

326.

FOR SECTION II



QUELQUES CONSIDERATIONS A PROPOS DE LA SECHERESSE  
RECENTE DANS LE CHILI CENTRAL

CONGRESS PAPERS	
REC 1.5.72	NO 730
ACK	5.5.72
EVENT	PRO
REFEREES	
ACCEPT	
ACK	
TEXT TO ED	

Orlando PEÑA

Hans SCHNEIDER

Dpto. de Geografía  
UNIVERSIDAD DE CHILE  
VALPARAISO, CHILE

N.O.B. 130-V



"Quelques considérations à propos de la sécheresse récente dans  
le Chili central"

Orlando PEÑA  
Hans SCHNEIDER  
Dpt. de Géographie  
UNIVERSIDAD DE CHILE  
VALPARAISO, CHILE

Résumé: Cette étude analyse la sécheresse dans la partie Nord du Chili central, entre 1967 et 1970. A partir des conditions pluviométriques régionales, les auteurs ont essayé de détecter l'existence de tendances en utilisant les séries de 100 ans d'observations pluviométriques à Santiago et à La Serena. A partir de ces données nous avons dégagé quelques conclusions préliminaires:

- les moyennes décennales indiquent une tendance vers la diminution des totaux annuels et une dégradation de la relation entre les totaux des deux stations;
- le calcul de moyennes mouvantes (Méthode de Spencer de 15 points) vient en confirmer cette tendance, comme aussi d'autres tests;
- cependant, les auteurs insistent sur la nécessité de continuer les recherches et d'utiliser avec prudence les méthodes statistiques avant d'arriver à des conclusions sur les tendances et l'extrapolation vers le futur à partir des données disponibles. En considérant la situation géographique de la région, en marge aride, il pourrait bien s'agir de variations normales dans ce type climatique.

- - - - -

1. Le Chili central - et particulièrement sa partie septentrionale, le Norte Chico - a été affecté par une sécheresse prolongée à partir de 1968. Ce phénomène s'insère dans une tendance générale vers la diminution des précipitations dans cette région (\*) mais nous ne pouvons pas encore être sûrs au sujet du caractère de ce phénomène: variation passagère ou début d'un changement du climat qu'impliquerait une évolution vers un climat plus aride?

---

(\*) v. PIZARRO & RIVAS "Irregularidad de las precipitaciones en el Norte Chico"

Of. Meteorológica de Chile, Santiago 1964 (Policopie)

SCHNEIDER, H. "El clima del Norte Chico"

Opto. de Geografía, U. de Chile, Santiago 1969

Les précipitations qui tombent régulièrement en hiver dans le centre nord du Chili, se trouvent liées aux perturbations du front polaire où s'opposent masses d'air tropical-méridionale et polaire-maritime. Ces perturbations arrivent au continent sud-américain entre les 40° et 50° S et une partie est déviée vers le Nord par le puissant obstacle de la Cordillère des Andes, prenant une trajectoire sud-nord. Le long trajet explique que l'état affaibli et en voie d'occlusion de ces perturbations de la saison froide au centre et centre-nord du pays, surtout cette dernière région se trouvant bien en marge de l'aire des précipitations régulières hivernales. Le facteur le plus important qui intervient pour déterminer l'extension des dépressions vers les basses latitudes est la position du anticyclone du Pacifique Sudoriental; il se trouve centré à proximité de la côte entre 20° et 45° S selon la saison. Les perturbations cycloniques peuvent réussir à gagner le centre-nord seulement dans des conditions d'affaiblissement ou d'éloignement du centre de hautes pressions, de manière que la région se trouve dans une position de marge aride qui s'accroît vers le Nord. Les totaux pluviométriques traduisent étroitement ces faits: entre les 36° et 30° S, les moyennes annuelles (1931-1966) tombent de plus de 1000 mm à 100 mm et l'occurrence même du phénomène devient de plus en plus aléatoire.

