

UTILIZACION DE UN BALANCE HIDROLOGICO DIARIO PARA LA ESTIMACION DE LAS  
NECESIDADES DE RIEGO COMPLEMENTARIO EN LOS CULTIVOS DE TRIGO  
Y MAIZ EN LA REGION PAMPEANA

R.A.del Barrio, J.A.Forte Lay y A.Troha

Centro de Investigaciones Biometeorológicas, (CONICET).

Buenos Aires, República Argentina.

RESUMEN

Se empleó el método de estimación del Balance Hidrológico Diario del suelo utilizando la evapotranspiración potencial calculada según Penman-Frére afectada por un factor de cultivo ( $K_c$ ) que depende de la especie y del estado fenológico de la misma.

Se consideró el nivel de almacenaje como un índice del estado hídrico del suelo con el objeto de calcular la cantidad de riegos a aplicar en las zonas en estudio, adoptándose como niveles de capacidad de campo a 300 mm. en maíz y 200 mm. en trigo.

El estudio se efectuó para una serie de localidades de la Región Pampeana con características edafoclimáticas diferentes.

Se determinaron para cada localidad y dentro de éstas para cada cultivo estudiado, el número de riegos necesarios por mes, bimestre, trimestre y semestre, tomando en cuenta a la vez, los distintos niveles de probabilidad con determinada cantidad de riegos a aplicar. El estudio se llevó a cabo para el período 1911-1985 en forma global y comparando los resultados de los períodos 1911-1970 con los de 1971-1985.

ABSTRACT

It was used a daily soil water budget method, using Penman-Frére estimation of potential evapotranspiration related to a crop coefficient ( $K_c$ ) which depends on type of crop and its phenological stages.

It was assessed soil water storage level as an index of soil water status in order to calculate the number of irrigations to be applied in each site, using 300 mm. and 200 mm. as field capacity levels for maize and wheat, respectively.

The study was carried in some stations located in the Pampean Region with different edafoclimatic characteristics.

For each station and crop there were calculated the irrigation needs within monthly, bimonthly, quarterly and half yearly periods, taking into account the different probability levels. The study was carried in a whole for 1911-1985 period and the results from 1911-1970 were tested against those from 1971-1985 period.

## INTRODUCCION

Las deficiencias de agua afectan el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Actúan, no solo en cuanto a su intensidad y duración, sino también de acuerdo al estado fenológico del cultivo durante el cual tienen lugar.

Aún en regiones relativamente húmedas como es el caso del este de la pampa pampeana se ha demostrado que el riego complementario aumenta considerablemente el rendimiento de los cultivos.

En la evaluación de las posibilidades de optimización de este recurso en la producción agrícola es indispensable el conocimiento de la cantidad de agua que requiere el cultivo para lograr un desarrollo óptimo, así como de la cantidad disponible a lo largo de su ciclo de crecimiento.

El riego debería efectuarse mientras el tenor de agua en el suelo esté todavía lo suficientemente alto como para satisfacer las necesidades que la demanda atmosférica determina en la planta, sin que ésta llegue a un stress que produciría una disminución del rendimiento o calidad de la cosecha.

En nuestro país no es abundante la bibliografía sobre estimación de las necesidades de riego compensatorio de cultivos en áreas subhúmedas. Entre otros pueden citarse el de Valencia (1977), Garay y Suero (1979), Condromaz y Nani (1980) y Forte Lay y del Barrio (1983).

El presente trabajo intenta, sobre la base de balances hidrológicos diarios, determinar probabilidades de necesidades de riego complementario en algunas localidades de la Región Pampeana para los cultivos de trigo y maíz.

## MATERIALES Y METODO

Se utilizaron las series pluviométricas diarias de seis estaciones de distinto régimen pluviométrico distribuidas en la Región Pampeana y cuyo registro corresponde al período 1911-1985.

Las series pluviométricas fueron docimadas para determinar su homogeneidad. Los resultados fueron aceptables.

