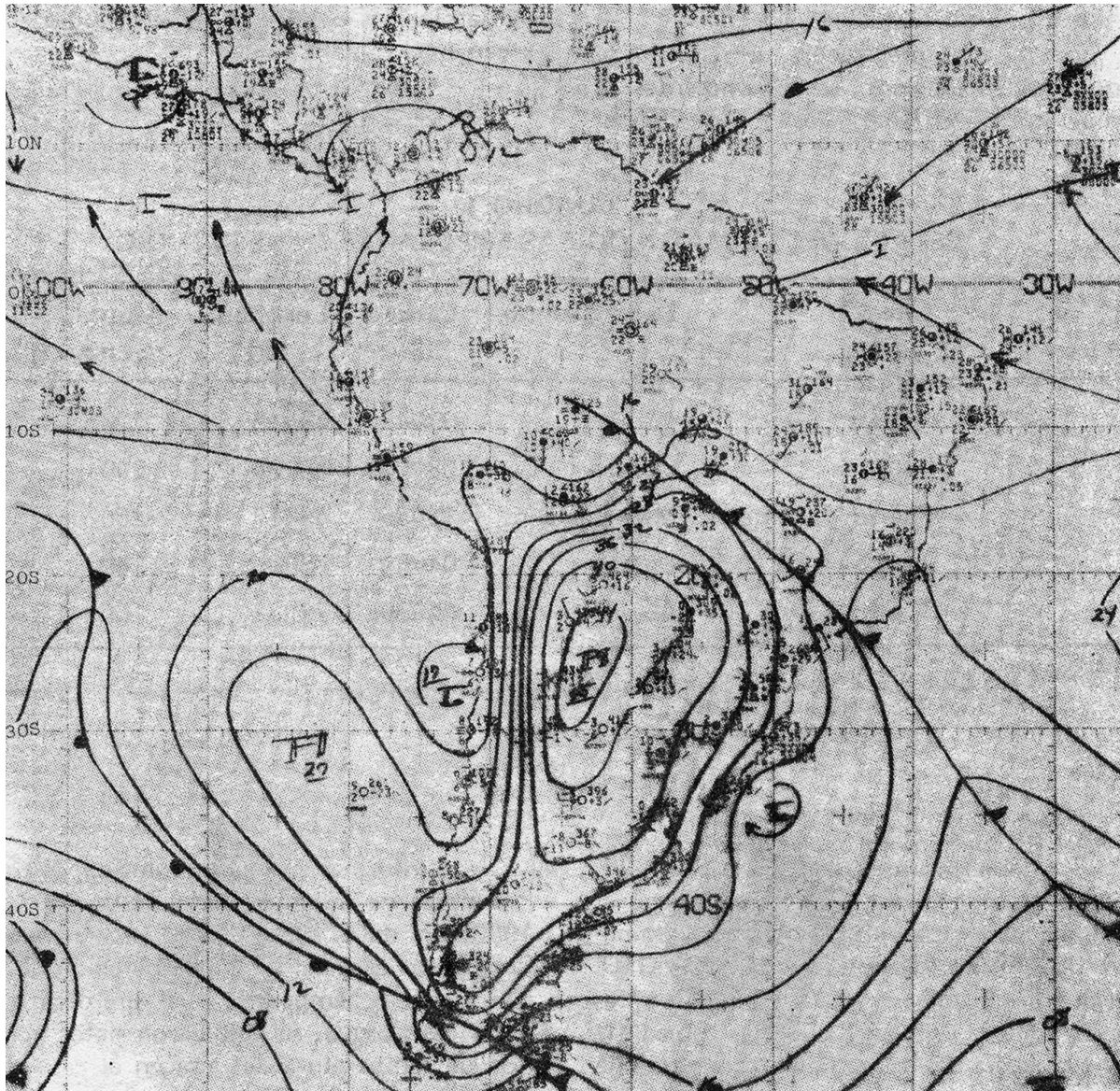
PE*** Propósitos específicos (dentro del bosque)

El mapa de superficie de la Figura 2, mostrado por PARMENTER, pertenece al National Meteorological Center de Washington D.C., y corresponde a los 1200 GMT del día 17 de Julio de 1975. Se puede apreciar la zona de Convergencia Intertropical (1) y la presencia del frente frío que se extiende hasta 10°S, así como temperaturas bajas asociadas al mismo (10°C a 10°S y 9°C a 15°S, por ejemplo). Se tiene también una concentración de aire frío en el centro del continente y que tiende a avanzar al NE. La presencia de un anticiclón ubicado a 25°S y con una intensidad de 1044 mb determina la caída de nieve y heladas en el Sur del Brasil; se aprecia asimismo, otra alta, de 1029 mb sobre el Océano Pacífico a 30°S y que constituye lo que en fotos aparece como el "Pozo de los Andes" de Girardi.

En el mapa de la Figura 3, se aprecia la ubicación de las estaciones antes mencionadas. La zona sombreada corresponde a Selva Alta y la zona en blanco a Selva Baja.

La información meteorológica abarca los meses de Junio-Agosto desde 1971 a 1980, en datos diarios y en escala anual. En el caso especial de la comparación de la marcha de la temperatura del aire dentro y fuera del bosque, se emplearon datos horarios de temperatura del aire en el caso del friaje de Julio de 1974 como ejemplo ilustrativo.

Fig. 2 MAPA DE SUPERFICIE (17/7/75, 12GMT)



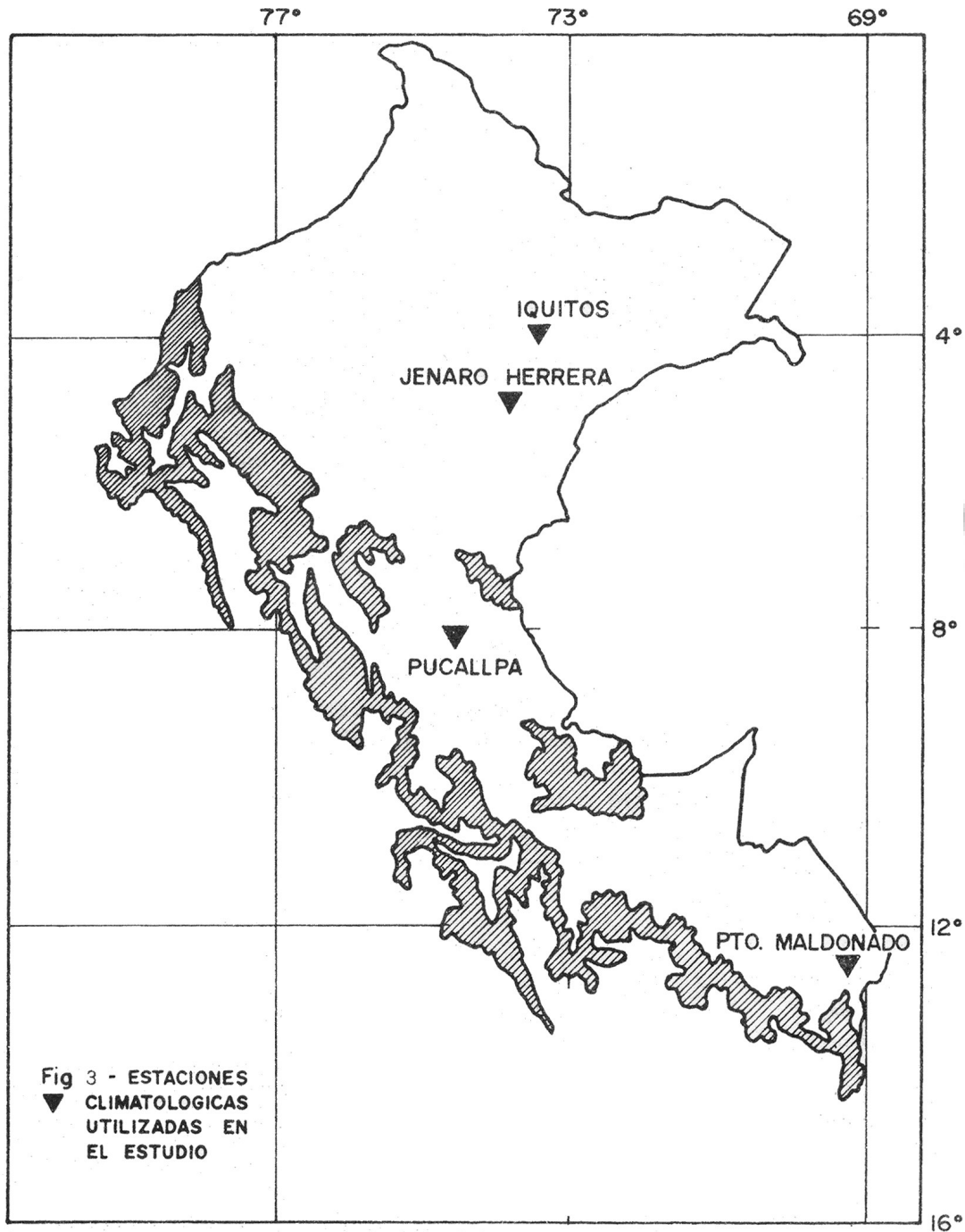
3.2 Metodología

Se parte de un análisis climático a nivel de temperaturas medias en las estaciones en estudio, luego se pasa a un análisis de frecuencias de temperaturas mínimas adecuadas y limitantes a cultivos tropicales, de acuerdo la ONERN (1965).

