

¿ES EL MONZON DE VERANO EL PRINCIPAL
DETERMINANTE DE LAS PRECIPITACIONES
EN EL ASIA ORIENTAL?

Por H. LAUTENSACH (x)

Para aquellos que no están muy familiarizados con la Climatología y la Meteorología del S. y O. de Asia, esta pregunta parecerá absurda, ya que desde el histórico trabajo de *Woeikof* (89), el estudio del monzón de verano del Asia Oriental ha sido encarado en forma tan análoga en los manuales y tratados concernientes, prescindiendo de pocas excepciones, que podría pensarse que hace ya tiempo que se ha dicho la última palabra al respecto. Como ejemplo quisiera citarme yo mismo (48, pág. 439, 523): "El monzón de verano produce en las laderas que se atraviesan en su camino abundantes lluvias orográficas". "Refiriéndose a los países monzónicos Lord Curzon los designa con la expresión de "capa del mendigo" de Asia con un ribete de oro. Este ribete dorado, incluyendo las islas australiano-asiáticas, cobija a más de la mitad de la humanidad, y esta población debe su subsistencia casi exclusivamente al efecto del monzón de verano, el cual brinda en la época en que las plantas tienen más necesidad de agua, una excesiva cantidad de precipitaciones". También trabajos especializados, aun de fecha más reciente, como por ejemplo el de *Trebge* (74), presentan el mismo punto de vista. *Fochler-Hauke* (30) asegura, aun en 1934, que en el S. de la China el monzón de verano "produce las más abundantes precipitaciones del año" y coloca con esto a las lluvias monzónicas en contraposición con las precipitaciones producidas por tifones y ciclones extratropicales. La explicación aerodinámica en que se basa este concepto, aunque no siempre expresada en forma totalmente clara, es la siguiente: el monzón de verano asiático se compone de una poderosísima masa de aire caliente que parte del centro de alta presión subtropical meridional y cruzando la zona de las calmas ecuatoriales, avanza profundamente con ininterrumpido movimiento casi estacionario hasta la zona templada del N. Al cruzar los extendidos mares cálidos toma abundante humedad. Cuando esta masa de aire llega a

(x) Traducción del alemán por Berta J. Nagel, Ayudante de Investigación de la Sección de Estudios Geográficos (U. N. C.).

tierra, cruza adiabáticamente las montañas que se le atraviesan, en líneas de corrientes paralelas. Junto con esto caen abundantes lluvias orográficas. En las llanuras, las capas superiores se extienden en forma laminar por encima de las inferiores, que han sido retardadas por la repetida frotación y a su vez se desprenden de su humedad.

En razón de este concepto, yo esperaba encontrar en Corea, en las cordilleras orientadas hacia el S., una gran cantidad de lluvias orográficas monzónicas. He pasado en el verano de 1933 muchos días monzónicos en Corea, en los cuales el viento llegaba con poca fuerza del cuadrante S. En esos días monzónicos la temperatura sobrepasaba el término medio. El 6 de julio, medía a las 13, en el gran nudo del paso de Tädong (Daidökô) (1), al S. de Pjöngjang (Heijô), 42°5. Las oscilaciones diarias son pequeñas. Pocos días después comprobé a las 23 en el vecino Musan (Môzan) una temperatura de 32°. La humedad relativa es muy grande, de tal manera que los ascensos a las montañas en esos días son extraordinariamente fatigosos. En las islas vecinas, siempre que no sobrepasen los 1000 m. de altura, por lo menos se ven premiados por un hermoso panorama. Pero en tierra firme, sobre todo en el interior, el cielo a menudo no es de un azul radiante, sino que tiene destellos blancuzcos y las montañas más altas están envueltas desde los 500 u 800 m. en capas de estratos, sobre todo en los lados orientados hacia el viento. Pero en esos días monzónicos en Corea no he visto precipitaciones. Después de una sucesión más bien larga de esos días, en los campos de arroz que no se riegan artificialmente y que están cubiertos por una capa de agua estancada, se forman masas de algas verdes y las plantas de arroz que se encuentran entre ellas cambian su color verde oscuro, por un verde amarillento pálido y muestran fenómenos de degeneración. De ahí que volví de Corea con la convicción: el monzón de verano no produce lluvias; por eso es el enemigo del cultivo del arroz. El resultado de esas observaciones lo di a conocer en 1934 en mi relato de viaje (49).

Ya antes *A. Wagner* había publicado un tratado sobre el monzón índico, en el cual se estudian las mediciones realizadas en las capas superiores de aire del Indostán (84). En ese trabajo llega por su parte a conclusiones que se apartan mucho de las concepciones usuales. Según *Wagner* el monzón del SO. representa en el Indostán un poderoso sistema estacionario de corriente ciclónica, que alcanza una altura que llega hasta la mitad de la cuesta del Himalaya. Este sistema de corrientes tiene en el NO. de la India por lo menos 500 m. de altura y a veces limita con una masa de aire

(1) La pronunciación japonesa de los nombres coreanos, que hasta ahora se ha preferido internacionalmente, está agregada entre paréntesis.

extremadamente caliente y seca, a la cual separa de la superficie terrestre y que, viniendo desde Beluchistán hacia el SE., se eleva por encima de la masa monzónica, menos caliente pero extremadamente húmeda. Por eso en el NO. de la India, esta última es poderosa a menos de 500 m. Con esto se explica que el monzón del SO. no produce aquí precipitaciones (desierto de Thar). En la India Central las masas de aire forman a mayor altura un torbellino ciclónico estacionario. En éste la masa seca que viene del O. representa el papel de sector frío, pues el gradiente de altura de la temperatura es menor en la masa de aire monzónica, húmeda, de manera que ésta a grandes alturas permanece más caliente que aquélla. El frente caliente de este sector frío está muy desarrollado en el Indostán. Por este frente se desliza el aire monzónico, extendiéndose hacia el SO. por encima del aire frío y seco que viene del O. De ahí que gran parte de las precipitaciones del Indostán tiene origen ciclónico. Según *Wagner*, sólo en la costa malabárica al S. de Bombay y en la de la Indochina (*Arakanyoma*) se producen lluvias regionales. Otro territorio, relativamente pequeño, con lluvias regionales, se encuentra al N. del golfo de Bengala, junto al Himalaya, en los alrededores de Darjeeling donde por lo menos en las capas bajas, los vientos del S. suben por las cuestas montañosas. En general la barrera del Himalaya influye sólo indirectamente en la producción de precipitaciones, al formarse el torbellino estacionario por un estancamiento orográfico. Muchas de estas conclusiones de *Wagner* están en concordancia con los resultados obtenidos en investigaciones anteriores o posteriores. Desde hace ya más de medio siglo, *Meinardus* (60) reconoció que gran parte de las precipitaciones de verano de la India Central son de origen ciclónico. Este autor describe muy claramente el surco de presión atmosférica que se extiende de O. a E., la desviación de la dirección del monzón por éste y el cambio estacional del sistema. *Flohn* (29) considera con razón, y en esto concuerda con un trabajo posterior de *Dobby* (25), que este surco de presión atmosférica es el frente intertropical (ecuatorial), que se ha extendido mucho hacia el N. El concepto de *Wagner*, de la estructura vertical de las masas de aire estivales en el Indostán, es confirmado por dos meteorólogos hindúes (23). En cambio puede considerarse como exagerada la afirmación de que la mayor parte de las precipitaciones de verano del Himalaya no son lluvias orográficas. Bien sabemos que la presencia del monzón de verano, ha malogrado en las grandes alturas del éxito final de tantas ascensiones al Himalaya, a causa de las nevadas que van unidas a él.

Desde 1934, también se han modificado fundamentalmente las concepciones acerca del monzón de verano del Asia Oriental, y especialmente con motivo de las investigaciones de *Coching Chu* (12-16), *Chang Wang Tu*

(76-83), *Jaw* (45) y *Gherzi* (38) en la China; de *Arakawa* (2-4), *Yamanaka* e *Ikeda* (90) en el Japón, así como de las mías propias (50) y de mis discípulos *Schumacher* (68) y *Trojan* (75) en Corea.

No cabe duda de que también en el Asia Oriental en los meses de verano, predominan a poca altura, vientos provenientes del cuadrante S. Esto lo demuestran en concordancia las observaciones realizadas por los navegantes en los mares asiáticos orientales y las mediciones de la dirección de los vientos en las estaciones de tierra firme, en la medida que las mismas no están sujetas a influencias orográficas. Las cartas de la dirección predominante de los vientos, para los meses de estío, (12, 22, 32, 46, 58, 64, 86) muestran así en la parte oriental de Asia, un sistema de corrientes cerrado, el cual partiendo de la zona de alta presión subtropical del hemisferio S., se extiende hasta la orilla norte del mar de Okotsk. Por cierto que la escasa longitud y el poco espesor de las flechas indica al mismo tiempo, que este monzón de verano del frente oriental de Asia no puede ser comparado con el monzón simultáneo del océano Indico ni en cuanto a velocidad ni en cuanto a constancia. El promedio de la velocidad en el Asia Oriental importa sólo unos 3 m/seg. Ya que, según las cartas, la ruta de la corriente, desde el centro de Australia hasta la orilla norte del mar de Okotsk, mide en cifras redondas 10.000 Km., una partícula de aire necesitaría unos 38 días para realizar ese viaje. Pero por lo que sé, hasta ahora jamás se ha observado en el Asia Oriental en una estación y ni qué hablar en todas simultáneamente, una duración tan larga e ininterrumpida de tiempo monzónico. El lugar de origen de las masas de aire que vienen del S. se encuentra más bien con respecto a las partes septentrionales del Asia Oriental en el anticiclón del Pacífico N. y sus alrededores más al S. (2, 3, 68); con respecto a la China, a veces, a lo cual ya se refirió *Sion* (70) sólo en los vecinos mares costeros o bien en las proximidades inmediatas al Ecuador (80-82). Primeramente *Deppermann* en Manila (15° N.) considera como monzón de verano "todo viento que viene del hemisferio Sur" (20). De este modo las citadas cartas pueden conducir fácilmente al concepto erróneo de que el clima estival del Asia Oriental, contrariamente a lo que ocurre con todas las demás regiones de la zona templada, tiene una especial estabilidad. Esto no se puede aceptar, en presencia de las distintas cuencas oceánicas, con muy diversas condiciones de temperatura y corrientes y las grandes masas terrestres con sus considerables elevaciones, diseminadas en ellas. En cambio para la mitad occidental del océano Indico son evidentemente verdaderas las viejas concepciones acerca de la constancia y velocidad y probablemente de la fuerza de las corrientes de aire monzónico (69).