Se realizaron balances hidrológicos diarios utilizando valores de evapotranspiración potencial diaria según Penman-Frère (FAO, 1972), calculados a partir de los correspondientes mensuales medios obtenidos por Damario y Cattáneo (1982); empleando una relación lineal entre la evapotranspiración relativa y la cantidad total de agua en el suelo como una medida de la retención del agua edáfica.

La capacidad de campo utilizada fue la correspondiente a una lámina de agua de 200 mm de espesor para el trigo y 300 mm para el maíz. Estos valores se consideran similares para todos los suelos estudiados debido al conocimiento de

la existencia de una relación entre la profundidad de exploración radical y la textura del suelo (Troha y Forte Lay, 1984 y Brenzoni et al, 1986).

Se consideró un factor K de cultivo para cada especie que afecta la evapotranspiración potencial de referencia de acuerdo al estado fenológico del mismo, incluyendo los períodos anteriores a la siembra (barbecho) y posteriores a la cosecha (rastrojo), calculados de acuerdo a lo expuesto por Doorenbos y Pruitt, (1977); Zeljkovich y Rebella, (1980); Weir y Díaz, (1983) y Forte Lay et al, (1984).

Según Doorenbos y Pruitt, (1977), el rendimiento de un cultivo de trigo o maíz es máximo cuando el nivel de agotamiento del agua edáfica no supera el valor de 1,5 atmósferas de tensión. Esto equivale aproximadamente al 80% de la capacidad de campo de los suelos estudiados (Fuente: Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires).

Por lo tanto, el umbral antedicho fue considerado como un nivel crítico, alcanzado el cual, se simula la aplicación de un riego que lleva al suelo a capacidad de campo y es contabilizado para el cálculo de las necesidades de riego de los períodos considerados.

Estos últimos comprenden el período base mensual y los diferentes arreglos de períodos consecutivos: bimestrales, trimestrales y semestrales.

Esta simulación se llevó a cabo desde 1911 hasta 1985, subdividiéndose además el estudio en dos períodos: 1911-1970 y 1971-1985, para evaluar comparativamente los resultados obtenidos ya que durante este último período se ha detectado un aumento considerable de las precipitaciones durante el semestre cálido en algunas localidades de la región, (Quintela et al, 1984) y que resulta de gran interés para fines agrohidrológicos prácticos.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Se obtuvo para cada localidad y cultivo considerado, el número total de riegos que se deben aplicar, ya sea por mes, bimestre, trimestre y semestre; considerando que sólo se simularon los riegos durante el ciclo evolutivo de las especies estudiadas, analizándose todo el espectro de probabilidades empíricas, (1 a 99%).

Debe destacarse que en el trabajo aquí expuesto no se analiza la factibilidad económica ni el tipo de riego a utilizar.

Para evaluar convenientemente las técnicas propuestas se analizaron en forma individual las dos especies consideradas.

##### a) Maíz

La capacidad de campo utilizada fue de 300 mm para todos los suelos

estudiados, considerándose la aplicación de riego entre los meses de octubre y marzo en las estaciones del norte y centro de la pradera pampeana y entre noviembre y abril para las del sur, en concordancia con las épocas de siembra utilizadas normalmente en cada una de estas regiones.

En la Figura 1 se puede visualizar el número de riegos a aplicar por mes para cada localidad estudiada y para los niveles de probabilidad del 50, 80 y 90%, indicativos de la cantidad de riegos que son suficientes una vez cada dos, cuatro de cada cinco y nueve de cada diez años respectivamente.

En la zona típicamente maicera representada por la localidad de Pergamino, se observa como es lógico, una menor necesidad de riego, llegando en el mes de máximos requerimientos (enero) a 2 riegos de 60 mm cada uno para la probabilidad del 90%.

La localidad de Balcarce, por su parte, muestra una necesidad de riego algo mayor, aunque en el mes de enero los requerimientos son similares a los de Pergamino.

A medida que nos desplazamos hacia el sudoeste el requerimiento de riego aumenta, llegando en Anguil y Bordenave a 3 riegos en enero para la probabilidad del 90%.