En el caso del friaje de 1974, se estudia la marcha horaria de la temperatura del aire dentro del bosque y fuera del mismo, para apreciar el impacto de la masa vegetal en el influjo de aire frío dentro del mismo.

Por último, para el friaje de 1975, el más intenso del registro, se realizó un estudio del estado del tiempo en los lugares antes mencionados para establecer las características sinópticas climáticas de los friajes en superficie, con el fin de establecer el avance y la zona de influencia de las masas de aire frío invasoras y el desarrollo de la perturbación frontal.

Finalmente, en el Anexo se hace un análisis de imágenes de satélites, las mismas empleadas por F. Parmenter, en su trabajo "A Southern Hemisphere Cold Front Passage at the Equator". Todas las fotografías corresponden a la Banda Infrarroja (IR) durante el período 13 de Julio - 21 de Julio de 1975 y a horas 1130 GMT del satélite Geostacionario SMS-1. El mismo está localizado sobre Sudamérica y ofreció una excelente oportunidad de estudiar el comportamiento de la nubosidad y el movimiento del aire polar al Este de los Andes, con motivo de la helada de Julio de 1975. Este análisis sólo será un apoyo a los resultados del análisis climático en superficie para la Selva Baja del Perú y se menciona únicamente con fines explicativos sobre el friaje de 1975 en la Amazonía Peruana.



RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis Climático en Superficie

Dada la ubicación tropical de la zona en estudio, el bajo rango térmico anual y las altas temperaturas mensuales, se pueden apreciar en el Cuadro II

La variabilidad térmica, en las estaciones en estudio, es mayor en los meses de invierno y con amplitud creciente hacia el Sur (2°C en Iquitos y 4°C en Puerto Maldonado, para el mes de Julio); puede apreciarse ello en la Figura 4.

Esta mayor variabilidad en la época invernal se produce debido a la presencia de "días fríos" en los meses de Junio a Agosto que afectan significativamente el ritmo térmico de esos meses. Los días fríos se asocian al influjo de masas de aire frío proveniente de latitudes templadas y polares, y que producen bajas de la temperatura del aire a mínimos absolutos de hasta 4° ó 5°C; asimismo, temperaturas máximas altas asociadas a días despejados y grandes rangos térmicos diarios. Estos cambios simultáneos de días despejados y noches frías son característicos del tiempo en superficie, propias del paso de una perturbación frontal, propia del frente frío.

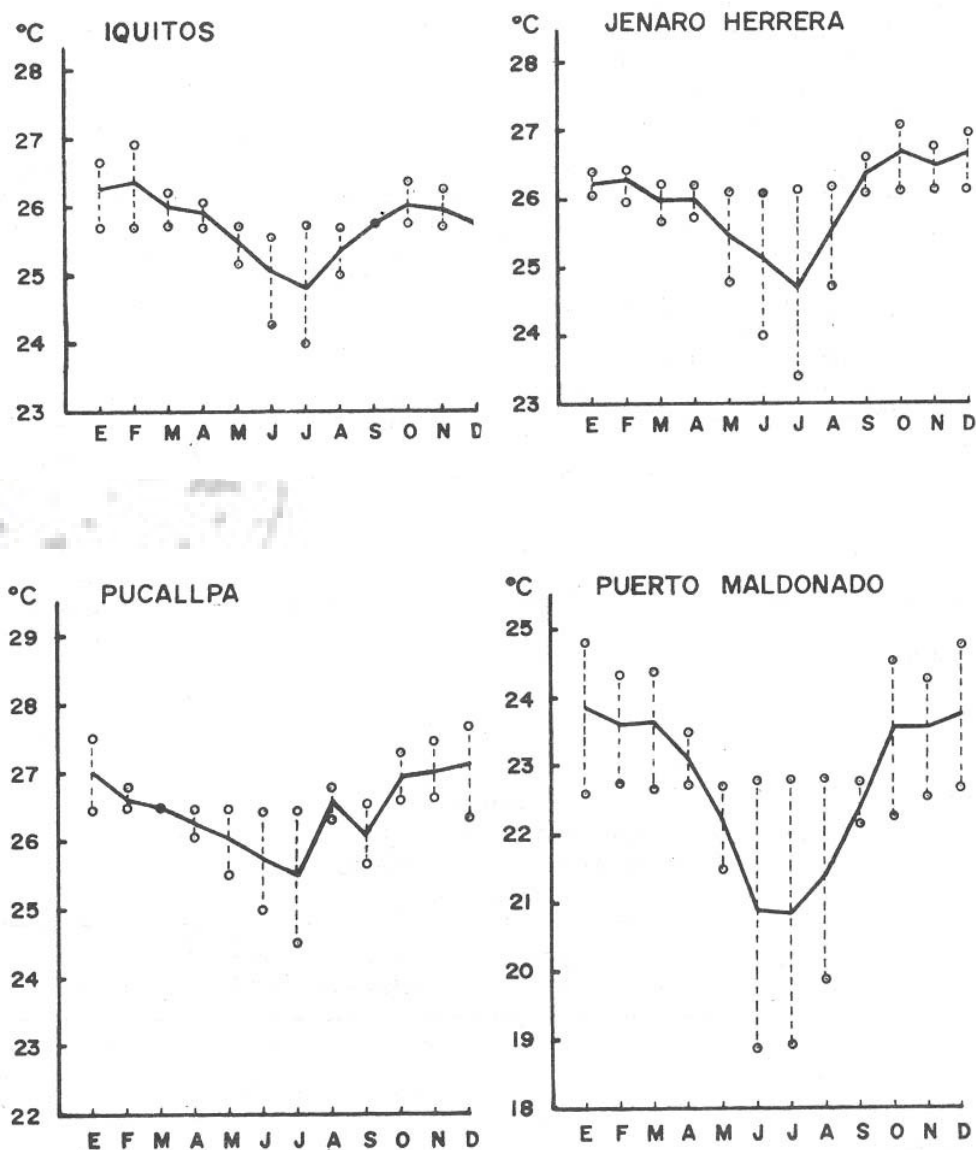
Más al Sur, la intensidad del fenómeno es mayor, siendo los rangos térmicos diarios más amplios, o sea en Puerto Maldonado se presentará mayor calentamiento en el día y mayor enfriamiento en la noche; por tanto, se tendrá mayor variabilidad térmica mensual. En estos casos analizados no le ha llegado a temperaturas de 0°C ó menos, aunque la bibliografía menciona valores bajo 0°C en el Sur de Brasil y Bolivia, que son zonas afectadas por el mismo fenómeno.

CUADRO II
TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES EN LAS
ESTACIONES SELECCIONADAS Y DESVIACIONES
TERMICAS ANUALES (°C).

Meses	Iquitos	Jenaro Herrera (*)	Pucallpa	Puerto Maldonado
Enero	26,2	26,3	27,0	25,8
Febrero	26,3	26,3	26,2	25,6
Marzo	25,9	26,1	26,5	25,7
Abril	25,9	26,1	26,3	25,2
Mayo	25,5	25,5	26,1	24,2
Junio	25,0	25,2	25,8	22,8
Julio	24,8	24,8	25,5	22,8
Agosto	25,4	25,6	26,6	23,4
Setiembre	25,7	26,4	26,1	24,7
Octubre	26,0	26,7	26,9	25,1
Noviembre	25,9	26,5	27,0	25,8
Diciembre	25,7	26,6	27,1	25,8
Y	25,7	26,2	26,5	24,8
S	1,5	1,8	1,6	3,0

(*) Campo abierto

Fig. 4 - TEMPERATURA PROMEDIO Y SU VARIABILIDAD DE LAS ESTACIONES EN ESTUDIO



4.1 Casos Especiales: Friaie de Julio 1975 en la Selva Baja del Perú.

4.1.1. Análisis Sinóptico- Climático.

Un caso importante detectado en la Amazonía Peruana y corroborado con la presencia de heladas en el Sur del Brasil lo constituye el friaie de Julio de 1975. La Figura 5 muestra el comportamiento conjunto de las variables meteorológicas que conforman el estado del tiempo en el período 5 de Julio - 5 de Agosto de 1975 en Iquitos, Jenaro Herrera, Pucallpa y, Puerto Maldonado, indicando la fecha, la ubicación del "día central" (19-20 Julio, 1975). Se puede apreciar, respecto a la presión atmosférica, que antes del día central esta aumentó súbitamente en un período de 24 horas al mismo

tiempo que la temperatura de rocío disminuye varios grados; 2 ó 3 días antes del día central, la temperatura máxima desciende bruscamente para aumentar de la misma manera, durante y después del día central, sucediendo exactamente lo contrario con la temperatura mínima. Respecto al rango térmico diario, este es menor durante los días previos a la fecha central y se hace elevado durante el día central.