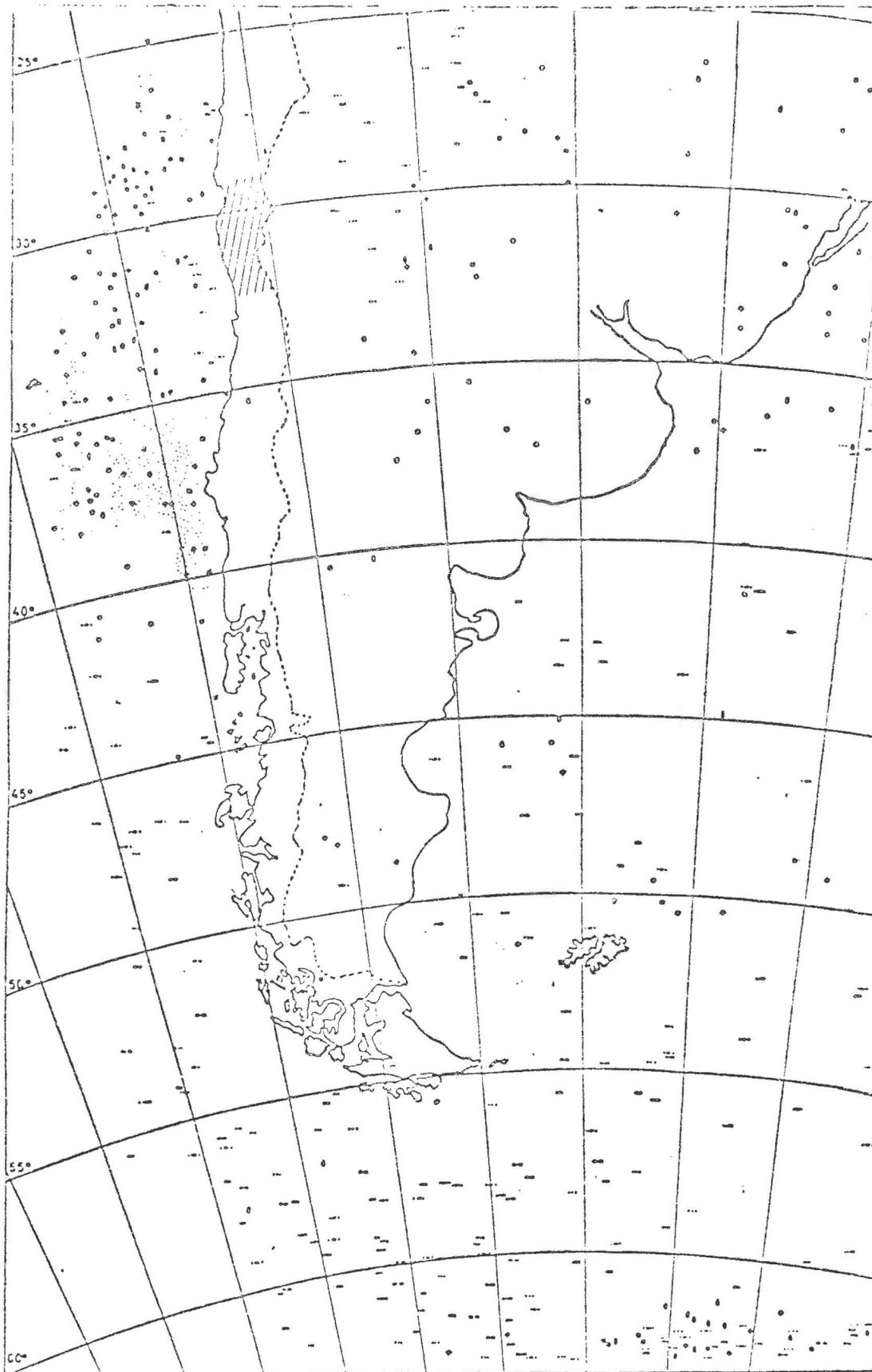
Dans les années sèches, il semble qu'interviennent des perturbations de la circulation atmosphérique régionale: une diminution de la cyclogénèse et surtout une persistance anormale du anticyclone de se fixer à des latitudes plus hautes que normalement. Les cartes comparatives des hivers des années 1966, année des précipitations plus ou moins normales, et 1968, année très sèche, viennent en confirmer cette hypothèse (figures 1 et 2). Les observations des satellites météorologiques montrent, elles aussi, le blocage anticyclonique des perturbations qui sont empêchées de progresser vers le nord.

La distribution des totaux annuels des précipitations dans la région correspond aux traits de marge aride: concentration de plus du 80% entre mai et août, variations interannuelles élevées. Les moyennes ne reflètent que médiocrement une situation 'normale' parce qu'ils sont le résultat d'une opération additive où les valeurs basses sont beaucoup plus nombreuses que les totaux élevés, très rares; la médiane correspond mieux aux conditions vraies. Au côté de la faiblesse de la tranche il faut considérer le nombre réduit de jours de pluie (x) ce que ne veut pas dire que des jours

---

(x) A La Serena, il a moins de 10 jours par an avec 1 mm ou plus d'eau; à Santiago on en compte 30.