En la Figura 2 se analiza el número de riegos mensuales a aplicar para las probabilidades del 80 y 90%, en los períodos 1911-1970 y 1971-1985. (este último muestra un semestre cálido notoriamente más lluvioso en algunas estaciones del área).

El número de riegos requerido es algo inferior para el período 1971-1985, acentuándose las diferencias para el caso de las localidades más secas como, por ejemplo, Anguil.

#### b) Trigo

La capacidad de campo utilizada fue de 200 mm para todos los suelos estudiados.

El período con riego comprendió desde junio a noviembre en el centro y norte de la pradera pampeana y de agosto a diciembre en el sur de la misma.

En la Figura 3, para las probabilidades del 50, 80 y 90% se observa que una zona típicamente triguera, representada por la localidad de Balcarce, es la de menores requerimientos de riego durante el ciclo de cultivo siendo muy similar a Pergamino. Además, durante el momento de la espigazón del trigo, son necesarios 2 riegos de 40 mm cada uno para el 80 y 90% de probabilidad en ambas localidades. El número de riegos necesarios va aumentando de este a oeste, llegándose a un máximo de 3 riegos para el 90% de probabilidad en las demás localidades en estudio.

Del análisis por período (1911-70/1971-85) no se observaron diferencias apreciables.

Para ambos cultivos, la Tabla 1 muestra el número de riegos acumulados por bimestre y trimestre. Se verifican las mismas tendencias que en los resultados anteriores.

#### CONCLUSIONES

- 1.- Se ha desarrollado una metodología que permite calcular las necesidades de agua reales para alcanzar el rendimiento óptimo de los cultivos de maíz y trigo.
- 2.- Se demuestra la existencia de necesidades de riego importantes aún en regiones de secano consideradas muy aptas para dichos cultivos.
- 3.- El número de riegos necesarios para satisfacer las necesidades reales en el 90% de los años es, como máximo, de 2 y 3 riegos de 60 mm cada uno en el momento crítico del cultivo de maíz y de 6 y 10 riegos de 60 mm cada uno durante todo el ciclo, para Pergamino y Anguil respectivamente.
- 4.- La cantidad de riegos necesarios para satisfacer las necesidades reales en el 90% de los años es, como máximo, de 2 y 3 riegos de 40 mm cada uno en el momento crítico del cultivo de trigo y de 4 y 9 riegos durante todo el ciclo para Balcarce y Bordenave respectivamente.
- 5.- Dividiendo el período analizado en los subperíodos 1911-70/1971-85 se observan diferencias apreciables en las necesidades de riego para el cultivo de maíz, espacialmente en la localidad de Anguil.

Agradecimientos: Los autores desean expresar su agradecimiento al Ing.Agr. E.Damario por haber proporcionado los datos de evapotranspiración potencial medios mensuales estimados según Penman-Frére.

Al Servicio Meteorológico Nacional y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria por la información pluviométrica brindada.

#### EPIGRAFES DE LAS FIGURAS

- Fig.1; Necesidades de riego mensuales en el cultivo de maíz para 3 niveles de probabilidad.(Período 1911-1985) .
- Fig.2; Necesidades de riego mensuales en el cultivo de maíz para 2 niveles de probabilidad.(Períodos 1911-70 y 1971-85) .
- Fig.3; Necesidades de riego mensuales en el cultivo de trigo para 3 niveles de probabilidad.(Período 1911-1985) .

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) Brenzoni,E.O.; J.A.Forte Lay; A.Troha y M.M.Villagra,1986.Estudio de la profundidad del sistema radical del cultivo de trigo en un Hapludol típico mediante metodología radioisotópica. XI Congreso A.A.C.S.Neuquén. En prensa.