En lo que se refiere a los vientos, el friaje se asocia a fuertes vientos que pueden dañar casas y tumbar árboles; se observa en la Figura 5, Una intensificación de los vientos durante la época de friaje. Se aprecia un incremento en la velocidad de los vientos cerca al día central pudiendo elevarse hasta 10 Nudos, como sucede en Puerto Maldonado y, siendo los vientos en promedio menores de 3 nudos; similar comportamiento se presenta en las demás estaciones, aunque con menores velocidades, todo ello en un período corto de hasta 4 ó 5 días. Respecto a la dirección del viento, se aprecian cambios súbitos desde la dirección N-E, propia de la zona, a vientos de componente Sur (SW/S/SE), características del friaje y que demuestran la penetración de vientos de altas velocidades provenientes del Sur; en la misma figura, el punto indica calmas. Estos cambios de viento, junto con los de presión, humedad y temperatura suceden en un período corto de tiempo y son simultáneos, pudiendo ocurrir únicamente en el invierno, época de ocurrencia del friaje.

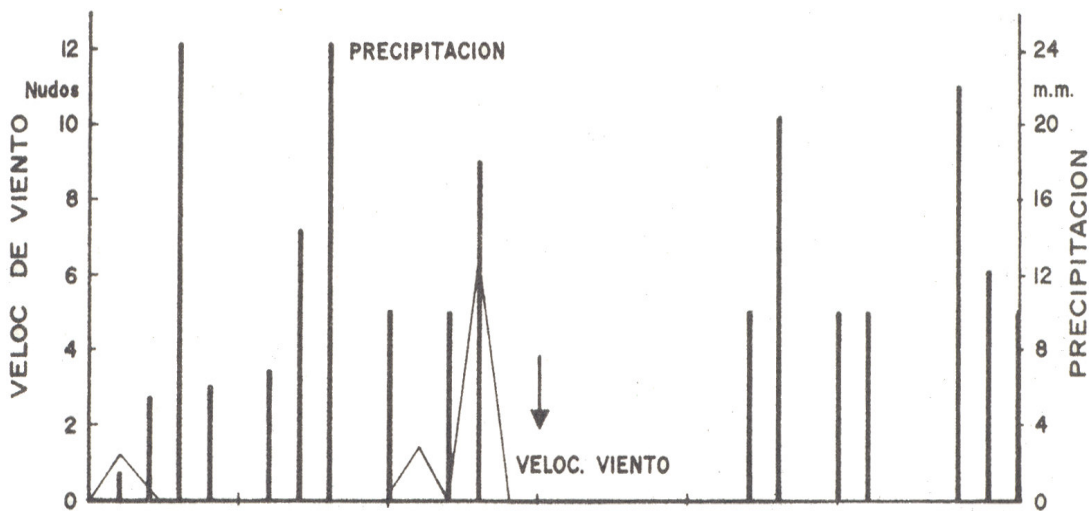
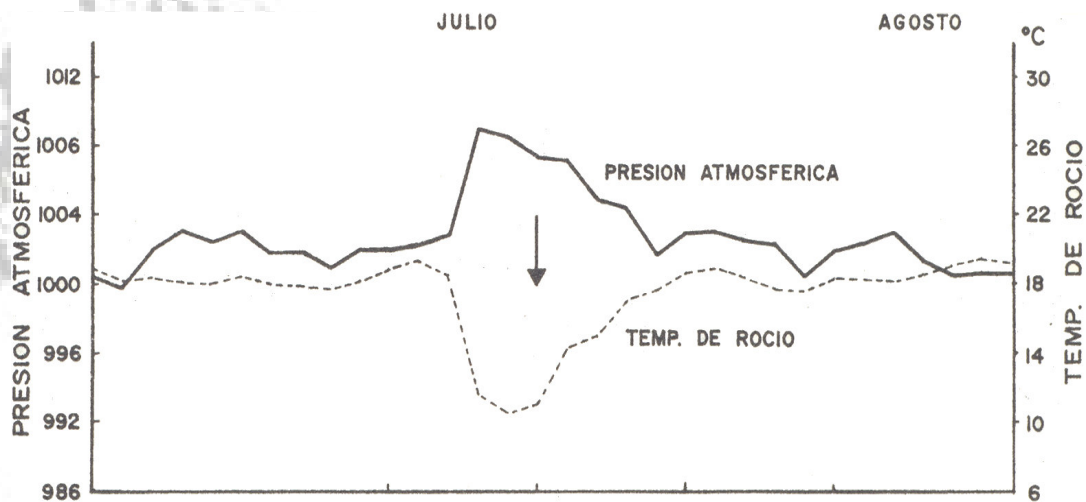
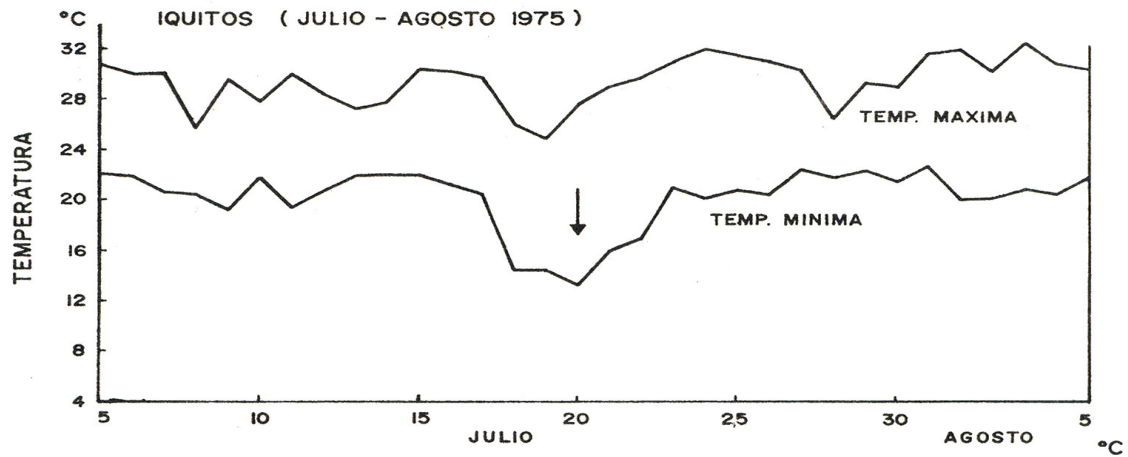
CUADRO III
TEMPERATURAS MINIMAS EN LOS DIAS 19 Y 20 DE JULIO DE
1975AS11 COMO EL INCREMENTO DE LA PRESION ANTERIOR
ALA FECHA CENTRAL