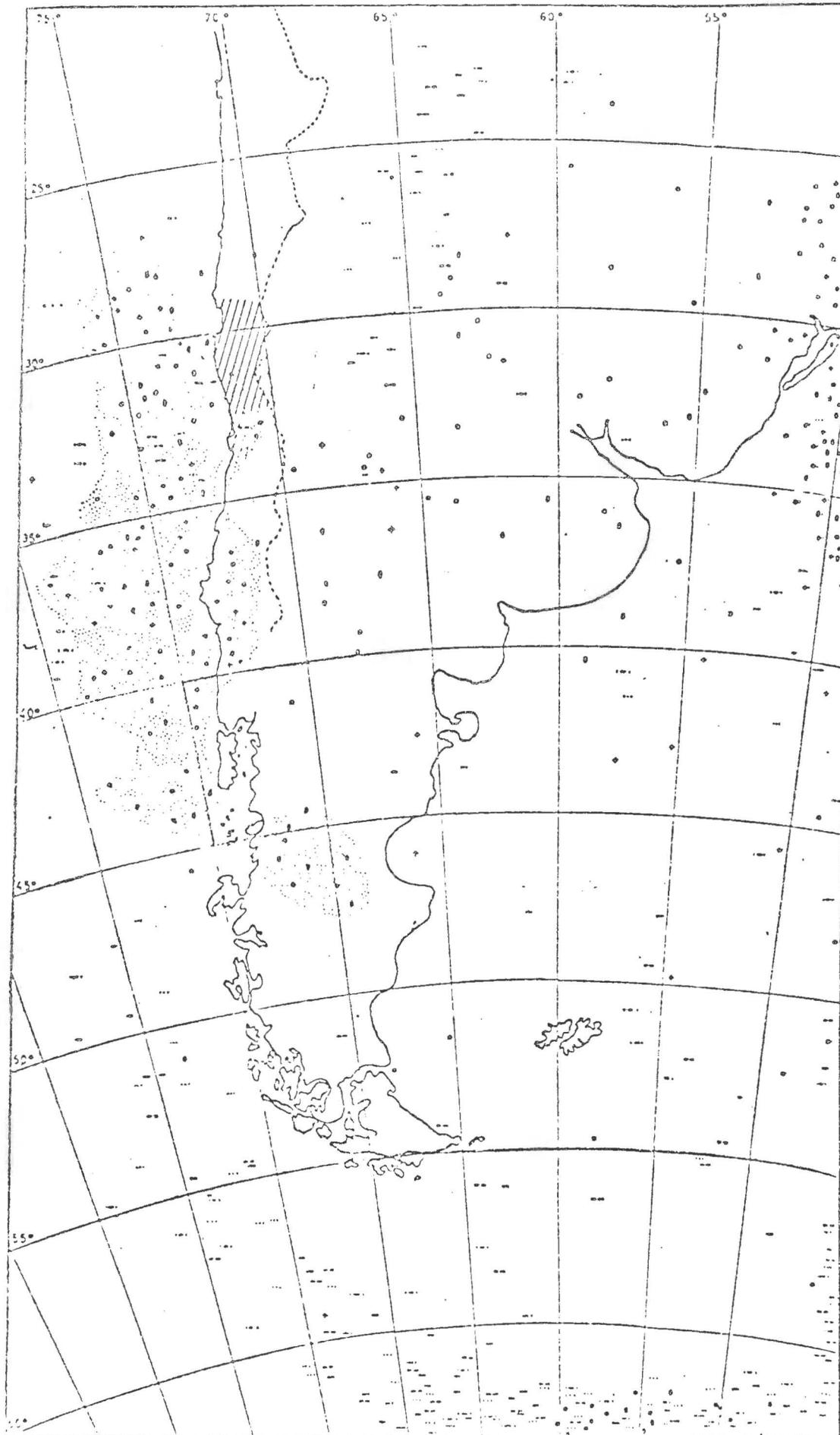
Figure 1 CENTRES D'ACTION - HIVER 1966



ANTICYCLONES		DEPRESSIONS		
Mai	○	Mai	--	▨ Région étudiée
Juin	○	Juin	---	Chaque signe indique la
Juillet	+	Juillet	-	position du centre en 24 h
Août	⊗	Août	...	

Source: B.Q.Serv.Météorologique Argentin

Explication: v.figure 1



(D'après SCHNEIDER, H. "Tipos de tiempo en Chile central"  
Cuad.Geogr.del sur, no.1 (1971), p.77-93)

torrentielles n'ont pas lieu. Cela nous donne un cadre de référence où pourrait se situer l'étude de la sécheresse actuelle.

2. La carte du déficit cumulé indique les limites correspondantes à la période 1967-1970 (x). Il est intéressant de noter que la limite du déficit supérieur au 50% coïncide très étroitement avec la marge régionale et la deuxième limite, celle du 60%, coïncide avec la division régionale entre la partie la plus humide au Sud et la plus aride au Nord. En total, une telle succession d'années sèches ne se trouve pas dans les registres numériques; il s'agit très probablement d'un phénomène avec une fréquence inférieure à une fois par siècle (xx).

L'existence de données correspondantes à la période 1871-1970 permet d'essayer quelques recherches sur les possibles tendances des précipitations, recherches que l'homogénéité du climat régional permet d'étendre à l'ensemble de la région.

En premier lieu, nous avons examiné la distribution des totaux annuels par déciles et la répartition de fréquence correspondante (fig.3).