- 2) Condromaz, A.E. y L.A.Nani, 1980. Estimación de la sequía y necesidades de agua en base a datos climáticos para cuatro localidades de la provincia de Entre Ríos. XI Reunión de la A.A.C.S. Tomo I:95-108, Paraná.
- 3) Damario, E.A. y C.L.Cattáneo, 1982. Estimación climática de la evapotranspiración potencial en la Argentina según el método de Penman 1948. Rev. Fac. de Agronomía 3(3):271-292.
- 4) Doorembos, J. and W.O.Pruitt, 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO. Irrigation and drainage paper (24) FAO, Roma. 144 p.
- 5) Forte Lay, J.A. y R.A.del Barrio, 1983. Método para la estimación de las necesidades de riego complementario en la Región Pampeana. XI Congreso Nacional del Agua. Tomo II:127-149. Córdoba.
- 6) Forte Lay, J.A.; A.Troha y M.M.Villagra, 1985. Estudio de la dinámica del agua en los suelos bajo pradera permanente, barbecho y cultivos estacionales. XII Congreso Nacional del Agua. Mendoza. En prensa.
- 7) Garay, A.F. y E.E.Suero, 1979. Requerimientos de agua del cultivo de papa en Balcarce. E.E.R.A. (INTA). Tirada interna, 12 p.
- 8) Frère, M., 1972. A method for the practical application of the Penman formula for the estimation of potential evapotranspiration and evaporation from free water surfaces. FAO-AGP: AS/1972/2, Rome.
- 9) Quintela, R.M.; J.A.Forte Lay; A.Troha y S.M.Suárez, 1984. Características bioclimáticas de las regiones subhúmedas secas y semiáridas de la llanura y bosque pampeano centrales. VIII Reunión Nacional para el Estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas. Trelew. En prensa.
- 10) Troha, A. y J.A.Forte Lay, 1984. Probabilidades de valores mínimos extremos de almacenaje de agua en el suelo en la provincia de Buenos Aires. GEOACTA. Vol XII(1):169-180.
- 11) Valencia, R., 1977. Necesidad de riego en maíz para obtener buenos rendimientos en zonas húmedas. Comisión Nacional para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua.
- 12) Weir, E. y R.Díaz, 1983. Requerimientos hídricos máximos y coeficiente del cultivo de trigo en la subregión triguera II norte. E.E.R.A. INTA-Marcos Juárez. Informe técnico N°30. 5 p.
- 13) Zeljkovich, L.T.de y C.M.Rebella, 1980. Necesidades de agua de un cultivo de maíz en la región de Pergamino. Presentado en la II Reunión Nacional de Maíz. En prensa.

LOCALIDAD	PROB. (%)	MAIZ												TRIGO						
		BIMESTRE						TRIMESTRE						BIMESTRE			TRIMESTRE			
		ON	ND	DE	EF	FM	MA	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	JA	AS	SO	ON	ND	ASO	SON	OND
MARCOS	50	1	1	2	2	1		2	2	3	2		1	1	2	2	1	2	3	
JUAREZ	80	1	2	3	3	2		3	3	4	3		1	1	2	4	2	2	4	
	90	2	2	4	3	2		3	4	4	4		1	1	3	4	2	3	5	
PERGAMINO	50	0	1	2	2	1		1	2	2	2		0	0	1	2	0	1	2	
	80	0	1	2	2	1		1	3	3	3		0	1	2	2	1	2	3	
	90	1	2	3	3	2		2	3	4	3		1	1	2	3	1	2	3	
SAN MAURICIO	50	1	2	3	3	1		2	3	4	3		1	1	2	3	1	2	4	
	80	2	2	4	4	2		3	4	5	4		1	1	3	4	2	3	5	
	90	2	3	4	4	2		4	5	5	4		1	1	3	4	2	3	5	
ANGUIL	50	1	2	3	3	1		3	4	4	3		1	1	2	3	2	2	4	
	80	2	3	4	4	2		3	5	5	4		1	1	3	4	2	3	4	
	90	2	3	4	4	2		4	5	6	4		1	1	3	4	2	3	5	
BAUCARCE	50	1	2	2	1	0		2	3	2	1		0	1	2	2	1	2	3	
	80	2	3	3	2	1		3	3	3	2		0	1	3	3	1	3	4	
	90	2	3	3	2	1		3	4	3	2		1	2	3	3	2	3	4	
BORDENAVE	50	2	3	3	1	0		4	4	3	1		1	1	3	3	2	3	4	
	80	3	4	4	2	1		4	5	4	2		2	2	3	4	2	4	5	
	90	3	4	4	2	1		5	5	4	2		2	2	4	4	3	4	5	

TABLA 1. Necesidades de riego por bimestre y trimestre para los cultivos de trigo y maíz con 3 niveles de probabilidad (período 1911-85).