Desde principios de la cuarta década de este siglo también se realizan

en algunas pocas estaciones principales del Asia Oriental observaciones de altura y ya antes, del movimiento de las nubes se han sacado conclusiones acerca del movimiento de las capas de aire superiores (3, 17, 36, 45, 80-82, 90). Éstas han mostrado que el monzón de verano del Asia Oriental posee relativamente poca fuerza. En general, en la China Oriental no se pasa de los 2000 a 3500 m. (13, 15, 36) y a veces sólo se llega a los 500 m. (17). Al N. de la gran curva de Hwangho, según *Haude*, en 1927 la masa monzónica del S. alcanzó en junio la fuerza de 1200-1500 m. y en julio 2600 m. (40). Por encima de esa masa también se extiende en la tierra firme del Asia Oriental, un cuerpo de aire relativamente seco que viene desde el O. A menudo se ha observado en la China Oriental y en Szetschuan, que los cúmulos que se han formado en la capa inferior, al ascender, se disuelven en el límite de la capa superior. (81, pág. 19, 34). De modo que estas condiciones recuerdan mucho las de la India del NO. *Jaw* (45, pág. 13) calcula a base de las observaciones realizadas en tierra y en las alturas, en Nanking, que el aire del monzón de verano tiene que ascender adiabáticamente unos 1180 m. por término medio, para producir precipitaciones. Según otros autores, el nivel medio de condensación del monzón de verano es ciertamente más bajo para Nanking. (81, pág. 17, 23, 30).

Estas afirmaciones hacen sospechar desde un principio que en las regiones llanas casi nunca, y en las regiones muy montañosas sólo casualmente el monzón de verano produce precipitaciones. Las investigaciones en Corea han confirmado plenamente esta sospecha. Corea se presta especialmente para esto, porque representa aquella parte de la tierra firme del Asia Oriental que posee la más densa y más segura red de estaciones que trabajan. Esta región tiene, en una superficie que corresponde al término medio del tamaño de una provincia china, 250 estaciones meteorológicas, mientras que *v. Wissmann* para esbozar su carta de precipitaciones de la China, que debía abarcar 18 provincias, sólo tenía a su disposición 300 estaciones (87). La cantidad de estaciones en Corea es pues unas 15 veces mayor. De ahí que ya se puedan sacar conclusiones decisivas de la carta de julio, acerca del término medio de la altura de las precipitaciones (Fig. 1). Esta carta fué proyectada por mí con los medios reducidos del período 1914-1933 (68, 75). Ella no muestra ninguna dependencia con la forma de la superficie en el sentido de un movimiento de aire productor de precipitaciones que viene del cuadrante S. En Quelpart (Saishûtô), cuyo núcleo está ocupado por una sierra volcánica que se extiende de E. a O. hasta una altura de 1950 m., la estación del faro Manado (Maratô) situada al S. de éste, posee una media de julio de 173 mm., y la capital de la isla Tschädju

(Saishû), situada al N., posee en cambio 220 mm. Es decir que falta una distinción entre barlovento y sotavento en el sentido de un viento proveniente del S. que produce lluvias orográficas. Particularmente favorable para la reunión de las lluvias orográficas monzónicas sería el valle del paso del Naktong (Rakutôkô) en el SE. de Corea, abierto hacia el S. y rodeado con crestas de más de 1500 m. En su abertura hacia el mar se encuentra la estación principal Pusan (Fusan), en la cual por término medio, el 39,8 % de los vientos de julio vienen del cuadrante S. (SO - SE). A pesar de esto la parte N. de este valle representa la parte del S. de Corea que tiene el verano más seco. Söngtschang (Seishô) tiene una media de julio de 196 mm. frente a 277 mm. en Pusan. Muy particularmente indicada para la recepción de lluvias orográficas monzónicas, sería la costa del NE. de Corea, desde el golfo del E. de Corea hasta la desembocadura del Tumên, ya que por detrás de ella se extiende la cordillera de Kwanmo (Kambô), que se eleva hasta los 2541 m. En la estación principal Songdjín (Jôshin), que se encuentra en el centro de esta costa, los vientos de julio de dirección ESE. a SSO. poseen una frecuencia de 56,3 %. A pesar de esto el cabo vecino de Musudan (Busuitan) es la estación más pobre en lluvias de julio de toda Corea (91 mm.). Las estaciones que registran las máximas precipitaciones del país se encuentran en lugares muy distintos, esto es en el costado O. de la cordillera principal de Corea que se extiende en dirección N-S. (Fig. 1). Aquí se registra por ejemplo en Potschôn (Hôsen), a 70 Km. de distancia del mar Amarillo, una media de julio de 468 mm. En la medida que la cantidad de precipitaciones de julio en Corea permite percibir corrientes de barlovento a sotavento, las muestra en el sentido de un movimiento de aire productor de lluvias, que viene del O. y no del S. Todo el NE. de Corea, así como también la costa oriental de la península coreana llama la atención por la escasa cantidad de las precipitaciones de verano, pues esta región se encuentra situada al E. de la cordillera principal de Corea, que se eleva hasta 2200 m.: Musan (Mosan) en el Tumên tiene una media de julio de 103 mm., en cambio la estación Kotschang (Kôshô), situada al O. de la cordillera principal tiene más del doble (228 mm.). Sin duda un fenómeno curioso es el de la escasa altura de las precipitaciones estivales de las bajas islas coreanas del mar Amarillo. Este mismo fenómeno se repite frente a la costa china (51, 52). A esto me refiero más adelante nuevamente (pág. 52).

El hecho de que el monzón de verano tenga escasa importancia como productor de lluvias orográficas en Corea, nos lo muestra más claramente la comparación del número de días monzónicos en los distintos meses de verano. Se puede establecer directamente la siguiente regla: la cantidad de las pre-

precipitaciones de los distintos meses de verano es inversamente proporcional al número de días monzónicos. Así el mes de julio de 1929 en el S. de Corea produjo 30 días monzónicos. La altura de las precipitaciones de ese mes importó en Kuröi (Kyûrei) 48 mm.; en Kôtschang (Kyoshô) 42 mm., frente a medias de 275 y 248 mm. A partir del 10 del citado mes reinaba en el S. de Corea exclusivamente tiempo monzónico, y ninguna estación de tierra firme anotó desde entonces ni siquiera 1 mm. de lluvia. De ahí que el año 1929 trajo la relativamente peor cosecha de arroz del período 1911 hasta 1938. (Y. Yagi, Kyôtô Univ. Econ. Review VI, 2. 1931, pág. 89). Algo parecido ocurrió en el mes de junio de 1931. Todas las malas cosechas de arroz de los años 1919, 1924, 1928, 1929, 1931 y 1939 deben atribuirse al hecho de que en las épocas decisivas del desarrollo del arroz, especialmente durante el trasplante de las plantitas del almácigo a los campos, reinaba tiempo monzónico estable.

El NE. de Corea es el único lugar en el cual hay estaciones de altura, de manera que se puede determinar el gradiente de altura de la temperatura mensual, lo cual nos resulta muy útil para nuestra argumentación. Con ayuda de las estaciones Majangdo (Mayôtô, 67 m.) y Pungsang (Hôzan, 1150 m. a 100 Km. de la costa), este gradiente de altura se calculó para julio en sólo 0,34°/100 m. Esto es sólo la mitad del correspondiente al verano del S. de Alemania (Ch. Maisel). Es decir que este gradiente de altura posee en el NE. de Corea un acentuado valor adiabático inferior. Esto sólo se puede explicar por el hecho de que el aire que se eleva lentamente recoge calor del suelo fuertemente recalentado, de manera que la ascensión no se realiza adiabáticamente. Así pues el aire monzónico con una velocidad de 2 m/seg. en tierra, necesita 14 horas para llegar de Majangdo a Pungsang. Con esto se explica el hecho de que el aire húmedo del monzón marítimo en su ascensión, alrededor de los 1150 m. en general, no produce la eliminación de gotas de lluvia.

En el Japón, la época del trasplante del arroz corresponde al período de las "lluvias del florecimiento del ciruelo" (bai-u), muy características del clima de verano de aquel lugar y que por lo general duran desde mediados de junio hasta mediados de julio. Estas lluvias antes fueron explicadas como lluvias monzónicas. Okada ya mostró en 1910 que esa explicación es falsa (63). Un constante desarrollo de los monzones trae más bien como consecuencia una ausencia de las "lluvias del florecimiento del ciruelo" y con esto malas cosechas. Como ejemplo cita los años 1883 y 1893. En su importante obra sobre el clima del Japón (65) insiste varias veces (págs. 92, 110, 121 y sigs.) sobre el hecho de que el monzón de verano no produce precipitaciones. Arakawa dice que el tiempo del Japón que está do-

minado por la masa de aire trópico-marítima, “generalmente es bueno y caluroso” (2).

Las pruebas más evidentes de que el monzón de verano tiene un papel muy poco importante como agente de precipitaciones en el Asia Oriental, las han suministrado los climatólogos de la China. Ya *Sion* (70, pág. 10) informa a base del Boletín Mensual del Observatorio de los Jesuítas de Zikawei en Schanghai, que en los meses de mayo y junio de 1915 prevaleció la influencia del monzón normal con sus vientos del SE. Esos fueron días de sol muy lindos, calurosos y sin lluvias. Lo mismo rige según él, para el mes de mayo de 1923. En 1934 apareció el trabajo de *Coching Chu*: “El enigma del monzón del SE. en la China” (12). El “enigma del monzón del SE.” consiste en que no obstante que proviene del mar, trae sequías a las llanuras y valles de la China. En los dominios del valle del Yangtse inferior, la cantidad de las precipitaciones de julio varía en sentido inverso frente a la fuerza del monzón del SE. y la cantidad de horas monzónicas. En un escrito aparecido dos años más tarde, *Chu* explica lo siguiente (15, pág. 21): “Durante los últimos 60 años las observaciones hechas en Schanghai mostraron que los veranos más lluviosos eran siempre aquellos en los cuales venían menos vientos del SE., mientras que en los años de serias sequías los vientos del SE. ocuparon siempre el lugar más importante en el reparto proporcional. En efecto, los antiguos chinos tomaban al constante y fresco monzón del SE. como un presagio de sequía. Los proverbios referentes al tiempo están llenos de esto y el famoso poeta de la dinastía Sung, (960 - 1279) Su Tung Po, escribió un verso en el cual hizo el elogio del monzón del SE., como un síntoma agradable del fin del período triste y lluvioso, que se conoce en el valle inferior del Yangtse como período de las “lluvias del florecimiento del ciruelo” (mai-yü)”. En la misma página menciona el término “monsoonal rainfall” o “pluie de la mousson”, considerándolo una designación falta (“misnomer”). En 1935 *Chang Wang Tu* se expresó en el mismo sentido (77). Aun cuando el monzón de verano pudiera producir lluvias, no debería haber una discrepancia esencial entre su aparición y terminación, y el comienzo y el fin de la caída de lluvias estivales en la China. En segundo lugar, los vientos provenientes del cuadrante S. deberían ir las más de las veces relacionados con lluvias. La tabla siguiente (según *Chu*, 15) muestra que en todas partes en la China Oriental ocurre lo contrario. Ella muestra en porcentajes del número total de los casos, cuántas veces las distintas direcciones de vientos han estado relacionadas con lluvias.