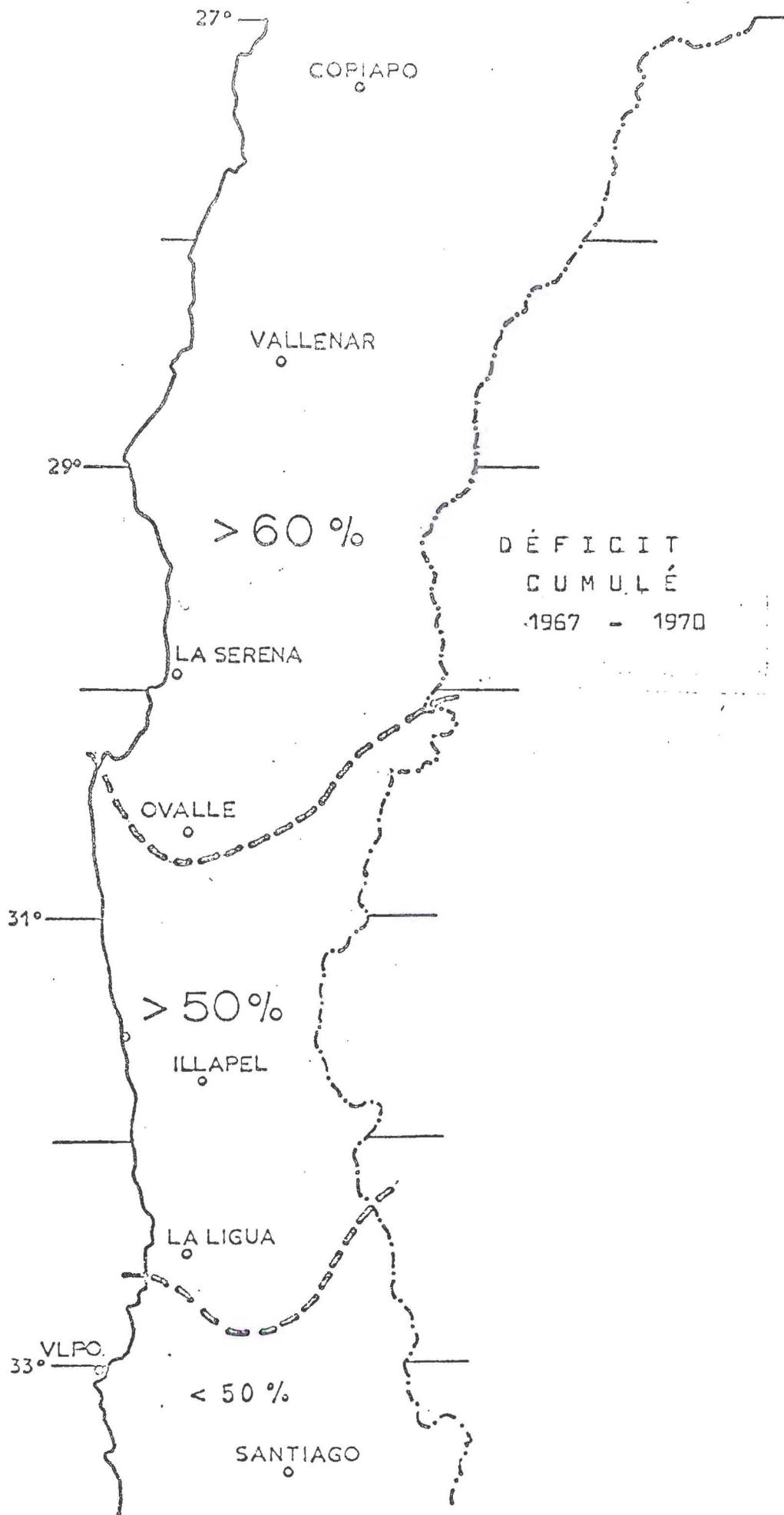
Tableau I Précipitations à La Serena et à Santiago (1871 - 1970)  
Répartition par déciles

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	Limites
La Serena	32	48	74	90	106	126	154	186	234	7 - 412 mm
Santiago	180	213	252	290	312	340	382	452	632	66 - 820 mm