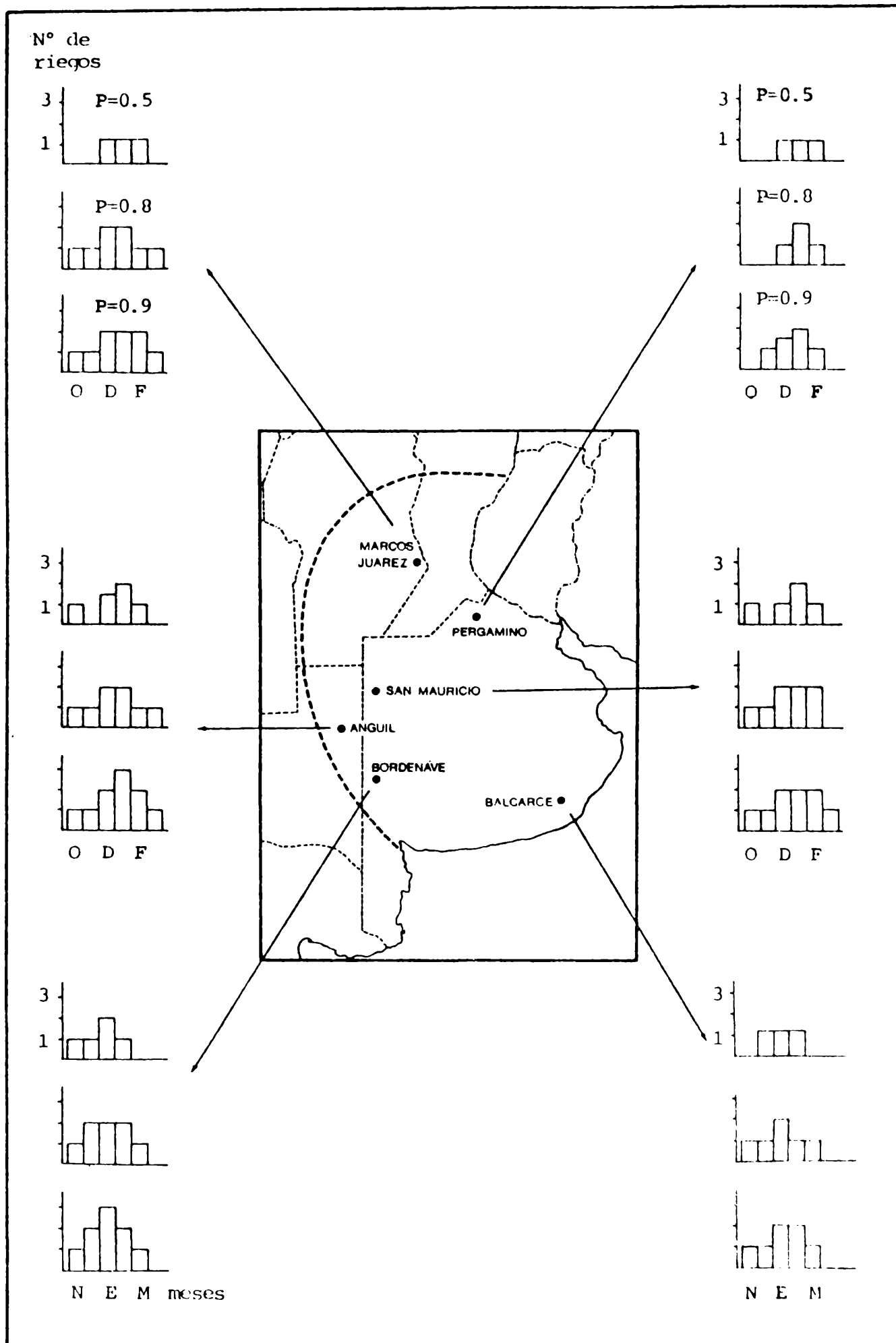


Figura 1