		N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	Calma
Peking	1933-34	17.9	16.3	9.2	6.2	2.6	4.6	7.3	16.1	10.2
Tsinan	1932-34	11.5	16.6	10.8	4.8	5.5	5.6	8.6	12.5	3.7
Nanking	1929-33	15.6	15.5	7.3	4.8	5.3	5.3	8.7	10.8	20.7
Hongkong	1929-32	47.7	29.3	21.3	25.9	17.1	13.2	13.3	26.1	9.4

PROBABILIDADES DE LLUVIAS DE VERANO SEGUN LAS DISTINTAS DIRECCIONES DE VIENTOS EN EL ASIA ORIENTAL, EXPRESADAS EN %.

Es decir que las 3 direcciones de vientos del cuadrante S. van muy rara vez unidas a lluvias en el verano. Sólo en Honkong el viento del SE. constituye la excepción en una cuarta parte de las veces. Pero la mínima se encuentra aquí en el SO. Los vientos que más frecuentemente van unidos a lluvias son los del N. y NE. En Hongkong el viento N. ha producido precipitaciones en casi la mitad de los casos observados. De ahí que *Tu* llegue a la siguiente conclusión (77, pág. 4): "Si bien el monzón de verano es la causa de la gran humedad relativa, el mecanismo que ayuda a condensar esta humedad en gotas de agua es más importante, y éste es el que determina el monto de las precipitaciones en cada región dada".

En el O. de la China, que es muy pobre en estaciones meteorológicas, no se han podido realizar hasta ahora las correspondientes determinaciones, con excepción de las mediciones hechas en Omeishan (pág. 51) y las observaciones de *Haude* (40, 41) cuyos resultados son parecidos. *Okada* (65, pág. 154 y sigs.) afirma que en Formosa, debido al recalentamiento de la tierra, con excepción de la sierra central, hay pocas posibilidades para la producción de precipitaciones orográficas.

Pero los meses de verano producen indudablemente la mayor parte de la suma de las precipitaciones del año en el Asia Oriental. Una excepción la constituyen sólo aquellas costas e islas en las cuales el monzón de invierno puede presentarse como agente de precipitaciones, en la tierra enfriada en alto grado, después que ha soplado por encima de las anchas llanuras del corredor del mar costero. Esto ocurre por ejemplo en la costa oriental de la península de Corea, en las montañosas islas vecinas Ullöngdo (Utsuryôtô) y Quelpart, en el lado NO. de Hondo y en la costa NE. de Formosa. Pero sólo rara vez estas precipitaciones de invierno superan a las lluvias de verano. (Diagramas de precipitaciones en 77, 87, 65, 50). En la llanura de Manchuria, la parte de las precipitaciones anuales que corresponde al verano, asciende hasta un 67 %, en Corea Central hasta 63 %, en los alrededores de Peking a 82 %, en la región baja del Yangtse y en el S. de la China, en general, es de 45 % y en la cuenca colorada de Szetschuan llega nuevamente al 60 %. Sólo alrededor del lago Tungting, en el Kankiang medio y en el N. de Kwangtung, las lluvias de primavera o de otoño

son más importantes. En el Japón la situación es más complicada, a causa de su ubicación entre dos mares y el relieve. Cabe preguntarse pues cuál es el mecanismo que nombra *Tu*, que conduce a la pérdida de humedad del monzón de verano. Para esto es necesario conocer los resultados de las investigaciones en las masas de aire del Asia Oriental, que se ha desarrollado también aquí en relación con la exploración de las capas de aire superiores (2, 3, 20, 38, 45, 80-82, 90).

De las 11 diferentes masas de aire que distingue *Tu* (81, 82), 4 son particularmente importantes para nuestra cuestión. El aire polar-continental llega al Asia Oriental en forma modificada (NPC). Éste es muy seco y a grandes alturas muy frío, pero en las capas cercanas a la tierra se ha calentado conforme a la estación. El aire húmedo y frío, polar pacífico (Pp), proviene del mar de Bering o del mar de Okotsk y es especialmente eficaz en los alrededores del mar del Japón. Según *Tu*, a estas dos masas de aire septentrionales se contraponen dos tropical-marítimas: la masa Tm (tropical-marítima en sentido más estricto) y la masa Em (ecuatorial-marítima). De modo que lo que hasta ahora designábamos como monzón de verano, se reduce a dos distintas masas de aire, calientes y húmedas. La masa de aire Em es aun más cálida y húmeda que la Tm, especialmente en las mayores alturas. La primera proviene del circuito ecuatorial de Insulindia y a veces efectivamente del centro de alta presión subtropical meridional (25), y sólo en el estío y otoño llega a la China y muchas veces no atraviesa el valle de Hwai en el límite de la China Central y Norte. La segunda viene de la parte S. del centro de alta presión subtropical norte. Estos resultados de *Tu* concuerdan bien con la importantísima concepción de *Dobby*, acerca de la circulación de aire y formación de frentes en el SE. de Asia (25).

Naturalmente dichas masas de aire se tocan en frentes. El frente polar separa las masas de aire septentrionales de las meridionales; es sin duda el más importante de los frentes del Asia Oriental. Las dos masas de aire meridionales están separadas por el frente ecuatorial (frente intertropical) que se extiende en dirección SE-NO. y que ha sido estudiado por *Deppermann* (20) y *Dobby* (25). En el frente polar se desarrollan ciclones extratropicales que se mueven de O. a E. a través del Asia Oriental. Su origen es en la mayor parte de los casos desconocido, ya que en el Asia Oriental hasta ahora no existen estaciones adecuadas para su estudio. Los frentes cálidos de los ciclones, en los cuales la masa de aire del S. se desliza a lo largo de la del N., se encuentran desarrollados sólo en forma confusa en la China, en la superficie de la tierra (81, pág. 31). En cambio los frentes fríos, en los cuales la masa de aire del N. se extiende por debajo de la del S., se encuentran muy pronunciados. Las precipitaciones del Asia Oriental se ori-

ginan en su mayor parte en el frente polar. *Tu* (81) estima que por término medio el 70 % de las precipitaciones chinas tienen ese origen. Por el hecho de que las precipitaciones caen casi siempre primero en el frente frío, se explica lo afirmado más arriba de que los vientos del N. y NE. traen en todas partes de la China las más grandes probabilidades de lluvia. Es cierto que el monzón de verano extiende la humedad por las regiones del Asia Oriental, pero la eliminación de la misma en forma de precipitaciones se produce en gran parte por la elevación del aire monzónico en los frentes. Como lo ha mostrado *Haude* (40), esto también rige para las escasas precipitaciones de las provincias secas del NO. y para el SE. de la Mongolia. El cambio estacional del frente polar explica la mayor parte de las diferencias espaciales y estacionales en el término medio del curso de las precipitaciones de las distintas partes del Asia Oriental, así como también las anomalías de los distintos años, que se manifiestan en inundaciones y sequías (41, 80, 9, 10).

En el frente ecuatorial el aire Em se extiende por encima del aire Tm. También con esto se originan precipitaciones muy extendidas y a veces fuertes.

Desde mediados de junio, el frente polar por regla general se encuentra durante algunas semanas más o menos estacionariamente encima del valle del Yangtse. La formación de ciclones en él origina entonces las ya mencionadas "lluvias del florecimiento del ciruelo", que favorecen el trasplante de las plantas de arroz, que son muy delicadas, desde los almácigos a los campos (79). Simultáneamente se producen las "lluvias del florecimiento del ciruelo" del Japón. Ellas son ocasionadas por los mismos ciclones superficiales, que antes han cruzado el valle del Yangtse y que son atraídos por el centro de alta presión nortsubtropical que se encuentra al SE. de las islas japonesas (63, 65). La corriente cálida del Kuro-Shivo produce una tendencia a la alteración de las masas de aire e indica a aquellos ciclones el camino desde la China Central hacia el NE., hacia las islas japonesas. Desde mediados de julio, en años normales, el frente polar en la China se retira más hacia el N. de modo que la principal faja de lluvias se traslada al N. de dicho país y la región del Yangtse cae bajo el total dominio del monzón de verano, terminando entonces las "lluvias del florecimiento del ciruelo". Conforme con esto el centro de alta presión subtropical en el territorio del Japón, se mueve aún más hacia el NO., de modo que también aquí la zona de las grandes precipitaciones se traslada a Corea, al territorio de Ussuri y Sachalin. En agosto el anticiclón del Pacífico Norte se retira nuevamente hacia el SO. y expone a las islas japonesas a nuevas precipitaciones ciclónicas. Este avance y retroceso del centro de alta presión está

relacionado seguramente con el desarrollo anual de la corriente de Oya-Shivo, aquella corriente marítima fría, que procede del mar de Okotsk y se extiende hacia el S. por el lado de afuera de Sachalin, Hokkaido y N. de Hondo (65). Cuando el proceso de derretimiento del hielo en el mar de Okotsk está en pleno desarrollo, se refuerza la corriente de Oya-Shivo y empieza a avanzar a lo largo de la costa oriental del Japón, enfriando a su paso el aire y produciendo la expansión del centro de alta presión del Pacífico Norte. En la primera mitad de agosto, cuando termina el derretimiento de los hielos, la corriente de Oya-Shivo vuelve por regla general a su curso normal.

Los ciclones extratropicales pueden provocar abundantes lluvias en los meses de verano, cuando la temperatura de las masas de aire, cálidas y húmedas, es particularmente alta y por lo tanto la capacidad para tomar vapor de agua que tiene la unidad de volumen es grande. Las primeras precipitaciones que se miden en las 24 horas en Corea, se deben a estas condiciones de tiempo. Así el ciclón del 19 de junio de 1924 produjo en la estación Pjöngsan (Heisan) 490 mm. de precipitaciones, el del 1 de agosto de 1920 de Koangdju (Kôshû) en Seoul, 486 mm. Estos son, pues, valores diarios, que aun sobrepasan los valores mensuales medios de julio. En julio de 1926 cayeron en Mokpo (Moppo, media de julio de 200 mm.), 378 mm. de lluvia y de éstos, 339 correspondieron a los 6 días ciclónicos. Algo análogo rige en el mismo mes para las otras estaciones del S. de Corea. Estos ciclones a menudo cruzan la región montañosa de Corea en dirección de O. a E. Como es comprensible, con esto disminuye notablemente su producción de precipitaciones. Así, el ciclón del 6 de julio de 1926, que cruzó la península de Corea a los 36° ½ de latitud por la línea IV (Fig. 3) dió como resultado de O. a E. las siguientes precipitaciones diarias (75):

Koangdju (Kôshû)	Poön (Hôon)	Sangdju (Shôshû)	Öisöng (Gijô)	Tschöngjang (Seiyô)
187 mm.	120 mm.	68 mm.	66 mm.	53 mm.