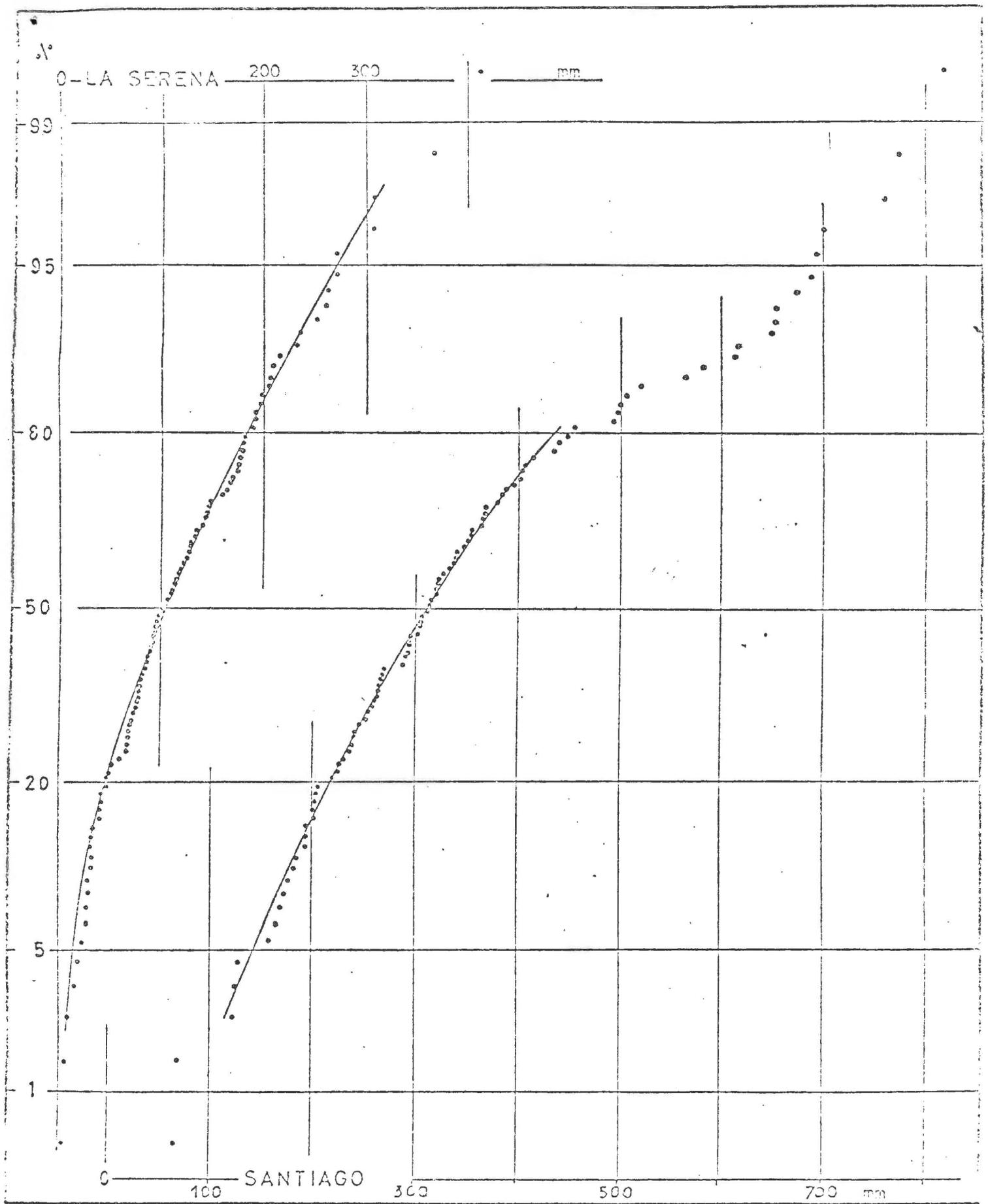
Dans la figure 3, les totaux individuels annuels ont été portés en abscisses par ordre croissant, l'échelle en ordonnées est gaussienne et les données individuelles ont été distribués (selon) la formule  $(2m-1)100 / 2N$ ; m prenant les valeurs 1,2,3...,n et N = nombre d'observations. Les totaux annuels des précipitations à La Serena se rapprochent à une distribution normale; même les valeurs extrêmes ne s'écartent trop d'une droite. La limite inférieure indique la probabilité très réduite des chutes d'eau annuelles par dessous les 10 mm.

(x) Pour un examen plus détaillé, voir SCHNEIDER, H. "La sequía de 1968 en Chile", Inform.Geográfico. 1968/1969 p.159-176 et "Tipos de tiempo en Chile Central" Cuad.Geogr.del Sur, No.1, 1971, p.77-93.

(xx) Les sources historiques mentionnent la sécheresse prolongée de 1770-1782 et celle de 1830 - 1832



DISTRIBUTION DES FRÉQUENCES



Pour la station de Santiago, la distribution indique trois secteurs différents: entre le 55 et le 80% des années, les totaux se situent à proximité d'une droite tandis que les extrêmes prennent une allure différente. Pour les valeurs les plus élevées, la distribution pourrait se rapprocher à une loi logarithmique-normale (totaux supérieurs à 500 mm). Seulement trois fois en cent ans, on a enregistré des totaux annuels supérieurs à 700 mm et seulement deux fois l'hauteur annuel d'eau n'a pu atteindre 120 mm.

La variabilité interannuelle des précipitations à La Serena et à Santiago apparaît sur la figure 4. Pour chaque station, nous avons considéré les différences entre totaux annuels successives selon la formule:  $(P_{n+1} - P_n) / \bar{x}(D)$  où  $P_n$  est la précipitation de l'année n et  $\bar{x}(D)$  la moyenne des différences. Il en ressort l'irrégularité plus forte des précipitations à Santiago en relation avec La Serena.