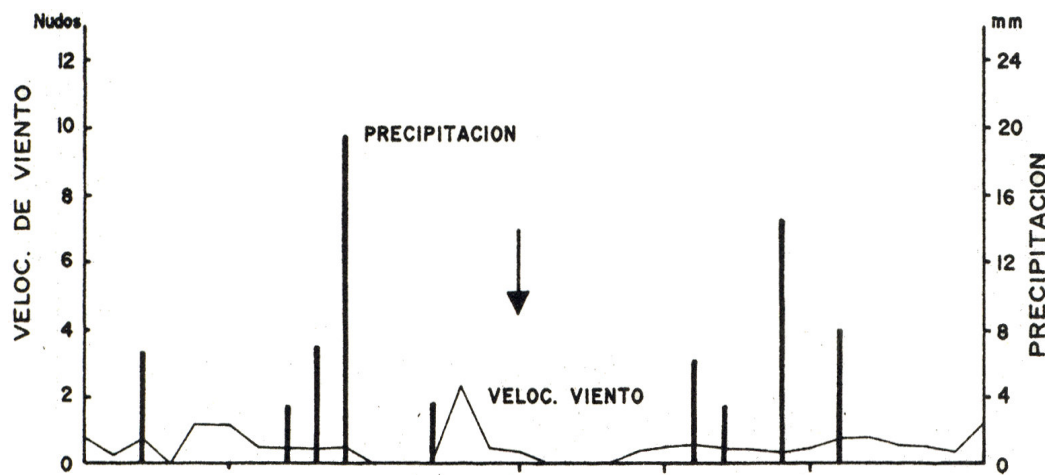
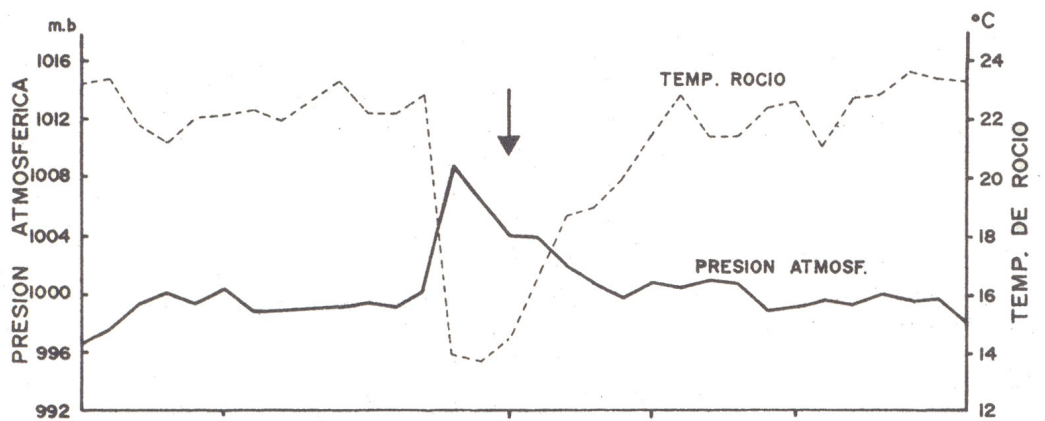
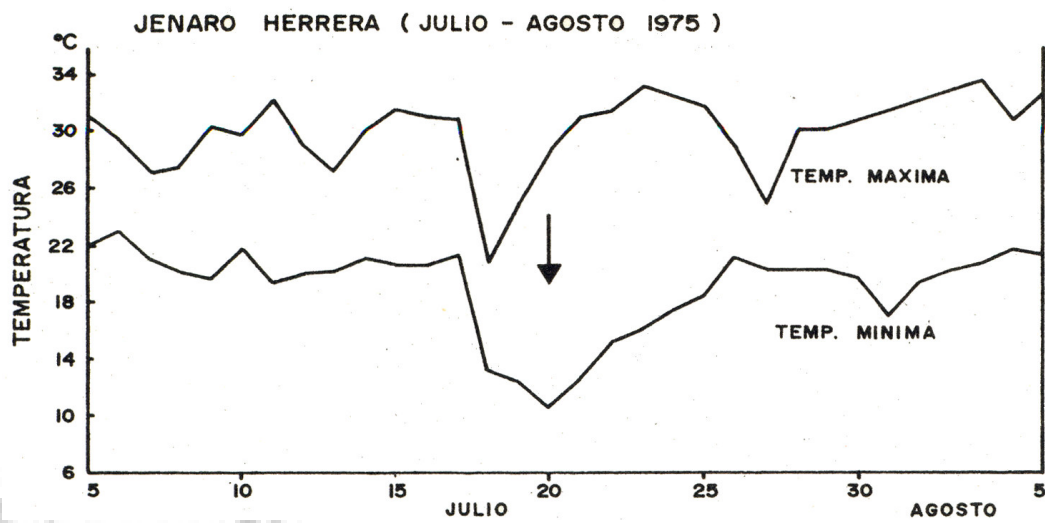
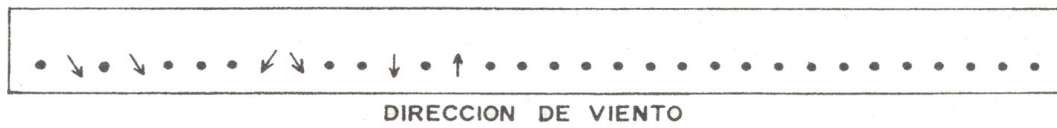
	Iquitos	Jenaro Herrera	Pucallpa	Puerto Maldonado
Día central	20	20	19	19
T. min (°C)	13,5	11,40	8,00	4,5
Ap (mb)	4,0	6,00	10,00	16,0

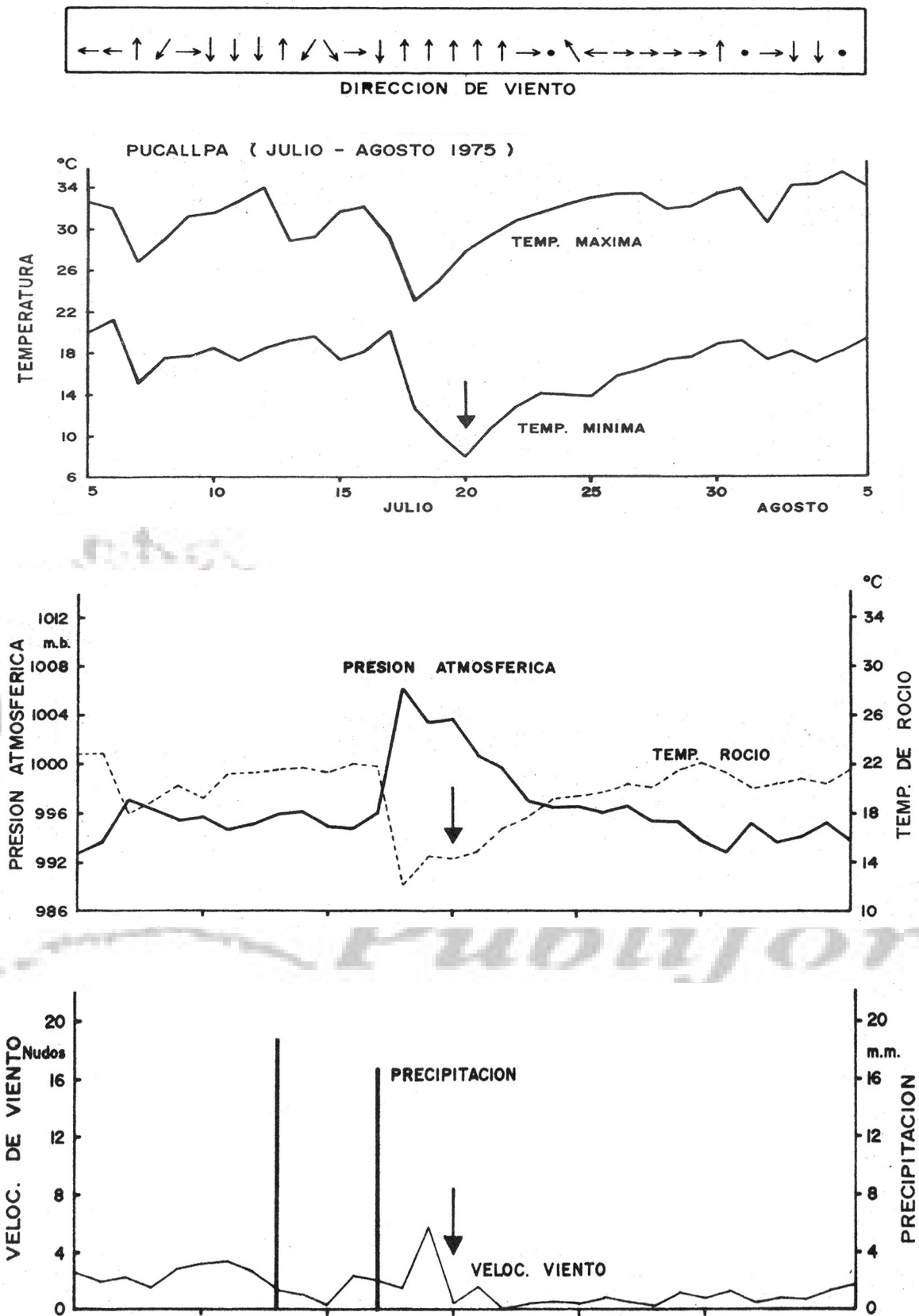
El Cuadro III, muestra las temperaturas mínimas durante el día central en cada localidad en estudio (19 y 20 de Julio, 1975), lo mismo que el incremento de la presión atmosférica desde 2 días antes.