Entre Poön y Sangdju se encuentra el cruce de la cadena diagonal del S. de Corea y la entrada de los ciclones a la parte N. del valle del curso del Naktong (pág. 38). Por la constante repetición del fenómeno, se explica el hecho arriba acentuado, de que barlovento y sotavento, donde existen en Corea, están orientados de O. a E. Las cifras indicadas muestran al mismo tiempo que los importantes valores medios de las precipitaciones coreanas de verano, pueden ser producidas por días ciclónicos, que si bien son relativamente pocos, tienen sin embargo un extraordinario rendimiento.

La intensidad media de las precipitaciones de julio es por lo tanto muy grande. Ella importa en Tschintschön (Chinsen) 31,9 mm. por día de precipitación, frente a 4,1 en febrero; en Tschungdju (Chûshû) 23,1 mm. frente a 3,2. En cambio en el N. de Corea, las intensidades de precipitaciones estivales casi en ninguna parte sobrepasan los 15 mm. (Fig. 2).

En la medida en que existen pruebas, puede señalarse algo análogo en todos los territorios de tierra firme del Asia Oriental. Como ejemplo puede citarse el tristemente célebre mes de julio de 1931, para el valle inferior del Yangtse, que se caracterizó por el paso de 6 ciclones, frente a 1,3 en el promedio de julio, que cruzaron esa zona entre el 3 y el 8 y entre el 21 y el 25 del citado mes. Ellos produjeron las siguientes cantidades de precipitaciones (79):

Nanking		Tschinkiang		Sutschou	Schanghai		Wusung
295	231	302	241	105	100	107	132 mm.

Las precipitaciones de ese julio fueron en el territorio inferior del Yangtse de 2 a 4 veces superiores a las medias. Al mismo tiempo la temperatura del mes en Nanking, fué 2,8° inferior al término medio.

En los trabajos de *Ooma* (66), *Tokuyama* (73), *Futi* (34), *Gherzi* (37), *Froc* (32), *Tu* (77) y *Chu* (14, 15), se encuentran estudios acerca de la actividad de los ciclones en el Asia Oriental. Pero las más importantes son las investigaciones de *Shio Wang Sung* con respecto a la China (72) y de *Schumacher* con respecto a Corea (68). Así como *van Bebber* con respecto a Europa, así también *Sung* distingue en el Asia Oriental distintos tipos de líneas ciclónicas y observa su cambio estacional. Este investigador las representa en 4 cartas (Fig. 3). Las líneas vienen del Asia interior o norte y atraviesan el Asia Oriental en curvas convexas hacia el S. En dominios de la corriente del Kuro-Shivo se unen en haces. En el verano las líneas están muy desviadas hacia el NE. en su parte oriental, a causa del anticiclón del Pacífico Norte. En general, su curso se encuentra, naturalmente, en la más estrecha relación con la presión y posición de los frentes correspondientes. *Sung* describe exactamente la influencia en el tiempo de los 8 tipos. Independientemente de él, *Schumacher*, a base de cartas de tiempo japonesas, de los años 1926-33 (Cartas diarias del tiempo del océano Pacífico Norte), ha emprendido el mismo camino y ha establecido en Corea 6 tipos de líneas, que concuerdan bien con 6 de los tipos de *Sung*. En la parte regional de su trabajo trata, hasta en los pormenores sutiles, la influencia en el tiempo de esos tipos, en las distintas estaciones y en las provincias del S. de Corea. El cuadro de las precipitaciones medias de Corea

resulta pues de una cantidad enorme de acciones aisladas, regionales y temporales.

Varios de los investigadores citados, como *Froc*, *Gherzi*, *Sung* y *Schumacher*, han confeccionado, además de esto, calendarios ciclonaes para los 12 meses. El más importante de ellos, el de *Sung*, para la China, está reproducido aquí:

	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jul.	Ag.	S e.	Oc.	No.	Di.	Total
I. Tipo Siberiano	14	7	16	27	24	21	8	5	6	17	26	10	181
II. Tipo del Norte de la China A	10	21	30	20	18	23	27	10	10	20	11	13	213
III. Tipo del Norte de la China B	3	2	4	11	10	5	1	0	0	6	5	5	52
IV. Tipo del Yangtse A	5	2	0	1	1	1	0	0	5	3	4	4	26
V. Tipo del Yangtse B	1	5	7	7	6	10	8	3	2	3	4	3	59
VI. Tipo del Yangtse C	24	22	23	27	29	18	5	3	2	6	15	18	192
VII. Tipo de la China Oriental	12	14	11	6	9	0	2	0	2	2	4	9	71
VIII. Tipo Nororiental	4	8	2	6	2	0	0	4	7	5	5	4	47
Término Medio Mensual	[7.3]	[8.1]	[9.3]	[10.5]	[9.9]	[7.8]	[5.1]	[2.5]	[3.4]	[6.2]	[7.4]	[6.6]	84.1

TIPOS DE LINEAS CICLONALES EN EL ASIA ORIENTAL Y DISTRIBUCION MENSUAL DE LOS DISTINTOS CASOS. (1921-30). SEGUN SHIO WANG SUNG.

La mayor parte de estos 8 tipos ciclonaes muestra en su curso de frecuencia anual, una máxima en primavera y otra en otoño, pues en estas estaciones las diferencias de presión atmosféricas en el Asia Oriental son ínfimas y por lo tanto muy rara vez se dan estados atmosféricos rigurosos. El estío posee generalmente la mínima primaria y el invierno la secundaria. Lo mismo rige naturalmente para la suma de los 8 tipos en el curso del año. Los calendarios de los otros investigadores llegan cualitativamente al mismo resultado. Si a pesar de la mínima de verano los ciclones producen justamente en esta estación las más grandes precipitaciones, esto se debe al hecho antes señalado, de que la cantidad de precipitaciones que cae cada vez que pasa un ciclón, es en verano mucho más grande que en las restantes estaciones.

Junto con los ciclones extratropicales en el Asia Oriental se presentan los tifones tropicales como eficaces agentes de precipitaciones. Según la concepción predominante, éstos se originan preponderantemente en el Mar del Sur, en los alrededores de las islas Carolinas o Marschall, junto al Ecuador, al N. de él. *S. Li* (53) ha demostrado que varios de ellos pueden explicarse por la irrupción de masas de aire frío del hemisferio S. En oposición a los ciclones extratropicales, cuyos grandes ejes, según *Sung*, pueden medir hasta 1900 Km., el diámetro de los tifones alcanza sólo a pocos cientos de Km. y el de la zona productora de precipitaciones sólo rara vez más de 200 Km. Con la rapidez del movimiento, una lluvia de tifón dura por lo tanto rara vez un día entero. En los tifones sólo se mueve aire tropical ca-

liente y húmedo. A menudo son ellos los que transportan a la China el aire Em. (81, pág. 25, 29). La estructura es ciclónicamente simétrica así en la traza como en la construcción. De ahí que las lluvias estén repartidas uniformemente en los 4 sectores. El sector de las lluvias tiene la forma de un círculo que rodea concéntricamente el centro del tifón, que está desprovisto de tempestades y precipitaciones. El gradiente isobárico y con esto la rapidez del viento, de este círculo, son generalmente aun más grandes que en los ciclones extratropicales.

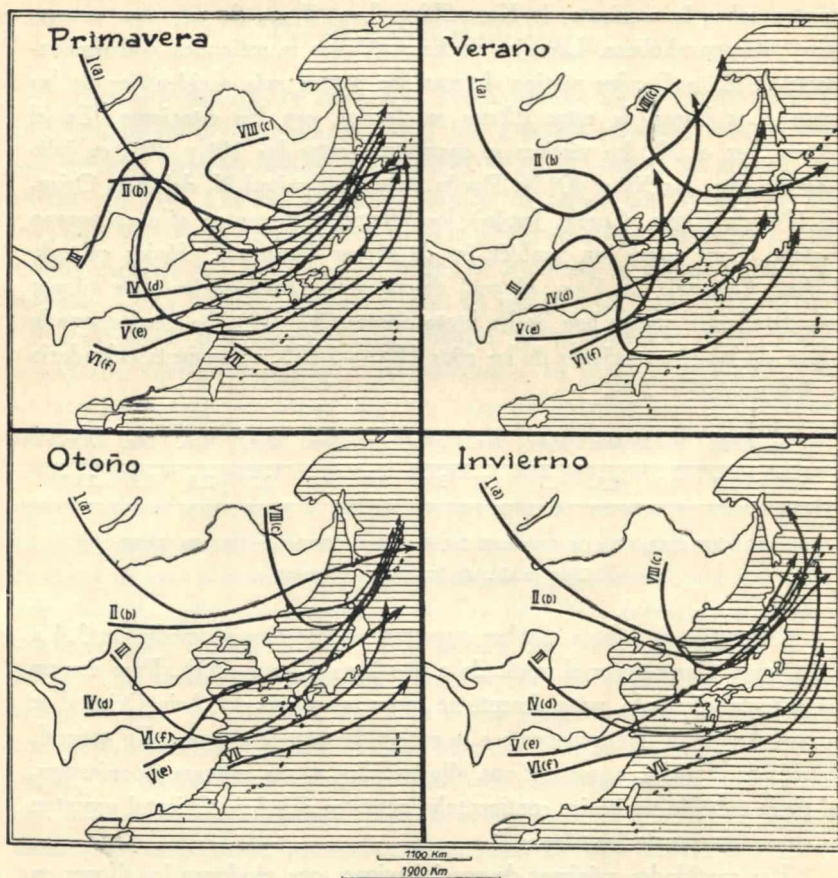


FIG. 3 - Líneas de ciclones de Asia Oriental (I-VIII) en sus cambios estacionales. Según Shio Wang Sung. Las letras de a a f se refieren a las designaciones correspondientes de G. Schumacher.

Los centros de alta presión circundantes influyen en la dirección de las líneas de estos tifones y en esto el anticiclón del Pacífico Norte ocupa el lugar principal. Según Arakawa (3), Deppermann (20) y Dobby (25)

estas líneas a menudo siguen al frente ecuatorial hacia el NO. Muchas penetran en el continente asiático, pero aquí se disuelven, habiendo recorrido un camino de pocos cientos de Km. y después de haber producido abundantes lluvias, que a veces duran una semana. La mayor parte sigue su camino sólo hasta el lugar en el cual se juntan las 3 grandes masas de aire: la Tm, la Em, y la NPc, y después de ello se extienden a lo largo del frente polar hacia el NE. La rama N. de la línea sigue en los meses de mayor frecuencia de los tifones a la banda de aire alterado que se encuentra sobre la corriente de Kuro-Shivo. Los tifones de este tipo poseen, pues, rutas parabólicas. Los ejes de las parábolas se extienden aproximadamente de E. a O.; los vértices forman los puntos más occidentales de las líneas. Las líneas de estos tifones se desvían con las estaciones. En el invierno, en el N., los vértices se encuentran entre los 10° y 20°; en julio y agosto entre los 30° y 40° N. Por lo tanto en la mitad N. del Asia Oriental (N. de China, Corea, Japón) los tifones se presentan sólo en verano y otoño. Esos meses son también los de mayor frecuencia tifónica en toda el Asia Oriental. *L. Froc.*, al cual debemos las investigaciones de tifones más detalladas que se han hecho hasta ahora (32, 33), ha confeccionado a base de las observaciones de los años 1893 - 1918, el siguiente calendario de frecuencias:

En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
1.2	0.7	0.7	0.5	1.3	1.3	3.4	3.5	4.2	3.7	2.0	1.3	23.8

FRECUENCIA DE LOS TIFONES EN EL ASIA ORIENTAL SEGUN **FROC.**

(Cifra media de los casos por mes)

Los meses de julio a octubre muestran así por término medio de 3.4 a 4.2 tifones. Parecido es el resultado a que llega *Gherzi* (35). Pero con un diámetro tan limitado, naturalmente no todas las partes del Asia Oriental se ven sometidas tan frecuentemente a la acción de estos fenómenos. En general, después de lo dicho, es natural que sólo las islas, mares costeros y penínsulas, así como también territorios continentales angostos del Asia Oriental soportan las consecuencias de los tifones.