La corrélation entre les deux stations (fig.5) montre à la fois les relations entre les totaux annuels individuels et aussi l'occurrence à souvent simultanée d'années humides, normales et sèches, ce qui est en relation étroite avec les considérations générales sur le climat régional que nous avons exposé plus haut. En effet, pour les années particulières le nuage de points ne laisse guère penser à une corrélation entre ces totaux. Cependant, la division des années en trois catégories: humides, normales et sèches d'accord aux limites suivantes:

- années humides: précipitations égales ou supérieures à D2
- " normales: " entre D8 et D2
- " sèches : " égales ou inférieures à D2

donne le tableau suivant:

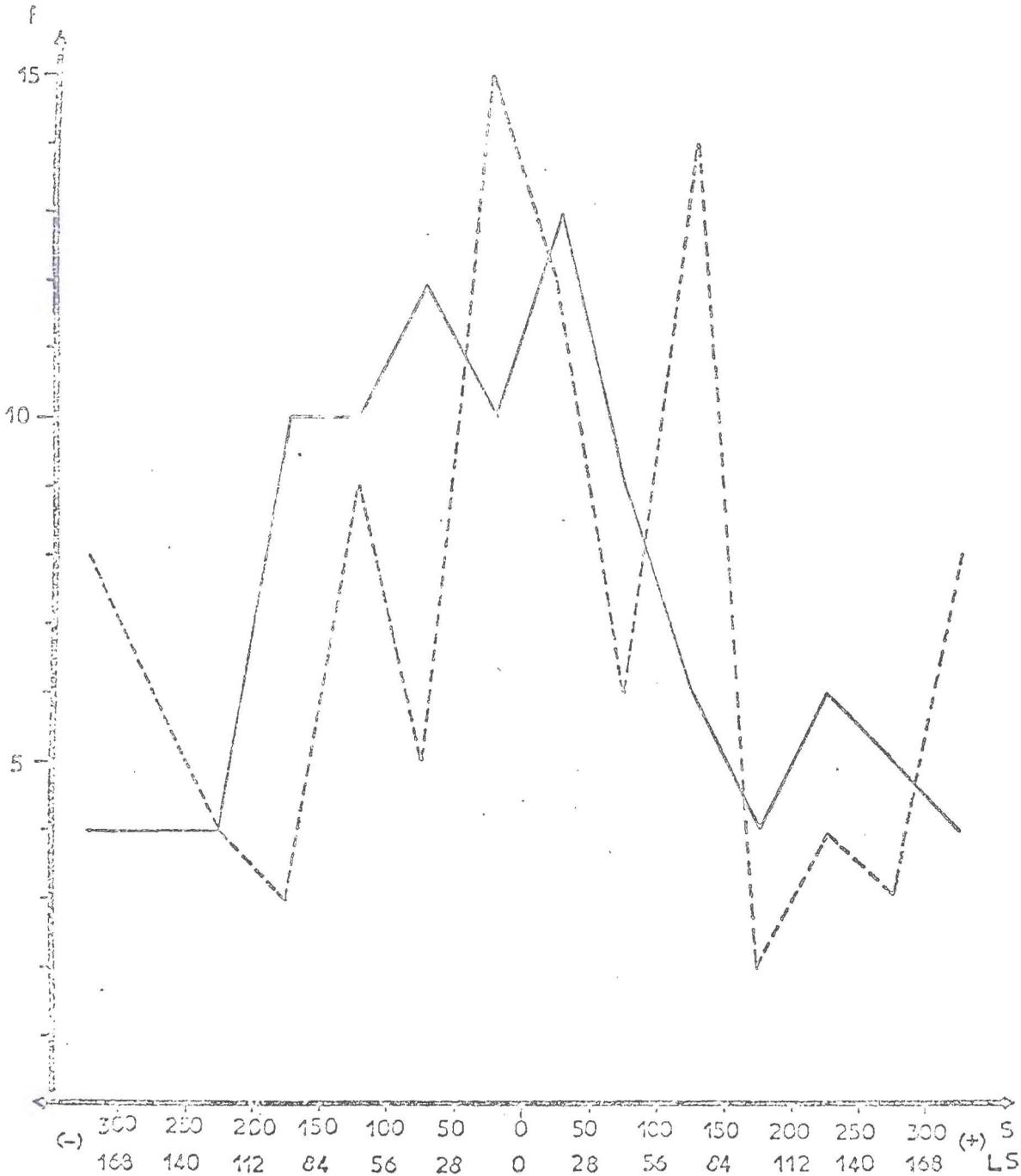
Tableau II

		S A N T I A G O			
		Sèche	Normale	Humide	
L A S E R E N A	Sèche	8 (4)	11 (12)	1 (4)	(Entre parenthèses, les fréquences théoriques)
	Normale	12 (12)	42 (36)	6 (12)	
	Humide	0 (4)	7 (12)	13 (4)	

L'hypothèse de l'indépendance des attributs se trouve ainsi rejetée. L'examen de ce tableau montre non seulement que les situations où les stations se trouvent en conditions pluviométriques semblables sont de loin les plus fréquentes, mais confirment aussi la situation générale.