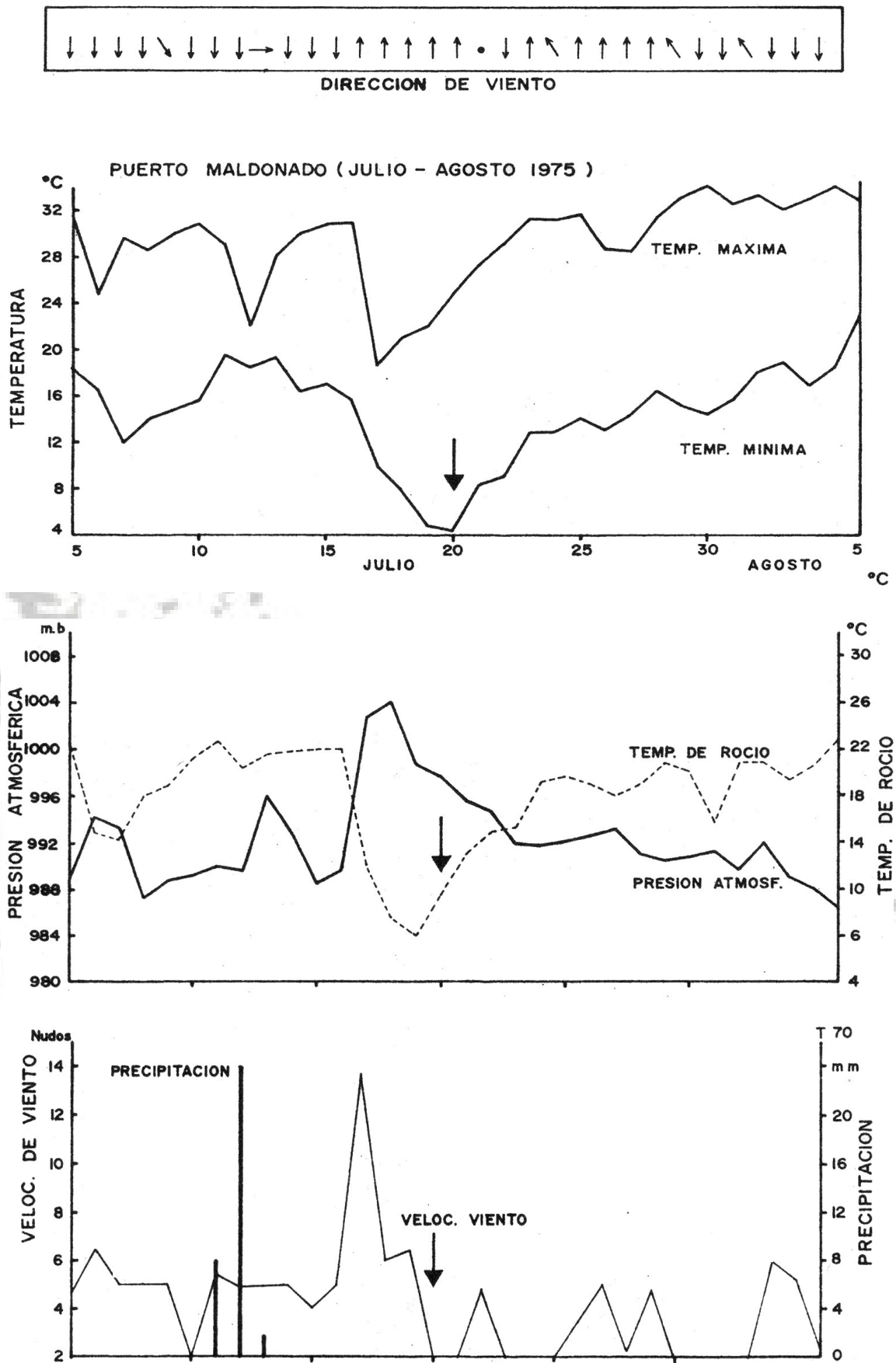
En el Cuadro III se parecía una relación directa en los cambios de presión y el, valor de la temperatura mínima, así como la ocurrencia más temprana del fenómeno en el Sur, ello podría deberse a que la masa de aire frío invasora del Sur pierde intensidad conforme se desplaza al Norte, y los cambios de temperatura, humedad y presión disminuyen hacia esta dirección. El hecho de que en el Sur del Brasil la temperatura mínima tan baja determinó la existencia de heladas advectivas el 17 de Julio, y la diferencia de casi 24 horas en la ocurrencia entre Puerto Maldonado e Iquitos, podría usarse con fines de pronóstico de ocurrencia de temperaturas bajas, siguiendo el avance del fenómeno a nivel sinóptico y en forma continua en toda Sudamérica.

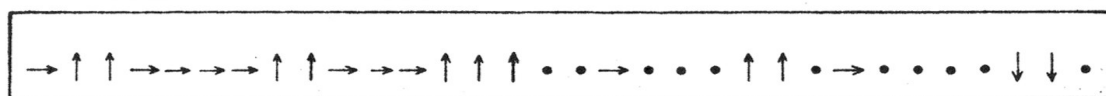
Fig.5 CARACTERISTICAS CLIMÁTICAS DEL FRIAJE DE JULIO-AGOSTO DE 1975 EN LA SELVA BAJA PERUANA











DIRECCION DE VIENTO

El Cuadro IV, muestra el estado del tiempo en superficie durante el friaje de 1975, mostrando temperaturas, rango térmico y viento; se aprecia lo dicho anteriormente respecto a los vientos y su cambio de dirección, amplio rango térmico diarios y la mayor dirección del fenómeno más al Sur.

4.1.2 Frecuencia de temperaturas mínimas en estaciones seleccionadas

En lo que se refiere al impacto del friaje en la actividad agrícola zonal, el Cuadro V, muestra una distribución de frecuencia de temperaturas mínimas en cada una de las estaciones de estudio, tomando en cuenta intervalos de clase que comprenden temperaturas limitantes y no limitantes para cultivos tropicales. Se aprecia que la frecuencia de ocurrencia de temperaturas limitantes es de 10 casos en Puerto Maldonado, 4 en Pucallpa, 1 en Jenaro Herrera y 4 en Iquitos (en 1981-1980), lo que significa una probabilidad de ocurrencia de 6% en Puerto Maldonado hasta 0% en Iquitos. El valor bajo de la probabilidad se debe a la poca duración del fenómeno (5 días en promedio) respecto a los 365 días del año; gráficamente, la Figura 6 muestra la distribución de frecuencias de temperaturas mínimas, siendo notorio además de lo anteriormente mencionado, las menores temperaturas mínimas promedio hacia el Sur de la zona en estudio.

4.1.3. Estudio de la temperatura dentro y fuera del bosque durante el friaje de 1974.

MARENGO (1983), señala una serie de características térmicas dentro y fuera del bosque, destacando la importancia de la masa vegetal como termorregulador en los que se refiere a temperaturas extremas. Para un caso cualquiera (friaje de Julio, 1974), la Figura 7 muestra el comportamiento térmico horario propio de los días de friaje en el bosque y fuera de él, así las temperaturas máximas bajas antes del día central, debido al cielo nublado, y las altas durante y **después** del día central (cielo despejado), así como una temperatura mínima absoluta de 16°C el día 26 de Julio (día central), siendo el rango térmico diario del mismo casi 12°C; dentro del bosque, el comportamiento es similar a lo que sucede fuera de él, aunque 1 ó 2°C menos, lo mismo que temperaturas máximas menores dentro del bosque, teniéndose rangos térmicos similares. Dentro del bosque las temperaturas mínimas suceden 1 a 2 horas después que fuera de él.

Se puede apreciar, de acuerdo a referencias y comparando los regímenes térmicos en regiones más altas, que la zona de ocurrencia del fenómeno corresponde a partes bajas continentales, no afectando a la Selva Alta, debido al obstáculo que representa la Cordillera de los Andes, ni a la Costa Oriental del Brasil. El hecho de que se presente solamente en el invierno austral se debe a que en esta estación los centros de presión se desplazan de sur a norte hacia el Ecuador, permitiendo la entrada de masas de aire frío y no sucediendo ello en verano debido al retroceso de los sistemas de presión del Sur, especialmente la zona de Convergencia Intertropical, que sobre el llano amazónico determina la estación de lluvias.

De acuerdo a las características del tiempo en superficie, y al influjo de masas de aire frío que se encuentran con las masas de aire cálidos locales, se puede indicar que la causa sinóptica de este fenómeno se relaciona con el paso de un frente frío (una "actividad frontal") sobre la Amazonía Central durante el invierno del Hemisferio Sur-Este; frente o actividad frontal se asocia al encuentro de la masa de aire local, cálido y húmedo con la masa invasora fría y seca, dando lugar a una superficie de contacto o superficie frontal la que al intersectarse con la superficie del lugar a un frente y puesto que el aire frío tiende a desplazar a la masa de aire cálido, el frente será del tipo frío.