Las cantidades máximas de precipitaciones que producen los tifones en pocas horas, son iguales por su importancia a las de los ciclones extratropicales, y en varias partes aun las sobrepasan. Así el tifón del 4 de agosto de 1927 produjo en la estación Tschändju en Quelpart, con tempestad del SE., de 30.90 m/seg., 282 mm. de precipitación, y el del 11 de setiembre del mismo año en la misma estación 301 mm.; el del 20 de setiembre de 1933, en el cabo Ulkot (*Uruzaki*), al NE. de Pusan, 353 mm. En la China un

tifón produce según *Froc*, (32) generalmente de 300 a 400 mm. de lluvias. En Tschangtefu el 12 de agosto de 1923 cayeron 450 mm., en Lamocks, el 30 de octubre de 1907, hasta 541 mm. y en Hongkong Peak el 5 de mayo de 1889, 707 mm.. En Corea y los territorios costeros chinos, las máximas precipitaciones en 24 horas, caen siempre en los meses de julio a setiembre y son producidas exclusivamente por los tifones o ciclones extratropicales. Generalmente a esas precipitaciones máximas van unidas fuerzas de viento máximas. A las destrucciones producidas por las tempestades se agregan los daños ocasionados por las crecientes que les siguen. Pero felizmente la mayor parte de los ciclones y aun varios tifones tiene un carácter menos catastrófico. Sin embargo, las precipitaciones que ellos producen en pocos días, en muchas estaciones, sobrepasaron a menudo notablemente las medias del mes correspondiente, obtenidas en largos años de observaciones. Los ciclones extratropicales y los tifones, son en el Asia Oriental los agentes de precipitaciones más eficaces. Ellos son también los que producen la máxima de verano del curso de precipitaciones anual. El calendario de tiempo, de julio de 1931, mostró en el S. de Corea en cuanto a días ciclónicos, lo siguiente: 2 Tb₂, 1 Tc₂, 4 Td₂, 2 Te₂, 5 Tf₂ y en cuanto a días tifónicos: 4 Ta₁ y 2 Tb₁ (las letras a-f se refieren a los tipos de líneas de *Schumacher*). En total se dan, pues, 14 días ciclónicos y 6 días tifónicos, de los cuales 5 y 4 respectivamente, trajeron consigo precipitaciones. Los restantes 11 días se repartieron entre días con monzón de verano y días de alta presión, y no produjeron precipitaciones. El resultado de los 9 días de precipitaciones fueron 437 mm. en Kuröi (media de julio 275 mm.), 475 mm. en Kôtschang (248 mm. en comparación con julio de 1929 para ambas estaciones, pág. 38). Las temperaturas de esos meses tan especialmente ricos en precipitaciones, se encuentran naturalmente casi siempre por debajo del término medio. Así en Kôtschang se registraron en el citado mes sólo 22.1°, frente a una media de julio de 25.4° (68).

El tercer mecanismo que puede producir la pérdida de la humedad traída por las masas de aire Tm y Em, consiste en la convección diaria. Por el fuerte resplandor, en los días monzónicos se originan las altas temperaturas de mediodía, de lo cual cito un ejemplo al principio. A causa de estas temperaturas, las capas más bajas de esas masas de aire se hacen inestables, de manera que por la tarde se producen lluvias convectivas, a veces en forma de tempestades cálidas. Así, el 19 de julio de 1926, Hongkong recibió por una tormenta, en 18 horas, 534 mm. de lluvia. Hasta ahora no conozco ningún estudio detallado acerca de esta forma de las precipitaciones estivales en Asia Oriental. Pero ya *Chu* ha emprendido la tarea de ubicar en los 3 tipos de precipitaciones tratados, el total de las precipitaciones de la prima-



vera y el verano, con respecto a 5 estaciones de la China Oriental (13, 15).
Él llega con esto al siguiente resultado:

P R I M A V E R A				
	Tiempo observado	Ciclones extratropicales	Tifones	Lluvias convectivas
Tsingtau	1930-33	94.8	0.0	5.2
Nanking	1929-33	83.8	0.9	15.3
Schanghai	1926-30	61.5	25.1	13.4
Canton	1930-33	82.5	6.8	10.7
Hongkong	1929-32	88.9	2.2	8.9

V E R A N O				
	Tiempo observado	Ciclones extratropicales	Tifones	Lluvias convectivas
Tsingtau	1930-33	69.3	19.9	10.8
Nanking	1929-33	81.6	8.1	10.3
Schanghai	1921-25	65.7	27.8	6.5
Canton	1930-33	53.6	31.2	15.2
Hongkong	1929-32	46.8	34.7	18.5

ORIGEN DE LAS PRECIPITACIONES EN LA PRIMAVERA Y VERANO DE LA CHINA ORIENTAL, EN % DEL TOTAL DE LA ALTURA DE LAS PRECIPITACIONES SEGUN CHU.

Según esta tabla, los ciclones extratropicales son mucho más eficaces como productores de precipitaciones que las otras dos causas. Esto se observa en todas las estaciones meteorológicas, así como también en las dos épocas (primavera y verano). En la primavera, su relativa importancia es generalmente más grande que en verano. En la primavera, los tifones se presentan en la estación costera de Schanghai, extendida hacia el E., mucho más poderosos como agentes de precipitaciones que en las otras. En el verano, su participación es esencialmente más grande en el S. que en el N., en el interior (Nanking) es menor que en las costas. En primavera los tifones ocupan generalmente el tercer lugar; en el verano, en las estaciones costeras, el segundo. La participación de las lluvias convectivas es en el verano preponderantemente mayor que en primavera. En esta última es mayor en el interior que en las costas. En esta estación las lluvias convectivas ocupan generalmente el segundo lugar; en el verano, en las estaciones costeras, el tercero. Sólo en la estación del interior, Nanking, ocupan siempre el segundo lugar. Todos estos resultados son plausibles, después de lo dicho anteriormente. También con respecto al Japón, *Okada* nombra repetidamente las mismas 3 causas de la formación de precipitaciones. (65, pág. 122, 133).

Después de lo dicho, las lluvias orográficas y regionales (orographical rainfall) respectivamente, no se presentan como una categoría especial. Esto no es sorprendente si se tiene en cuenta que las estaciones nombradas se encuentran todas en las costas o en llanuras. Pero no cabe la menor duda de que también en el Asia Oriental la altura de las precipitaciones aumenta en todas partes con la creciente elevación sobre el nivel del mar. Para el Japón se calcula un valor anual de 100 mm. por cada 100 m. de elevación en altura (68, pág. 16 y sigs.). En Corea no hay ni un par de las 250 estaciones de precipitaciones, apropiada para la fijación de este cociente de altura pluviométrico, y aun en la China hay sólo 5 de estas probabilidades, a cuyo efecto, en dos casos, Omeischan y Taischan, la estación de altura solamente trabajó durante el año polar internacional 1932 - 33 (87, 28). Las cifras de la tabla siguiente las tomo en su mayor parte del arduo y valioso trabajo de v. *Wissmann* (87). Por ellas se calculan los cocientes de altura pluviométricos adjuntos.

ESTACION DE ALTURA			ESTACION DE LLANURA			Cociente de altura pluviométr. mm/100m	SITUACION
Nombre	Altura sobre el mar	Altura anual de las precipit.	Nombre	Altura sobre el mar	Altura anual de las precipit.		
Schapa	1640	2847	Laokay	93	1779	69	Límite (Jünnan-Tongking)
Omeischan	3092	7808	Tschengtu	520	807	272	Szetschuan
Koling	1070	1902	Kiukiang	20	1466	42	Kiangsi
Taischan	1545	1005	Tsinan	40	631	25	Schantung occidental
Lauschan	480	850	Tsingtau	77	668	45	Schantung oriental

CUOCIENTE PLUVIOMETRICO DE CINCO PARES DE ESTACIONES CHINAS

La gran altura de las precipitaciones del Omeischan, el famoso monte de peregrinación budista, junto a la cuenca roja de Szetschuan, al O. de ella, influye tanto más poderosamente en el importe del cociente de altura pluviométrico, cuanto que la estación de llanura Tschengtu se encuentra por su situación en el valle, al amparo de la influencia de las lluvias de las vecinas montañas. Los 4 restantes pares de estaciones muestran en cambio una influencia muy moderada del relieve en el aumento de las precipitaciones y sería erróneo considerar esta influencia preponderantemente como lluvias orográficas, en el sentido de la concepción usual formulada al principio, pues es cierto que la acción productora de precipitaciones de los distintos ciclones y tifones se ve aumentada por el relieve. Antes (págs. 44 y 45) ya se ha dado para esto un ejemplo del S. de Corea. Cuando un frente cruza una muralla montañosa, se suman a los efectos condensadores,

la elevación orográfica y aerodinámica. Por lo tanto los costados de barlovento de las montañas, al pasar los frentes, actúan aumentando las precipitaciones. Las reducidas alturas de precipitaciones de las islas bajas frente a las costas de Asia Oriental (pág. 38), se explican por la falta de sistemas orográficos, lo cual hace que los torbellinos pasen sin que se produzcan lluvias. Aun más importante para esta argumentación es el siguiente punto de vista. Si en las citadas montañas chinas se agregara a los 3 tipos de precipitaciones como cuarto las lluvias orográficas puramente monzónicas, entonces las estaciones de las montañas tendrían que presentar un curso de precipitaciones anual distinto al de las estaciones de las faldas. Pero generalmente esto no ocurre. Así también *Kuling* por ejemplo, muestra la disminución de la altura de las precipitaciones en julio, que es característica en el valle del Yangtse, lo que es atribuido con razón por los meteorólogos chinos a la preponderancia del monzón del SE. Las estaciones de altura Taischan y Lauschan muestran para la llanura del N. de la China, un retroceso, sintomáticamente fuerte, de las precipitaciones de agosto a setiembre. El par de estaciones Schapa-Laokay, que son las únicas que disponen de una serie de observaciones de muchos años, muestran una clara proporcionalidad en el curso mensual de las precipitaciones. El cociente de las precipitaciones mensuales de ambas estaciones da los siguientes valores:

Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agto.	Sept.	Oct.
1.80	1.68	1.69	1.54	1.67	1.39	1.43	1.70

CUOCIENTE DE LA MEDIA MENSUAL DE LAS PRECIPITACIONES DE SCHAPA Y LAOKAY

Esta proporcionalidad del curso de precipitaciones anual en las estaciones de montaña y de falda, falta indudablemente en Omeischan, pues su distancia de Tschengtu importa ya 150 Km. Pero justamente en Omeischan se ha establecido que las precipitaciones de verano, tan extraordinariamente abundantes, no caen preponderantemente cuando soplan los vientos del O. que predominan durante todo el año, sino que como lo afirma *Chu* (15, pág. 24), estas precipitaciones se producen o bien cuando hay calma, es decir con movimiento de aire dinámico que asciende verticalmente, o bien con viento del NE., esto es cuando un centro ciclónico pasa por el S. El hecho de que también los vientos predominantes del O. proporcionan al elevado monte de peregrinación alguna, aunque escasa precipitación, lo demuestra la cantidad de los días de precipitaciones, que allí no baja de 25 (!) entre abril y agosto. Estas lluvias naturalmente deben ser consideradas como puras lluvias orográficas. Algo parecido podría regir para el ve-

cino Minya Gongkar (42) y probablemente también para Jülungschan y Tiataschan. En el primero, las principales precipitaciones de verano, según amable comunicación verbal del prof. *E. Imhof* (Zurich), caen en efecto con viento del E. No es improbable que en el estío, por el O. de Jünnan y Siam en dirección N-S. se extienda un frente entre el monzón malayo (Em) y el monzón indostánico (NEm) el cual aquí por su parte actúa como agente de precipitaciones.

Con las explicaciones antecedentes, no puede pues naturalmente, negarse de antemano la existencia de lluvias orográficas puramente monzónicas en el Asia Oriental, ya que las lluvias orográficas desempeñan evidentemente un gran papel en los trópicos, especialmente en el distrito de los monzones (18). En el costado de barlovento del monte Waialeale (Hawái), el cociente de altura pluviométrico alcanza 716 mm./100 m. y en el costado de sotavento hasta 751 mm./100 m.! En aquellas montañas que fuerzan a las masas Tm y sobre todo a la Em a una ascensión realmente adiabática por encima del nivel de condensación correspondiente, naturalmente también en el Asia Oriental debe considerarse como valedera la antigua concepción. Pero aún faltan las investigaciones claramente demostrativas correspondientes. El S. y el O. de la China van a presentar a este respecto un campo fértil, tan pronto como existan las estaciones apropiadas, con una serie más bien grande de observaciones.

Aunque en casi todas las partes de Asia Oriental el verano trae la máxima del curso anual de precipitaciones, sin embargo dentro de ese marco hay una gran cantidad de distintos tipos. Todos estos tipos pueden explicarse, si se conoce la frecuencia y las líneas predominantes de los ciclones y tifones de la región y del mes considerados (77,31) y cuando se tiene presente, si está implicado aire Tm o Em. El golfo de Tongking muestra un ascenso y descenso muy brusco de la curva anual, de una y otra parte de la máxima, sumamente alta, de julio y agosto. Esta máxima es producida por los temporales y tifones del aire Em, que muy a menudo avanzan hasta aquí en esa situación. El tipo Nanling, que domina en Kwangsi y Kwangtung, así como también en el S. de Hunan y el S. de Kiangsi, ya muestra la máxima absoluta en mayo, pues entonces el frente polar se encuentra a menudo aquí y por lo tanto son frecuentes los ciclones de la línea VI. Por su parte, los meses de verano que siguen aún muestran sumas considerables, ya que el relieve montañoso y las altas temperaturas obligan a los ciclones y tifones a la entrega de grandes cantidades de humedad. La máxima de setiembre de Hainan, es producida nuevamente por tifones. La costa china sudoriental hasta Hangtschou muestra una máxima en junio y en agosto con respecto a setiembre. Aquí el constante desarrollo de la fresca masa

Em dificulta en julio la formación de lluvias convectivas y depresiones locales. Las dos máximas pueden atribuirse a los ciclones de las líneas V y VI y la máxima del fin de verano además a los tifones. La máxima de junio del valle de Yangtse, realmente sorprendente, es una consecuencia de las "lluvias del florecimiento del ciruelo" (pág. 40). La curva de precipitaciones del N. de la China asciende bruscamente hasta la máxima de julio y luego cae con la misma brusquedad, pues en julio el frente polar suele estar en aquel lugar y los ciclones de las líneas II y III son frecuentes. Las alturas de las precipitaciones estivales del S. de la Manchuria son notablemente inferiores a las del N. de la China, ya que probablemente el espesor de la masa Tm, productora de humedad, aquí es inferior. La máxima julio-agosto, claramente marcada, es producida por ciclones extratropicales de las líneas I, II, V y VIII, así como también por lluvias convectivas. En el centro de Corea, al O. de la cadena principal, la máxima de julio está muy marcada, pero también agosto y setiembre tienen aún importantes alturas de precipitaciones. Esto es efecto de los ciclones II, IV y V. En el S. de Corea, la mitad de arriba de la pirámide de precipitaciones es mucho más ancha. Aquí actúan juntos los ciclones de las líneas IV-VI con los tifones, con lo cual todo el medio año de verano obtiene importante cantidad de precipitaciones. En la mitad SE. del centro del Japón, el mes de junio produce con sus "lluvias del florecimiento del ciruelo", la primera máxima. Julio o agosto muestran con un avance del monzón del SE. una mínima secundaria. A esto le sigue en setiembre, con el retroceso del centro de la alta presión del N. del Pacífico, una nueva elevación de la curva que es producida por ciclones y tifones. La parte del verano de la curva de precipitaciones se parece, pues, a la de la costa china sudoriental.

Como las precipitaciones de verano no son producidas por el monzón constante mismo sino por fenómenos pasajeros y tan inciertos como ciclones y tifones, el carácter de las precipitaciones de los distintos años es de gran diversidad. La variabilidad media de la altura de las precipitaciones anuales se determina estableciendo las diferencias de las alturas de las precipitaciones de los distintos años, con respecto a la altura media; luego se calcula el valor medio de esas diferencias y se expresan los valores medios obtenidos así en porcentajes de la media anual. *v. Wissmann* (88) y *Liu* (56) han calculado esta variabilidad media de la altura de las precipitaciones, que alcanza en el N. de la China, Manchuria y NE. de Corea, a valores hasta de un 31 %. En Corea el valor de un año aislado puede subir hasta un 90 % por encima de la media, y bajar hasta un 57 % por debajo de ella (50, pág. 90 y sigs.). Un déficit de más de 40 % tiene efecto destructor en las cosechas de arroz. Mucho más extremas aún son las fluctuaciones

dentro de los distintos meses. Peking posee una media de julio de 256 mm. y el mes de julio de 1890 trajo sin embargo 825 mm.; el mismo mes del año 1869, 6,8 mm. En el período 1891-1936 en Peking hubo 21 años con precipitaciones de julio de menos de 50 mm.; entre éstos, 5 años con menos de 10 mm. La inestabilidad agraria del N. de la China es por lo tanto muy grande. Si el frente polar se encuentra a menudo sobre el N. de la China durante julio, este mes, que es el más importante para la agricultura, obtiene suficientes precipitaciones. En el valle del Yangtse, el verano es demasiado húmedo y con inundaciones, cuando el monzón de verano desplaza demasiado tarde al frente polar hacia el N. Así fué en 1931. Este año trajo al mismo tiempo sequía a la China del N., ya que el frente polar quedó demasiado al S. En el año 1934, en cambio, el monzón de verano ya se presentó el 23 de junio en el territorio del Yangtse. Las "lluvias del florecimiento del ciruelo" faltaron y el valle del Yangtse sufrió sequía, mientras que algunas partes del N. de la China y de Manchuria fueron inundadas. En el territorio del Yangtse, la inundación de julio de 1931, produjo daños calculados en 2,9 mil millones de dólares mejicanos. Un territorio de más de 120.000 Km². permaneció inundado durante meses, alcanzando el agua hasta 7 m. (47). Se ahogaron 140.000 personas y 25 millones quedaron sin abrigo. La sequía de 1934, por su parte, trajo al valle del Yangtse 750 millones de dólares mejicanos de pérdida (79,24). En los 268 años, de 1644 hasta 1911, el territorio del Yangtse inferior, al E. de Wuhu, soportó 197 inundaciones y 156 sequías (10). Entre 1911 y 1932 se produjeron 56 inundaciones: 5 producidas por lluvias convectivas, otras 5 por tifones y 42 por ciclones extratropicales (9).

En mi Geografía Política he presentado las condiciones correspondientes a Corea, basándome en fuentes japonesas (50, pág. 113 y sigs., 396). Acerca de los años de sequía de Corea ya se habló antes (pág. 39). A consecuencia del declive de las pendientes y la extendida tala de los bosques, las máximas alturas de las crecidas de los ríos coreanos, apenas son inferiores a las de los ríos chinos, a pesar de ser muy cortos. Estas alturas llegan hasta los 19 m. por encima de las aguas bajas. En julio de 1926 la conducción de agua del Hangang (Kankô) en Koan (Kôan) osciló entre 100 y 14.400 m³/seg. Estas crecidas son producidas exclusivamente por ciclones y tifones. La catástrofe del curso del Tädong, del 28 de julio hasta el 1 de agosto de 1923, fué la consecuencia de un ciclón de la línea II que cruzó la parte más estrecha de la península, y la terrible devastación producida por una creciente en la doble provincia meridional de Kjöngsangdo (Keishôdô) del 6 al 7 de setiembre de 1927 fué consecuencia de un tifón, que tenía el vértice de su línea en el S. de Corea. Los cronistas co-

reanos anotan para los años 1407 hasta 1859, 168 catástrofes producidas por crecientes del Hangang junto a la capital Seoul (Keijô). De ellas 135 correspondieron a los 3 meses de verano. Dos grandes obras japonesas, más modernas, se ocupan detalladamente a base de material de observación, en las relaciones entre las catástrofes producidas por crecientes coreanas y el origen ciclónico de los aguaceros (91, 92, comparar fig. 2).