Figure 4

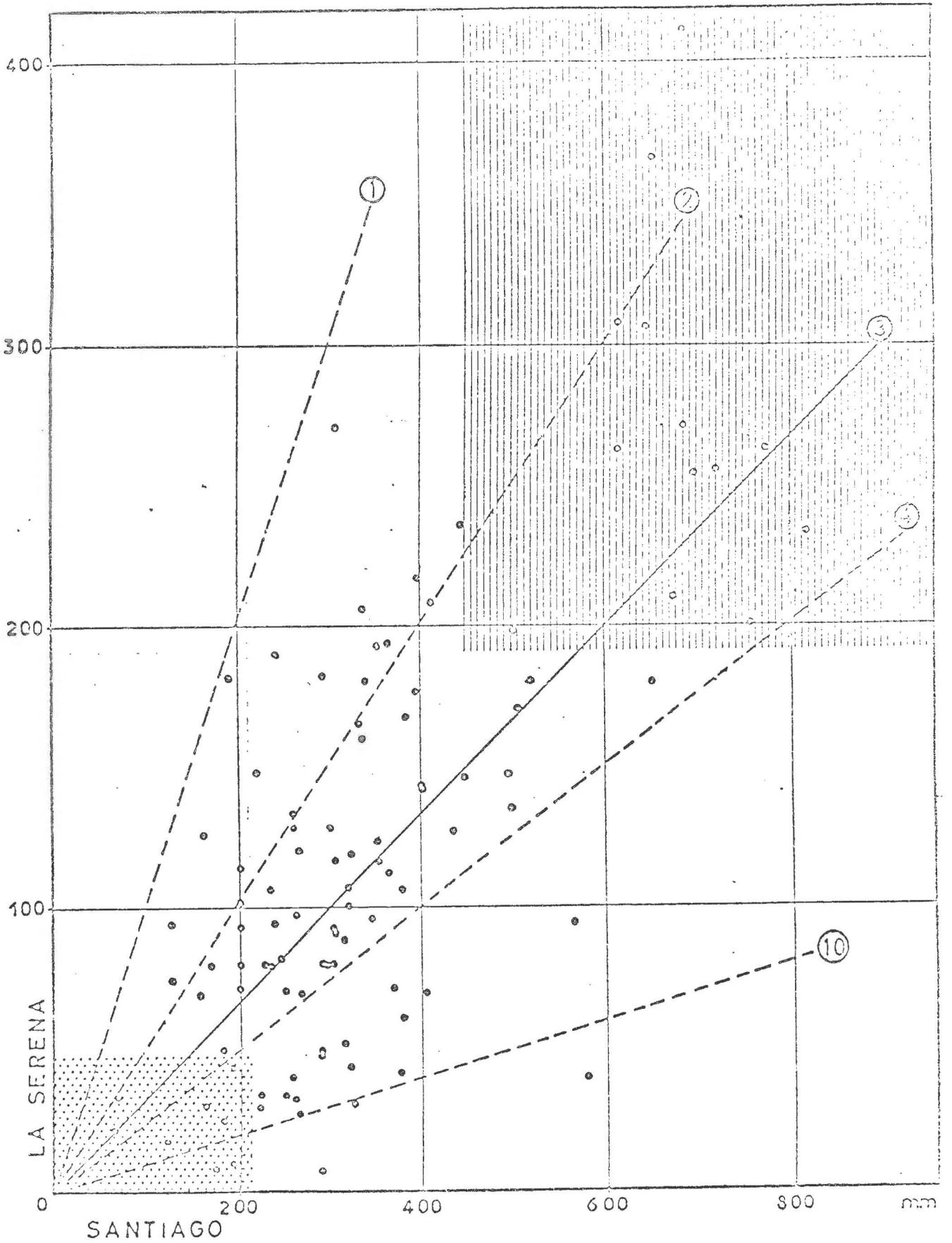
VARIABILITE INTERANNUELLE DES PRECIPITATIONS  
1871 - 1970



Santiago ----  
La Serena —

1871 - 1970

Les droites marquées 1, 2, 3, 4, 10 correspondent aux relations suivantes entre les précipitations annuelles des deux stations: 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:10



qu'implique l'atténuation progressive des pluies de Sud à Nord; aucun an sec est accompagné d'un an humide à La Serena. D'autre part, les années humides à Santiago sont dans le 65% aussi humides à La Serena.

Le tableau III montre l'évolution des moyennes décennales:

Tableau III

Période	Santiago			La Serena		
	a	b	c	a	b	c
1871 - 1880	333	-14		134	11	
1881 - 1890	373	26	40	166	43	32
1891 - 1900	422	75	49	146	23	-20
1901 - 1910	360	13	-62	161	38	15
1911 - 1920	341	-6	-19	92	-31	-69
1921 - 1930	388	41	47	131	8	39
1931 - 1940	335	-12	-53	110	-13	-21
1941 - 1950	337	-10	2	102	-21	-8
1951 - 1960	317	-30	-20	102	-21	0
1961 - 1970	265	-82	-52	84	-39	-18

a = moyenne de la période décennale en mm

b = différence entre a et la moyenne 1871 - 1970 en mm

c = différence entre périodes successives

L'examen des moyennes décennales successives des deux stations montre une tendance à la diminution à partir de 1901 - 1910 et que se continue après un court arrêt à partir de 1931. A fin d'essayer de préciser plus de près la manière de cette tendance et sa variation, nous avons utilisé une courbe de double masse avec les données cumulées des deux stations (fig. 6). On peut déceler sur ce graphique que pendant les premiers trente ans la relation entre les précipitations se maintient à peu près autour de 1:2,3. A partir de 1907 environ, la relation change à 1:2,7; c'est à dire que pour 10 mm tombés à La Serena, à Santiago on enregistraient 23 mm, tandis qu'à partir du début du siècle, on trouve 27 mm à Santiago pour cette même quantité. Cette tendance à l'amplification des différences entre les précipitations des deux stations considérées, liée à une nette diminution des totaux annuels, laisse voir l'accroissement de conditions arides au Norte Chico, encore plus brutale que dans le reste de la partie Nord de la zone centrale du pays.