CUADRO IV
ESTADO DEL TIEMPO EN SUPERFICIE, FRIAJE JULIO 1975

I Q U I T O S					
Período	T. min-día	(3)			
	(1)	(2)	A	D	P
18-23 Julio	1 3.5°C - 20	15,5°C	SE 2.8	S 4.0	C 0

JENARO HERRERA					
Período	T. min-día,	(3)			
	(1)	(2)	A	D	P
17-23 Julio	11.4°- 20	17.0	S 2.6	S 10	S 0.6

PUCALLPA					
Período	T. min-día	(3)			
	(1)	(2)	A	D	P
17-24 Julio	8.0 °C- 19	20	S 2.0	S 1.7	S 4.4

PUERTO MALDONADO					
Período	T. min-día	(3)			
	(1)	(2)	A	D	P
16-28 Julio	4.5°C- 19	18.5	S 13.8	S 6.2	S 6.5

- (1) Temperatura mínima absoluta - día central
 (2) Rango térmico en el día central
 (3) Dirección -velocidad del viento (nudos)
 A = 2 días antes del d (a centra;
 D = 1 día antes del día central
 P = en el día central

CUADRO V:
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE VALORES DIARIOS DE TEMPERATURA MINIMA
EN LAS ESTACIONES SELECCIONADAS, EN EPOCA DE FRIAJE.
(Junio - Setiembre, 1971 - 1980)

IQUITOS										
Descripción	Intervalo de Clase (°C)	Descripción de frecuencias				% Mensual				Probabilidad de ocurrencia
		J	J	A	S	J	J	A	S	
Temperaturas que afectan el desarrollo de cultivos tropicales	3- 4.9									0%
	5- 6.9									
	7- 8.9									
	9-10.9									
	11-12.9									
Temperaturas apropiadas para cultivos tropicales	13-14.9	-	3	1	-	-	1,2	0,4	0,4	100%
	15-16.9	2	3	3	2	0,6	1,2	1,0	2,7	
	17-18.9	8	7	5	10	2,8	2,6	1,8	2,7	
	19-20.9	4	59	47	42	14,8	22,2	17,0	17,0	
	21-22.9	165	179	204	208	62,4	67,2	74,2	68,5	
	23-24.9	57	15	15	32	19,3	5,6	5,5	10,5	
	25-26.9									
TOTAL		297266		275	294					
1132										

DESCRIPCION	Intervalo de. Clase (°C)	Distribución de frecuencia				Mensual %				Probabilidad de ocurrencia
		J	J	A	S	J	J	A	S	
JENARO HERRERA.										
Temperaturas que afectan el desarrollo de cultivos tropicales	3- 4.9 S- 6.9 7- 8.9 9-10.9 11-12.9		2				0.29			0.3%
Temperaturas apropiadas para cultivos tropicales	13-14.9 15-16.9 17-18.9 19-20.9 21-22.9 23-24.9 25-26.9	3 12 17 102 157 5 -	5 11 27 128 126 3	3 4 19 119 160 5 -	- 5 8 80 201 5 -	1,00 3,00 5,70 34,50 53,00 1,80 -	1,70 3,70 9,00 42,70 42,00 1,00 -	1,00 1,30 6,10 38,40 51,60 1,60 -	- 1,70 2,70 26,80 67,20 1,70 -	99.7%
TOTAL		296	302	310	299					
1207										
PUCALLPA										
Temperaturas que afectan al desarrollo de cultivos tropicales	3- 4.9 5- 6.9 7- 8.9 9-10.9 11-12.9	- - - - -	1 2 3	- - 1	- - -	- - -	0,30 0,60 1,00	- - 0,30	- - -	0.6 %
Temperaturas apropiadas para ,Cultivos tropicales	13-14.9 15-16.9 17-18.9 19-20.9 21-22.9 23-24.9 25-26.9	4 17 52 174 44 1 -	11 23 71 159 37 - -	9 12 65 173 46 - -	4 11 30 151 98 2 -	1,40 5,80 17,00 59,50 15,00 0,50 -	3,60 7,50 23,10 51,80 12,00 - -	2,90 3,90 21,40 56,60 14,90 - -	1,40 3,70 10,10 51,00 33,10 0,70 -	99.4%
TOTAL		292	307	309	296					
1204										

PUERTO MALDONADO										
Temperaturas que afectan el desarrollo de cultivos tropicales	3 - 4.9	-	2	-	-	-	0,70	-	-	
	5 - 6.9	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7 - 8.9	1	2	3	-	0,40	0,70	1,00	-	5.5%
	9-10.9	4	5	3	-	1,40	1,70	1,00	-	
	11-12.9	10	18	17	7	3,40	6,30	6,00	2,40	
Temperaturas apropiadas para cultivos tropicales	13-14.9	28	24	21	17	9,50	8,40	6,90	5,80	
	15-16.9	53	58	39	22	18,00	20,20	13,00	7,50	
	17-18.9	80	72	75	54	27,00	25,10	24,50	18,40	
	19-20.9	87	98	108	107	29,00	34,30	35,30	36,4	99.5%
	21-22.9	33	73	38	82	11,10	2,40	12,40	27,90	
	23-24.9	-	-	2	5	-	-	0,70	1,70	
	25-26.9									
TOTAL		296	286	306	294					
			1182							

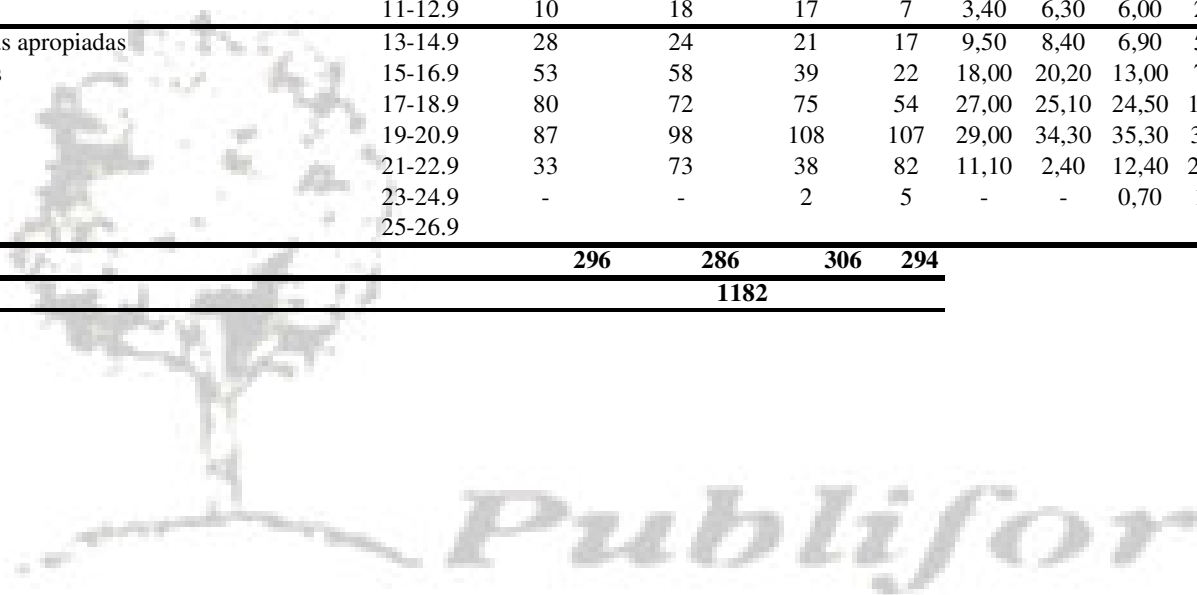
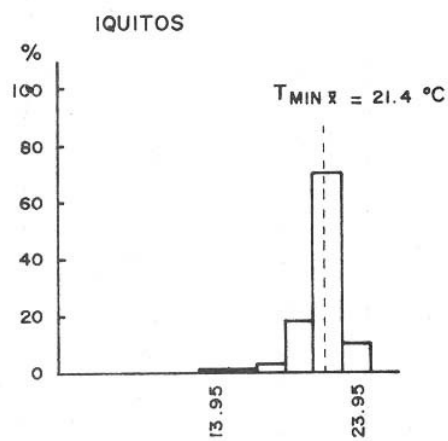
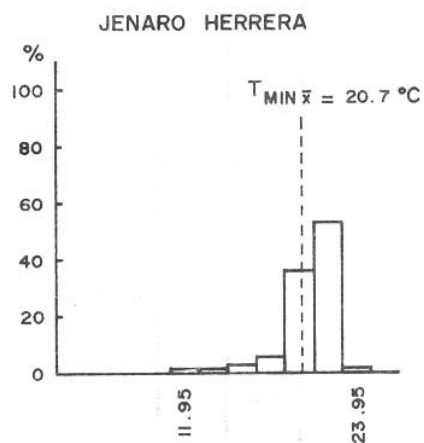
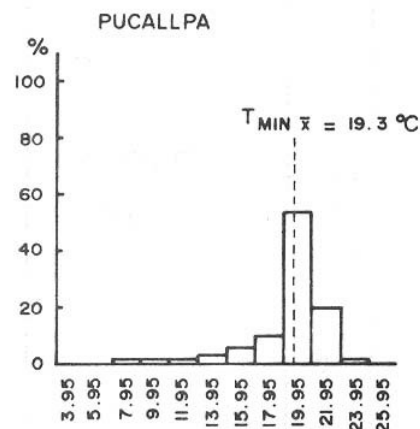
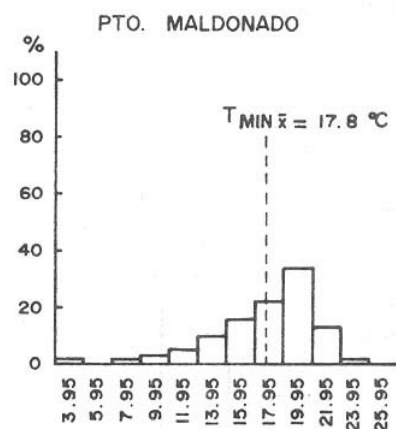
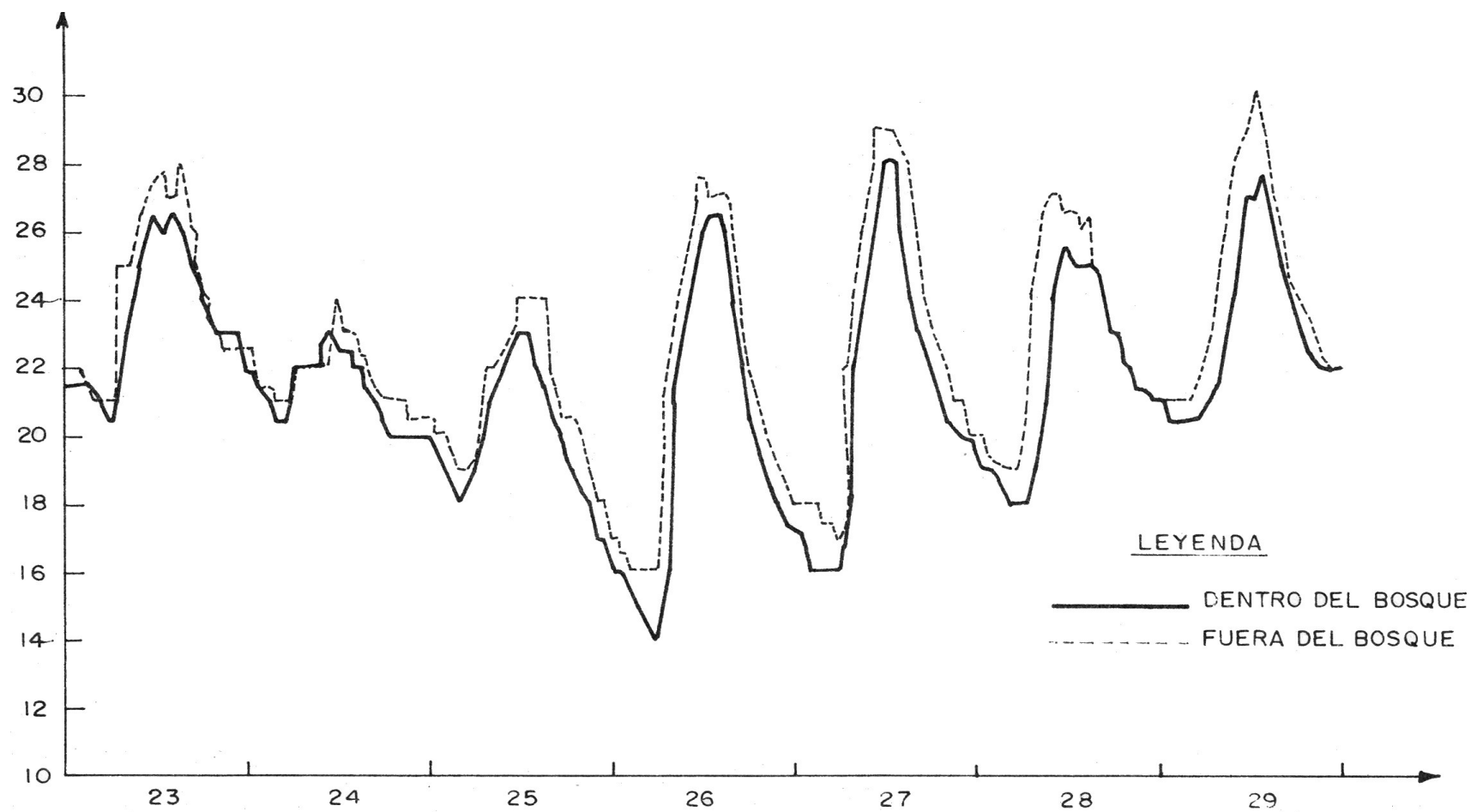