Volvamos hacia atrás. Si comparamos los lados orientales de los continentes, en las latitudes templadas, con respecto a sus condiciones de precipitaciones estivales, el Asia Oriental parecía hasta ahora ocupar un lugar de excepción con su sistema de perturbaciones monzónicas casi estacionario y las lluvias regionales preponderantes o casi exclusivas producidas por ese sistema, lo cual no pudo ser fundamentado en forma clara, por la extensión excepcional del continente asiático. Las explicaciones precedentes muestran que no existe tal lugar de excepción; que con respecto a las partes correspondientes de los otros continentes, existen cuando mucho diferencias de grado, pero no esenciales. La comparación más cercana es con el sector SE. de América del Norte, aun cuando éste se encuentre 10° más al N. con respecto al Asia Oriental. También este sector se encuentra en el verano, al O. de un anticiclón nortropical y de ahí que esté influenciado por vientos predominantes del cuadrante S. Pero ya hace mucho que se sabe que las precipitaciones de verano, que también aquí predominan, no son producidas por estos vientos, tanto en los imponentes sistemas orográficos, como las montañas de Ozark y los Apalaches. Más bien, desde hace muchas décadas, es conocido el hecho de que también este sector de América del N. en todas las estaciones se encuentra bajo la acción de ciclones que se extienden hacia el E., cuyas líneas, como en el Asia Oriental, son convexas hacia el S. Una de ellas se extiende en forma curva hacia el Ecuador hasta la costa del Golfo, corriendo luego paralela a la costa hacia el NE. hasta por lo menos el cabo Cod. Hace poco, *R. de C. Ward*, en el "Manual de la Climatología", escribió lo siguiente acerca del territorio de la costa del Golfo (85, pág. 143): "Los vientos predominantes del verano, cálidos y húmedos, extienden por encima de este territorio una cantidad más que suficiente de vapor de agua. A menudo se producen tempestades. Las depresiones ciclónicas locales y los huracanes de las Indias Occidentales contribuyen con su parte en las precipitaciones". Algo muy parecido puede decirse ahora acerca del Asia Oriental.

Desde el punto de vista científico-histórico puede parecer sorprendente que esta concepción exacta de la naturaleza del mecanismo de las precipitaciones del Asia Oriental, sólo desde 1934 ha empezado a desarrollarse en forma consecuente. Por eso debe tenerse en cuenta que existen ya algunos

precursores, pero cuyas opiniones hasta ahora no han sido consideradas lo suficientemente. En primer lugar debe indicarse que *Credner* (19), con respecto a Siam, que por cierto ya se encuentra fuera del Asia Oriental, atribuye a ciclones no sólo los chaparrones de Mango de la época de sequía del invierno del N., sino también las precipitaciones de verano de los valles. A esto último, según él, también contribuyen las tormentas. En lo demás tenemos a *Hettner*, "Climas de la Tierra" (43), *Milham*, "Meteorología" (59) y "El Asia de los monzones" de *Sion* (70). Varias frases de *Sion* (sobre todo pág. 11) podrían provenir también del escrito presente; en otras, en cambio, (pág. 10), influye mucho la antigua concepción. Pero muy particularmente interesante es que ya *Richthofen* en 1882 afirma claramente que el monzón de verano en algunas circunstancias fracasa como agente de precipitaciones. En el tomo segundo de su obra acerca de la China (67), habla de los meses de junio y julio en Cantón y Schanghai: "Junio y julio deberían ser en ambos lugares los meses más ricos en lluvias, pero no lo son, dado que la llanura está recalentada, y el aire que se extiende por encima de ella está alterado. En los dos meses citados el aire se extiende por encima de las llanuras y sólo por violentas tormentas se desprende de parte de su humedad". Y en la página siguiente se dice en la Nota 1: "Además lo mismo rige para Cantón, donde justamente en junio y julio predominan los vientos del SO. con 71 y 68 % de humedad y por lo tanto deberían producir las más grandes precipitaciones. Pero en ese tiempo el territorio montañoso desnudo está recalentado hasta las cimas. Lo mismo ha de ocurrir con la gran cubeta de Kwangsi. De ahí que el aire mantenga su humedad y el cielo quede despejado".

RESUMEN

1. El monzón de verano en el frente oriental de Asia no forma un sistema de corrientes casi estacionario e ininterrumpido, aun cuando entre el centro de alta presión sudsubtropical y la orilla N. del mar de Okotsk, en todas partes predominen los vientos del cuadrante S., siempre que no se produzcan desviaciones orográficas.

2. El cuerpo de aire monzónico consta aquí de dos distintas masas. La masa *Tm* que se origina en el centro de alta presión del Pacífico Norte y su vecindad meridional, y la masa *Em*, más cálida, húmeda y poderosa, proveniente de las inmediaciones del Ecuador o del centro de alta presión subtropical S. Esta última se extiende por encima de la primera en el frente ecuatorial.

3. Ambas masas en el frente polar, entran en reacción con dos masas

de aire subpolares, de las cuales la más importante es la masa continental modificada (NPc).

4. Ninguna de esas masas de aire produce inmediatamente precipitaciones importantes. De manera que debe contestarse negativamente a la pregunta de si el monzón de verano en el Asia Oriental es el principal agente de precipitaciones. Todavía no se sabe con seguridad si en el Asia Oriental las lluvias regionales son sólo producidas por el ascenso adiabático de las masas Tm y Em. Pero semejantes casos eventuales de ningún modo pueden tener gran importancia, tal vez con excepción de las altas montañas del O. exterior.

5. En el frente polar se desarrollan ciclones extratropicales. Estos son los más importantes agentes de precipitaciones. El vapor de agua que expelen proviene en última instancia de la masa Tm o bien de la Em.

6. Junto con los ciclones extratropicales se presentan lluvias tifónicas y convectivas.

7. El efecto productor de precipitaciones de los ciclones y tifones aumenta en el costado de barlovento de las montañas.

8. El curso estival de las precipitaciones de las distintas regiones de Asia Oriental se explica por la frecuencia y abundancia de las tres citadas clases de formaciones de precipitaciones y no por la frecuencia y fuerza del monzón de verano.

9. La variabilidad de las precipitaciones de verano del Asia Oriental de año en año, en muchas regiones es muy grande. Inundaciones y sequías son las consecuencias de que los frentes en muchos años no sufran los cambios normales a los meses correspondientes. El monzón constante es un enemigo del cultivo del arroz.

10. La nueva concepción trae consigo la similitud fácilmente comprensible con el sector SE. de Norte América.

Por primera vez di a publicidad los resultados precedentes en un discurso ante el coloquio del Instituto Geográfico de la Universidad de Göttinga, el 4 de mayo de 1948, después que el "Libro de Corea", aparecido en 1945 (50), ya había establecido lo esencial relacionado con la Geografía de ese país. El manuscrito de ese trabajo fué concluído a principios de junio de 1948. El 28 de setiembre de 1948, H. Flohn pronunció un discurso en las sesiones geográficas de Munich, acerca de la formación y disolución del monzón de verano en el Asia Oriental, discurso del cual pude inferir para mi alegría, que las investigaciones del señor colega Flohn confirman plenamente mis resultados, obtenidos en lo esencial con otros métodos.

B I B L I O G R A F I A

1. *E. v. Ahnert*, Le climat de Manchurie. C. R. Congr. Intern. Géogr. Paris 1931. T. II, Fasc. 1. Paris 1933. 5 págs.
2. *H. Arakawa*, Die Luftmassen in den japanischen Gebieten. Met. Zeitschr. 54, 1937. Págs. 169-174.
3. *H. Arakawa*, (The) Air Masses in Japan. Journ. Met. Soc. Japan 2^a Ser. 13, 1935. Págs. 387-402. 14, 1936. Págs. 328-338, Págs. (30). 15, 1937. Págs. 185-189, Págs. (17 y sigs.) (en japonés con resúmenes en inglés).
4. *H. Arakawa*, The Formation of Hurricanes in the South Pacific and the Outbreaks of cold Air from the north polar Region. Journ. Met. Soc. Japan 2^a Ser. 18, 1940. Págs. 1-7, Págs. (1 y sigs.). (en japonés con resúmenes en inglés).
5. *E. W. Barlow*, The Monsoons. Marine Observer 6, 1929. Págs. 60-63, 130-134, 153-156.
6. *T. Bergeron*, Richtlinien einer dynamischen Klimatologie. Met. Zeitschr. 47, 1930. Págs. 246-262.
7. *K. Bouterwek*, Asien als Erdteil. Klutes Handb. d. geogr. Wiss. T. Nordasien, Zentral - u. Ostasien. Pág. 48.
8. *E. Biel*, Weather and Climate of China. U. S. Army Air Forces Weather Division. Washington 1945 (hasta ahora no es accesible).
9. *K. Y. Cheng*, Flood and Rainfall along the Yangtze Valley during the Period 1911-1932. Science 18, H. 10. Shanghai 1934.
10. *K. Y. Cheng*, Floods and Droughts of the Lower Yangtze Valley and their predictions. Journ. Geogr. Soc. China II, 3. 1935. También: Mem. Nat. Research Inst. Met. IX, 1937. Págs. 7-17.
11. *Coching Chu*, Climatic Provinces of China. Mem. Nat. Research Inst. Met. I, 1931. 11 págs.
12. *Coching Chu*, The Enigma of Southeast Monsoon in China. Journ. Geogr. Soc. China 1, 1934. Págs. 1-27.
13. *Coching Chu*, Circulation of Atmosphere over China. Mem. Nat. Research Inst. Met. IV, 1934, 55 págs. (también Proc. 5th Pac. Science Congr. Canada 1933).
14. *Choching Chu*, The climatic Factors of China. Journ. Geogr. Soc. China II, 2. 1935. Pág. 16.
15. *Choching Chu*, A brief Survey of the Climate of China. Mem. Nat. Research Inst. Met. VII, 1936. 35 págs.

16. *Choching Chu*, The Nanking Weather. Mem. Nat. Research Inst. Met. IX, 1. 1937. 6 págs.
17. *W. Y. Chu*, The upper Air Current Observations in Nanking. Mem. Nat. Research Inst. Met. IX, 4. 1937. Págs. 25-41.
18. *V. Conrad*, Die klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von den terrestrischen Einflüssen. Handb. d. Klimatologie von Köppen-Geiger. T. 1, B. Págs. 495 y sigs.
19. *W. Credner*, Siam, das Land der Tai. Stuttgart 1935. Págs. 69-75.
20. *C. E. Deppermann*, Outlines of Philippine Frontology. Manila 1936. 27 págs.
21. *C. E. Deppermann*, The upper Air at Manila. Publ. Manila Observatory II, 5. Manila 1934. 29 págs.
22. *C. E. Deppermann*, The mean Transport of Air in the Indian and South Pacific Oceans. Manila 1935. 13 más 38 págs.
23. *B. N. Desai y S. Mal*, Vertical Structure of the Surface of Discontinuity between the continental and the Monsoon Air Masses in the Pre Monsoon Period. Gerlands Beitr. Geophysik 40, 1933. Págs. 12-17.
24. *Department of Agricultural Economics (J. L. Buck)*, The 1931 Flood in China, Univ. Nanking, College of Agriculture and Forestry. Bull. N° 1 (New Series) 1932. 74 págs.
25. *E. G. H. Dobby*, Winds and Fronts over Southeast-Asia. Geogr. Rev. 35, 1945. Págs. 208-18.
26. *S. S. Dzen*, A comparative Study of free Air Circulation over Peiping and Nanking. Met. Mag. Nanking 13, 1937. Págs. 79-109.
27. *G. Fenzel*, Problems of Reforestation in Kwagung with Respect to the Climate. Lingnam Science Journal 9, 1930. Págs. 97 y sigs.
28. *H. Flohn*, Zum Klima der Hochgebirge Zentralasien. Met. Rundschau I, 1947. Págs. 95-97.
29. *H. Flohn*, Witterungs-Singularitäten im Monsulklima Indiens. Ann. Hydr. u. Mar. Meteorol. 1943. Págs. 289-94.
30. *G. Fochler-Hauke*, Monsune, Depressionen und Taifune Südchinas. Gerlands Beitr. z. Geophysik 43, 1934. Págs. 233-244.
31. *G. Fochler-Hauke*, Die Niederschlagsverhältnisse Südchinas. Met. Zeitschr. 51, 1934. Págs. 408-416.
32. *L. Froc*, L'Atmosphère en Extrême-Orient. Paris 1920. 291 págs.
33. *L. Froc*, Atlas of the Teacks of 620 Typhoons 1893-1918. Zikawei 1920.