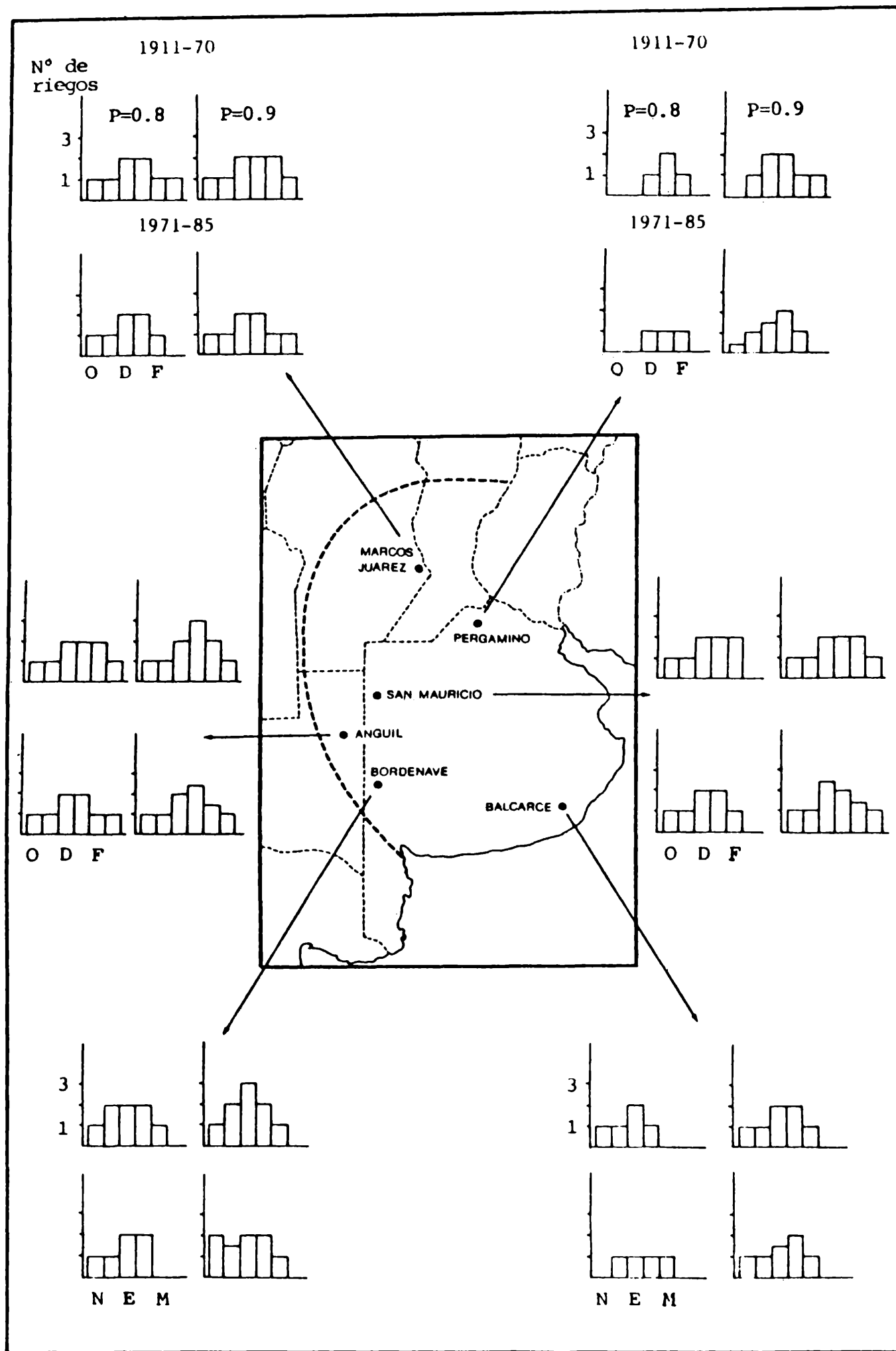


Figura 2