Fig. 6.-

FRECUENCIAS RELATIVAS DE OCURRENCIA DE TEMPERATURAS MINIMAS
EN LAS ESTACIONES EN ESTUDIO (PERIODO 1971- 80)





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El bajo rango térmico anual en la Amazonía, menor de 2°C, contrasta con el alto rango térmico diario, 15°C o más durante el invierno austral que es la época de ocurrencia de friaje.
2. El descenso súbito de la temperatura en los días de invierno está asociado al influjo de masas de aire frío del Sur, que al encontrarse con la masa de aire local, da lugar a un Frente Frío.
3. La actividad Frontal se detecta en las estaciones climáticas de superficie con una serie de cambios conjuntos en el estado del tiempo, siendo más intensos los cambios hacia el Sur de la Amazonía.
4. Las temperaturas mínimas dentro del bosque, en época de friaje, se presenta 1 ó 2 horas después de que sucedió fuera de él, pudiendo producirse un daño por frío en las especies forestales, la vegetación natural y la actividad fisiológica de las bacterias del suelo.
5. Se recomienda profundizar estudios sinópticos acerca de este fenómeno, a través de mapas de tiempo e imágenes de satélite, que haga posible su predicción a corto plazo. Así también se sugiere estudios sobre el impacto climático del friaje en la actividad agrícola-forestal zonal y regional.

BIBLIOGRAFIA

1. ALDAMIZ, O., P. (S.F.). El tiempo en la Selva del Perú: ¿Calor en la Selva? Copias mimeografiadas sin fecha.
2. BARRY, R. y CHORLEY, R. *Atmósfera, Tiempo y Clima*, Ed. Omega, Barcelona, 1972.
3. BRINKMANN, W., WEIMAN, J. and GOES, M.N. 1971. Air Temperatures in Central Amazonia I. *Acta Amazonica* 1 (1), April 1971. pp. 51-56.
4. BRINKMANN, W. and GOES, M.N. 1971. Air Temperatures in Central Amazonia II. *Acta Amazónica* 1 (3). December 1971. pp. 27-32.
5. - - - - - 1972. Air temperatures in Central Amazonia III. *Acta Amazónica*. 2 (3). December 1972.
6. GIRARDI, C. 1983. El Pozo de los Andes. First International Conference on Southern Hemisphere Meteorology. American Meteorological Society.
7. HAURWITZ, Band, AUSTIN, J. *Climatology*. Mc Gravv Hill Books Co. Inc. New York. 1944.
8. KOUSKY, V. MOLION, L. Uma Contribuicao a Climatologia da Dinâmica da Troposfera sobre a Amazonia. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), Publicacao No. INPE. 2030/FIPI-050. 2o. Versao. Sao Paulo 1981. 14pp.
9. MARENGO, J.A. Estudio Agroclimático en la Zona de Jenaro Herrera (Requena -Loreto) y Climático en la Selva Baja Norte del Perú. Tesis U.N.A. Ing. Meteorólogo- 1983. 464pp.
10. MILLER, A. *Climatología*. Ed. Omega Barcelona. 1966.
11. PARMENTER, F. 1976. A Southern Hemisphere Cold Front. Passage at the Equator. **Bulletin of the American Meteorological Society**. Vol. 57. Number 12. December. 1976.

12. PERU-ONERN. Estudio y Evaluación de los Recursos Naturales de la Zona de Kcosñipata, Alto Madre de Dios y Manu. Lima, 1965.
13. PERU-ONERN. Estudio, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Zona de Iberia e Iñapari. Lima. 1972.
14. PERU-ONERN. Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Zona de Iquitos, Nauta, Requena y Colonia Angamos. Lima. 1975.
15. SERRA, A. e RATHBON, L. As Ondas de Frio da Bacia Amazonica. Ministerio da Agricultura. Servicio de Meteorologia. Rio de Janeiro. 1941.
16. VILLAREJO, A. Así es la Selva. Ed. CETA. Iquitos, 1979.

A N E X O

Análisis de Imágenes de Satélite

Esta Parte no constituye resultado de la presente investigación, pero se ha creído conveniente incluir la secuencia de imágenes de satélite (8a a 8h), del Satellite Data Service Branch, de Washington, EE.UU., desde el 14 al 21 de Julio de 1975, y que fue mostrado por Francis Parmenter en 1976 *(ver referencia bibliográfica 11) - constituyendo un apoyo al análisis climático en superficie.

Se aprecia en las imágenes retoques realizados por el mismo Parmenter, como la línea blanca discontinua que señala la Convergencia Intertropical, la isoterma de 0°C y la de 15°C, la representación sinóptica del frente frío y una delimitación por letras (A, M, I, T, X, etc.) del territorio de Brasil, así como la presencia de las altas presiones (H) y bajas presiones (L). A partir del día 13 se tiene una baja presión sobre la costa chilena y un sistema frontal avanza al este de la costa argentina, mostrando nubosidad estratiforme sobre el océano y actividad convectiva al este de los andes y cielo despejado en continente; la temperatura sobre la cuenca amazónica alcanza 25 y 27°C, al norte de 10°S se tienen vientos menores de 3 m/seg del S.E. El día 14 la baja anterior se mueve hacia el Atlántico y el frente avanza al Ecuador, nubes bajas y medias indican el empuje de aire frío a lo largo de las tierras bajas argentinas, la isoterma de 15°C avanza sobre la Selva Baja Sur del Perú, llegando a casi 10°S. En el día 15 de julio se tiene un buen desarrollo de la onda frontal a 40°S, y la baja superficial tiende a girar al norte hacia el extremo sur del Brasil, el aire frío avanza sobre el Norte de Bolivia y Paraguay, así como un buen desplazamiento de isoterma de 15°C sobre el este del Brasil; al Sur de 20°S se tienen vientos de dirección sur bajo cielo despejado.