34. *H. Futi, S. Tazima y N. Murase*, On the Structure of an extratropical Cyclone in the Far East (1). Journ. Met. Soc. Japan 2. Ser. 17, 1939. Págs. 343-355, Pág. (33). (en japonés con resúmenes en inglés).
35. *E. Gherzi*, Etude sur la Pluie en Chine (1873-1925). Changai 1928. 2 tomos. 1 Atlas.
36. *E. Gherzi*, The Winds and upper Air Currents along the China Coast and in the Yangtze Valley. Shanghai 1931.
37. *E. Gherzi*, Note sur les dépressions extratropicales de Chine. Gerlands Beitr. z. Geophysik. Köppen T. I, 1931. Págs. 368-378.
38. *E. Gherzi*, Air Masses acting over China and the adjoining Seas. Beitr. z. Physik d. freien Atmosphäre. 24, 1938. Págs. 45-52.
39. *E. Gherzi*, The Climate of China. The China Year Book 1936. Págs. 263-71.
40. *W. Haude*, Monsunbeobachtungen am Südostrande der Mongolischen Steppe im Juni und Juli 1927. Beitr. z. Physik d. Freien Atmosphäre 17. 1931. Págs. 22-39.
41. *W. Haude*, Die Grenzen der verschiedenen Trockenklimate in Zentralasien. Sven-Hedin-Festschr. Geogr. Annaler 17, 1935. Págs. 112-129, sobre todo 114 y sigs.
42. *A. Heim*, Minya Gongkar. Berlin 1943. Págs. 11-14, 224.
43. *H. Hettner*, Die Klimate der Erde. Leipzig y Berlin 1930. Pág. 53.
44. *E. Imhof*, Der Minya Konka. Eine geographische Skizze. Geogr. Helv. II, 1947. Págs. 243-55.
45. *Jeou-jang Jaw*, A preliminary Analysis of the Air Masses over Eastern China. Mem. Nat. Research Inst. Met. VI, 1935. 36 págs.
46. *Kon. Neederlandsch Meteorolog. Instituut*, Oceanographische en meteorologische Waarnemingen in de Chineesche Zeen en in het Westelijk Deel van den Noord Stillen Ocean. Atlanten Nr. 115. 2 tomos, s'Gravenhage 1935 y 1937.
47. *W. Lachenmann*, Der Yangdsekjang. Lebensbild eines Riesenstromes. Johannes Kepler-Oberschule Reutlingen. Schuljahr 1945/46.
48. *H. Lautensach*, Länderkunde. Ein Handbuch zum Stieler. Gotha 1926. Págs. 439, 523, 524.
49. *H. Lautensach*, Hauptergebnisse meiner Koreareise. Pet. Mitt. 80, 1934. Pág. 172.
50. *H. Lautensach*, Korea. Eine Landeskunde auf Grund eigener Reisen

- und der Literatur. Leipzig 1945. Págs. 97-101, 104, 193, 217, 259, 280, 322, 361.
51. *J. Lee*, Precipitation on the Islands along the Chinese Coast. *Monthly Weather Rev.* 64, 1936. Págs. 287-91.
 52. *J. Lee*, The Cause of the Scarcity of Precipitations on the Islands along the Chinese Coast. *Mem. Nat. Res. Inst. Met.* IX, 1937. Págs. 43-53.
 53. *S Li*, Untersuchungen über Taifune. *Veröff. Met. Inst. Univer. Berlin I*, 5. Berlin 1936. 38 págs. *Met. Zeitschr.* 1937, Págs. 349 y sigs.
 54. *Yen-huai Liu*, Typhoons. *Bull. Geogr. Dep. Junio de 1937.* N° 1.
 55. *Yen-huai Liu*, Studien über Klima und Witterung des südchinesischen Küstengebietes. *Diss. Berlin 1934.* También: *Journ. Geogr. Soc. China III*, 1935, N° 2.
 56. *E. Liu*, Rainfall Variability of China. *Journ. Geogr. Soc. China VII*, 1937. N° 3.
 57. *W. Losch*, Das Klima von Japan. *Geogr. Zeitschr.* 38, 1932. Págs. 82-95.
 58. *W. F. McDonald*, Atlas of climatic Charts of the Oceans. Washington 1938.
 59. *W. J. Milham*, Meteorology, New York 1920.
 60. *W. Meinardus*, Beiträge zur Kenntnis der klimatischen Verhältnisse des nordöstlichen Theils des Indischen Ozeans. *Arch. Dtsch. Seewarte* 13, 1893. N° 7. 48 y XXI págs. También *Diss. Berlin 1894.*
 61. *National Research Institute of Meteorology*, The Chinese Rainfall. Nanking 1935.
 62. *R. Ogasawa*, Rainy Season of the Pacific coastal Region of East Asia. *Journ. Geography Tôkyô* 51, 1939.
 63. *T. Okada*, On the Bai-u or rainy Season in Japan. *Bull. Centr. Met. Obs. Japan* N° 5, Tôkyô 1910. También: *Quart. Journ. R. Met. Soc.* 37, 1911. Pág. 277.
 64. *T. Okada*, Climatic Atlas of Japan and her neighbouring Countries. Tôkyô 1929.
 65. *T. Okada*, The Climate of Japan. *Bull. Centr. Met. Obs. Japan IV*, 2 Tôkyô 1931. Págs. 89-416.
 66. *S. Ooma*, On the Development of Cyclones in the Neighbourhood of Japan (I.). *Journ. Met. Soc. Japan* 2ª Ser. 17. 1939. Págs. 356-366, Págs. (33 y sigs). (en japonés con resúmenes en inglés).

67. *F. v. Richthofen*, China. Tomo II, Berlin 1882. Págs. 32, 33, Nota 1.
68. *G. Schumacher*, Das Klima Südkoreas auf Grund der japanischen Wetterbeobachtungen der Jahre 1914-1933. Arch. d. Dtsch. Seewarte 59, N° 2. 1939. 86 págs. También Diss. Greifswald.
69. *G. C. Simpson*, The south west Monsoon. Quart. Journ. R. Met. Soc. 47, 1921. Págs. 152-172.
70. *J. Sion*, L'Asie des Moussons. T. I. Págs. 8 y sigs. Géogr. Universelle. Paris 1928.
71. *N. H. Stremousov*, About the synoptic Processes in the eastern Part of the Asiatic Continent and the adjacent Seas. Journ. Geophysics USSR V, 2. 1935.
72. *Shio Wang Sung*, The extratropical Cyclones of Eastern China and their Characteristics. Mem. Nat. Research Inst. Met. III, 1931. 60 págs.
73. *G. Tokuyama*, On the Evolution of Cyclones in Japan Sea. Journ. Met. Soc. Japan 43, 1924. En japonés págs. 84-196, en inglés pág. 196.
74. *E. Trebge*, Die Grenzen des Monsuns in Asien. Diss. Jena 1937.
75. *E. Trojan*, Das Klima Nordkoreas auf Grund der japanischen Wetterbeobachtungen der Jahre 1914-1933. Unvollendete Greifswalder Dissertation.
76. *Chang Wang Tu*, China Rainfall and World Weather. Mem. R. Met. Soc. IV, N° 38. London 1934.
77. *Chang Wang Tu*, Some regional Rainfall Types of China. Mem. Nat. Research Inst. Met. V, 1935, 25 págs.
78. *Chang Wang Tu*, Climatic Provinces of China. A new Map. Mem. Nat. Research Inst. Met. VIII, 1936. 22 págs.
79. *Chang Wang Tu*, On the Relation between the great Flood of 1931, the Drought of 1934 and the Centers of Action in the Far East. Mem. Nat. Research Inst. Met. X, 1937. Págs. 35-49.
80. *Chang Wang Tu*, A preliminary Study on the mean Air Currents and Fronts of China. Mem. Nat. Research Inst. Met. XI, 3. 1937. 12 págs.
81. *Chang Wang Tu*, The Air Masses of China. Mem. Nat. Research Inst. Met. XII, 2. 1938. 50 págs.
82. *Chang Wang Tu*, Chinese Air Mass Properties. Quart. Journ. R. Met. Soc. 65, 1939. Págs. 33-51. (Idéntica a la parte I de 81).

83. *Chang Wang Tu y Sze-Sung Wang*, Advance and Retreat of the Summer Monsoon in China. Bull. Am. Met. Soc. 1945, Págs. 9-22.
84. *A. Wagner*, Zur Aerologie des Indischen Monsuns. Gerlands Beitr. z. Geophysik 30, 1931. Págs. 196-238.
85. *Ward-Brooks-Connor*, The Climate of North America. Handb. d. Klimatologie von Köppen-Geiger. T. II J.
86. *W. Werenskiöld*, Mean monthly Air Transport over the North Pacific Ocean. Geophysiske Publ. II, 9. Christiania 1923.
87. *H. von Wissmann*, Begleitworte zu einer Niederschlagskarte von China. Zeitschr. Ges. Erdkde, Berlin 1937. Págs. 38-43.
88. *H. von Wissmann*, Mean Variability of annual Rainfall in Eurasia. Mem. Nat. Research Inst. Met. XI, I. 1937. 21 págs.
89. *A. Woeikof*, Über das Klima von Ostasien Met. Zeitschr. 1870, Pág. 39.
90. *T. Yamanaka y C. Ikeda*, The 3 principal Air Masses in Japan and their Neighbourhood. Journ. Met. Soc. Japan, 2^a Ser. 17, 1939.
91. *Kinnen ni okeru Chôsen no fusuigai* (Wind-und Wasserschäden in Korea). Generalgouvernement Korea, Wetterbüro. 1926. 264 págs. (en japonés).
92. *Chôsen kasen chôsa sho* (Buch über die hydrographischen Verhältnisse in Korea). Generalgouvernement Korea. 1929. 2 tomos. (en japonés).