A fin de déterminer l'importance relative d'éléments tendentielles ou cycliques, nous avons employé la méthode des moyennes mouvantes de Spencer (x) (fig.7) et les tests de phases, d'indices de phases et de courbes

(x) v. VIALAR, J. "Étude des séries chronologiques" t.IV, Météorol.Nat. Paris, 1963

Figura 6

COURSES DE DOUBLE-MAASSE  
SANTIAGO - LA SERENA 1871-1970

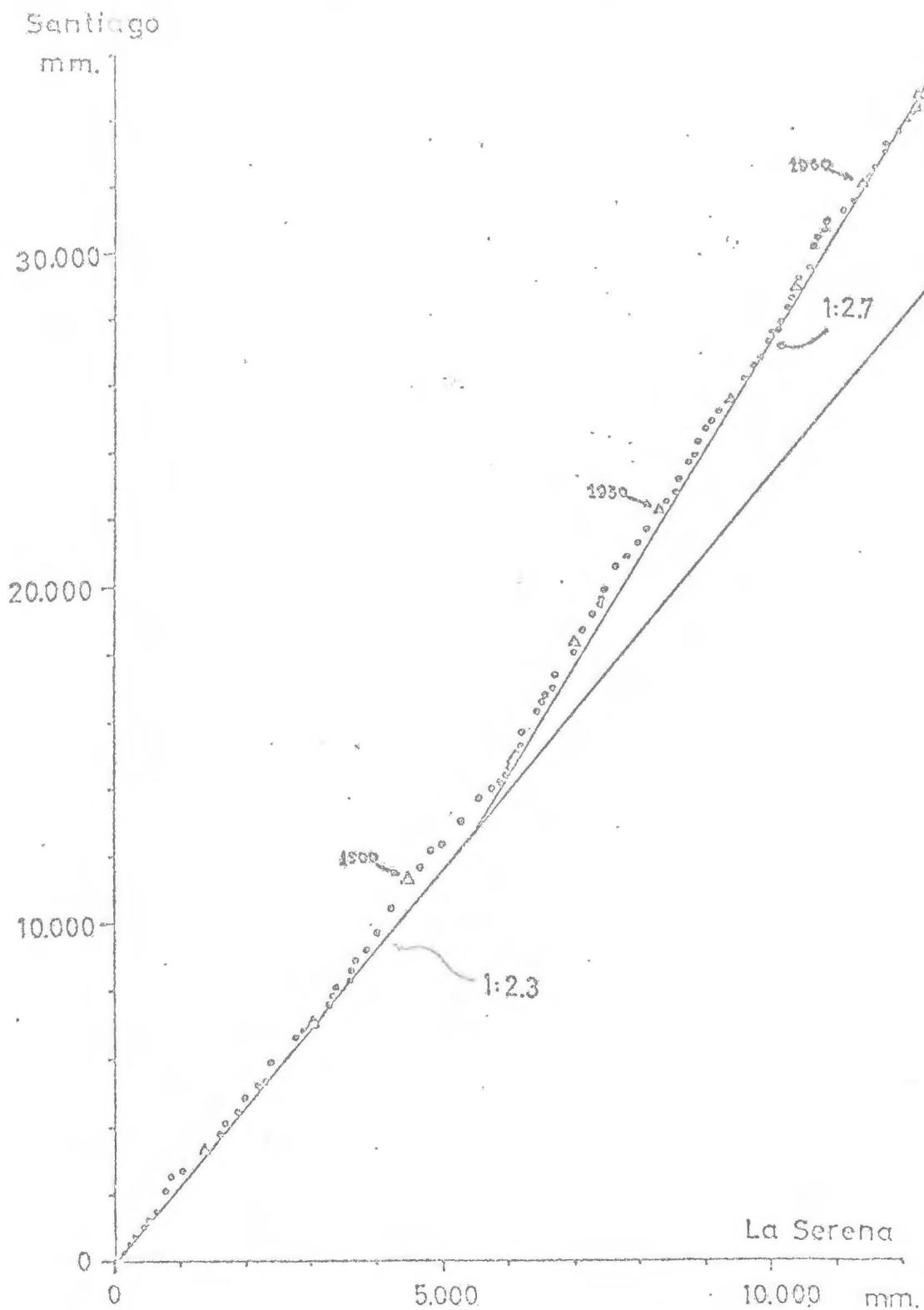


Figure 7