Durante el día 16 la isoterma de 15°C avanza al norte de 10°S en el Perú (cerca a Pucallpa) y poca actividad convectiva se aprecia sobre esta región, el frente se ubica transversalmente a la costa del Brasil y se aprecia la formación de otra onda en 50°S, sobre el Pacífico, en el norte del Uruguay se aprecia el despeje del cielo y se muestran fuertes cambios de temperatura en esta zona; en la noche, la irradiación determina el avance de la isoterma de 0°C al norte de 30°S, teniéndose temperaturas de 23°C a 20°S y 31°C en el Ecuador.

En el día 17 se aprecia un avance mayor de la isoterma de 15°C, al este del Perú la presencia de la isoterma de 0°C cerca a 20°S, respecto al día anterior, en un avance en dirección N.E. del frente frío que acompaña el movimiento de las isotermas antes mencionadas. Sobre el Valle de Paranaíba, al Sur de Brasilia, se tienen temperaturas de 19°C, detrás del frente, y se tiene poca nubosidad en la

frontera Perú-Brasil a 10°S. Dramáticos cambios de temperatura ocurren en el interior de estaciones de Brasil y durante la noche los vientos incrementan y llegan del sur hasta 5°C, la temperatura disminuye hasta valores extremos.

El día 18 muestra cielo despejado entre 5° y 20°S, respecto a la Amazonía Peruana, la isoterma de 15°C llega hasta cerca a Iquitos como consecuencia del avance al N.E. del frente frío acercándose a 0°, a 32°S se forma un nuevo centro de baja presión, vientos del sur se extienden sobre gran parte del área al N.W. del frente, en la costa de Venezuela, así como calmas sobre Ecuador y Colombia. Condiciones de cielo claro sobre el Paraná determinan temperaturas bajo cero en superficie, sobre esa zona.

El día 19 se aprecian sobre la Amazonía Peruana, entre 0° y 10°S, 2 isotermas de 15°C que muestran condiciones estacionarias de frío sobre esta zona, un centro de 0°C se forma en la Argentina al este de los Andes,

El sistema frontal cruzó la costa Atlántica cerca a 17°S y se reporta nieve a 0° y 60°W, las temperaturas empiezan a ser modificadas sobre el Brasil, especialmente al este, donde se reestableció el flujo de aire oceánico.

En el día 20, al igual que el 19 en el Perú, se sienten en temperaturas en Iquitos, Puerto Maldonado menores de 15°C, mostrando toda la zona cielo despejado; isotermas de 15°C se estacionan a 5°S, aproximadamente. Al cubrir gran parte del norte de Sudamérica a 10°S, se tiene temperaturas de 20°C sobre zonas cubiertas y de 32°C sobre zonas claras, hay un marcado contraste en la estabilidad actual y la actividad convectiva dos días antes. El segundo sistema frontal avanza al N.E., mientras que el día 21, el frente en estudio avanza al N.E. y se aproxima al Ecuador, llegando a sobrepasarlo. En el día 20 se reportan vientos del sur en gran parte del norte del continente (10 m/seg en Trinidad) y se aprecia la Z CIT como límite de los alisios del Norte y del Sur. Finalmente, el día 21 la nubosidad estratiforme con el aire caliente es localizado principalmente al norte del Ecuador. El calentamiento durante el día en áreas de nubosidad fría inicia un proceso de modificación de temperaturas al sur del Ecuador.

La actividad convectiva nocturna sobre latitudes tropicales continentales reaparece el 23 de Julio y el movimiento hacia el oeste, a gran escala típico del norte y centro del Brasil se reinicia el 26 de julio. Esta secuencia histórica permite observar a gran escala y a gran altura de los Friaes sobre la Cuenca Amazónica a través del avance del frente frío, en un fenómeno de corta duración, raro pero de efectos significativos climáticamente.

Finalmente, se puede señalar la intensidad del fenómeno que varía de año en año y este influjo de aire frío del Sur, puede suceder hasta 5 ó 6 veces al año. **Referencias** personales de gente que ha vivido en la zona de San Jorge, cerca a Pucallpa; y en otros lugares de la Selva, menciona la ocurrencia de heladas (del tipo advectivas) que dañan cultivos de pastos y café, haciendo énfasis de los años con más frío en 1933 y 1958; así mismo, se reportaron fuertes vientos que derrumbaron árboles en el bosque. Debido a la falta de información meteorológica en muchas zonas y en algunos años, así como a la inexistencia de registros de daños por heladas o de muertes por frío, no se ha podido evaluar el impacto económico o agrícola del friaje, pasando desapercibidos a nivel nacional, siendo ello causante de su desconocimiento.

Fig. 8. serie de imágenes de satélite SMS – 1 (IR) 14-21 de julio 1975; 1130GMT (parmenter, 1976)

Fig. 8a. 14/07/75

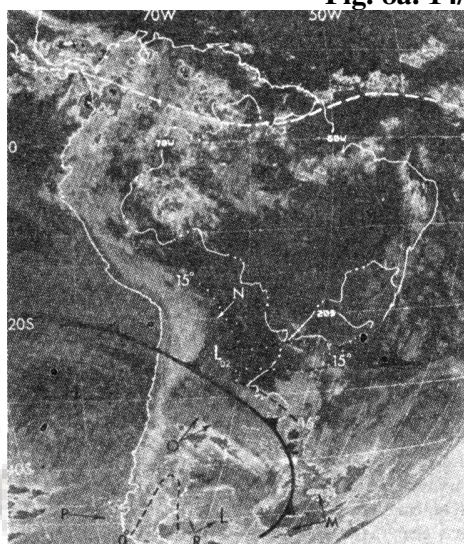


Fig. 8b. 15/07/75

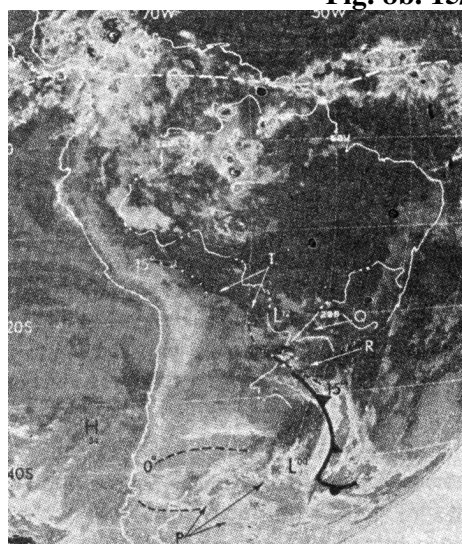


Fig. 8c. 16/07/75



Fig. 8d. 17/07/75

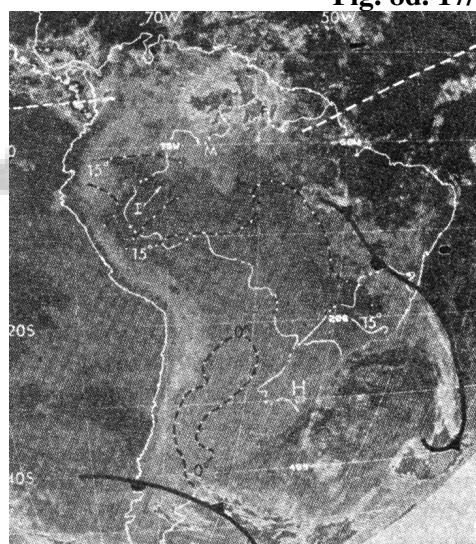


Fig. 8e. 18/07/75

Fig. 8f. 19/07/75

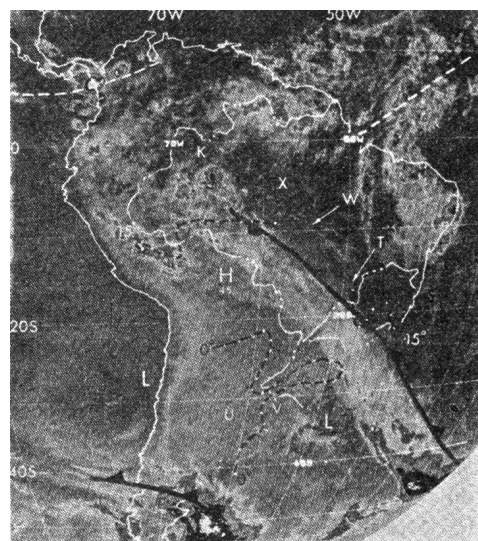


Fig. 8g. 20/07/75

Fig. 8h. 21/07/75