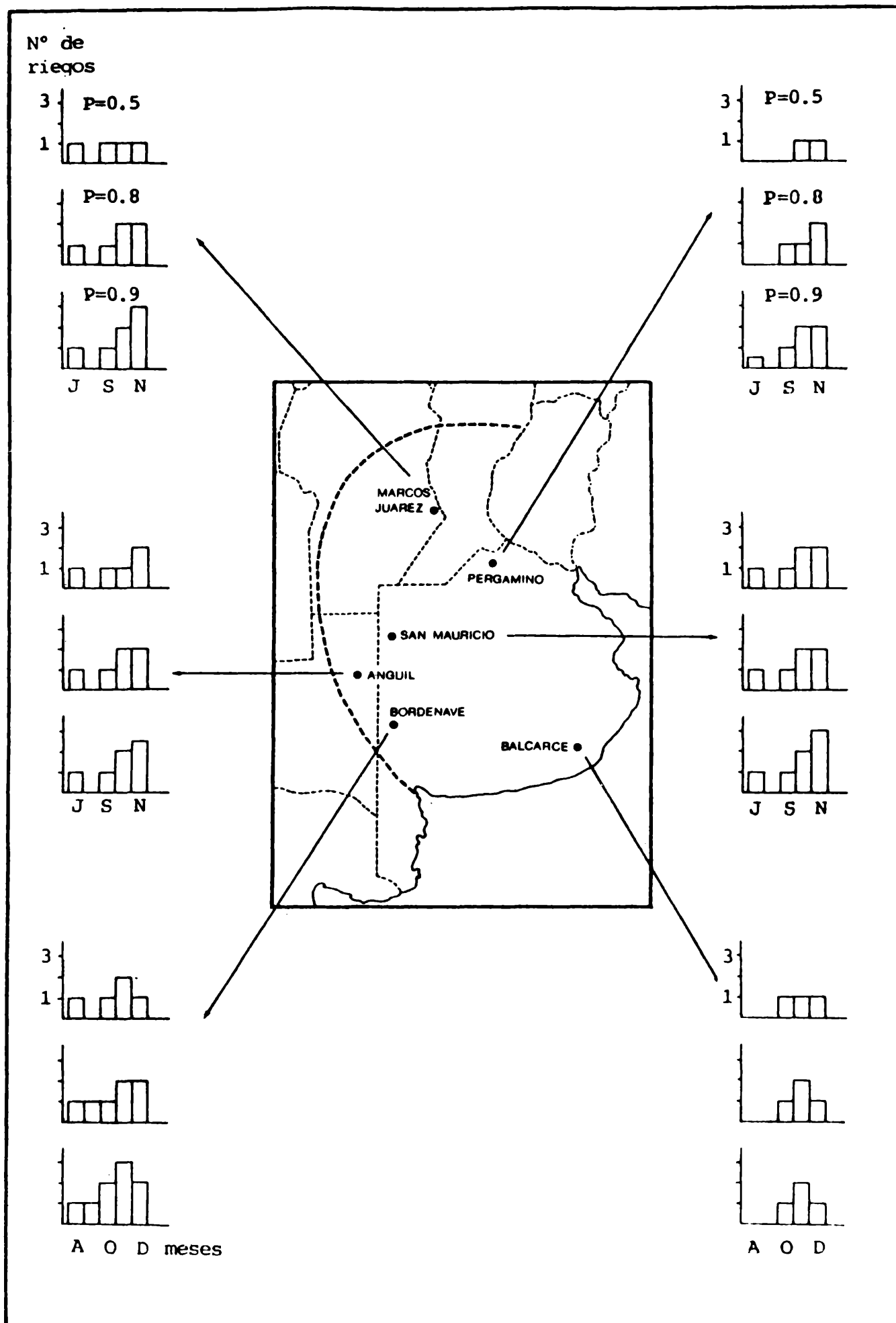


Figura 3