

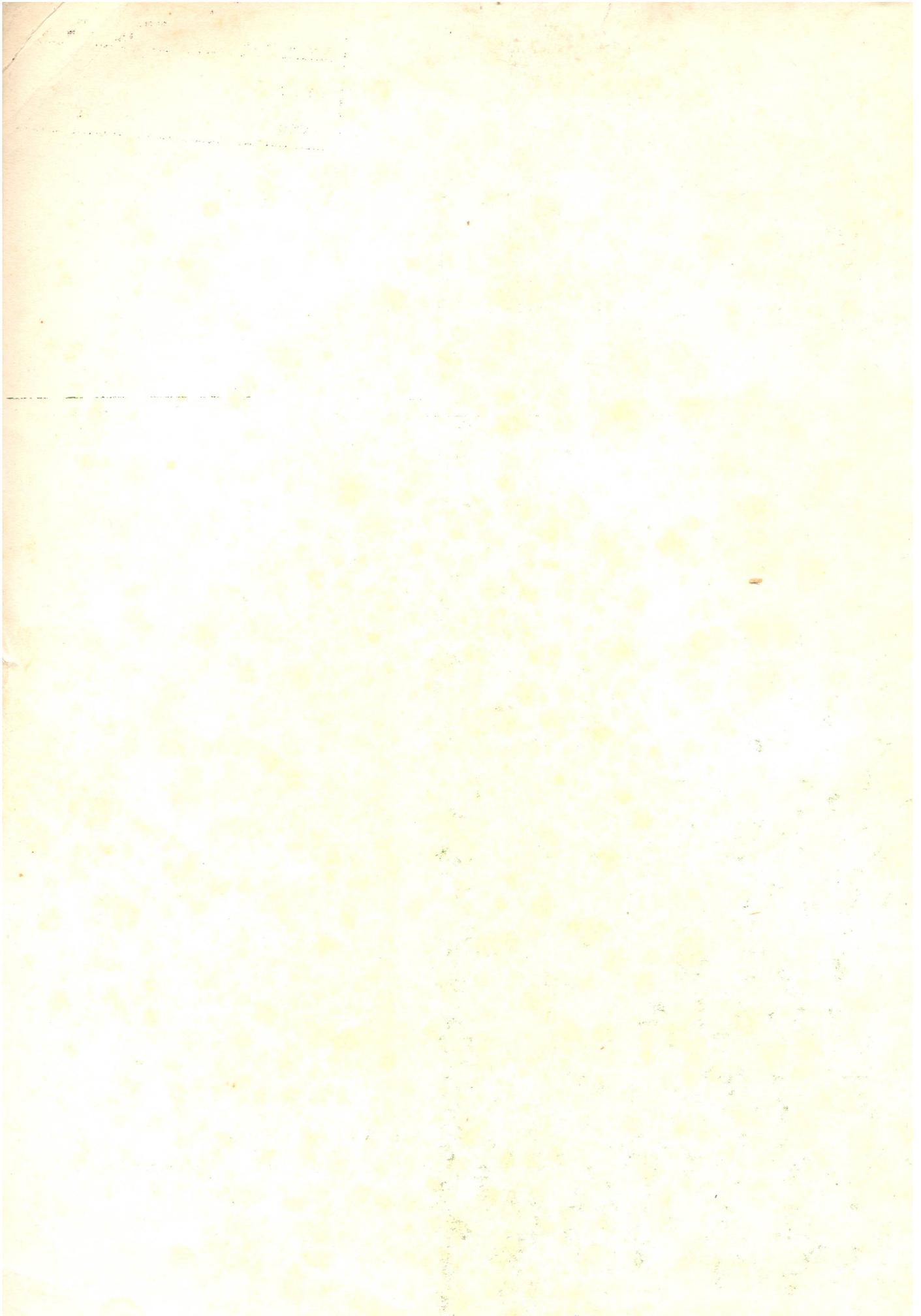
Revista
de la

Facultad de
Agronomía y Veterinaria

TOMO 17 • NUMERO 3 • 1969

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA
BIBLIOTECA CENTRAL - HEMEROTECA

TOPOG.:
INVENT. *H2413* FECHA:



Revista
de la

Facultad de Agronomía y Veterinaria

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
BIBLIOTECA CENTRAL - HEMEROTECA

TOPOG.

INVENT.

FECHA

TOMO 17 • NUMERO 3
1969

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA
BUENOS AIRES - REPUBLICA ARGENTINA
1969

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Decano: Ing. Agr. GINO A. TOMÉ

Decano sustituto: Dr. JORGE E. OSTROWSKI

REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Comité de Redacción

Dr. HÉCTOR G. ARAMBURU

Dr. OSVALDO A. ECKELL

Dr. JOSÉ J. MONTEVERDE

Ing. Agr. ANTONIO J. PASCALE

Ing. Agr. ALBERTO SORIANO

Secretaría, distribución y canje: Av. San Martín 4453

T. E. 51 - 5779

Buenos Aires — Argentina

COMITÉ DE REDACCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Director: Dr. José A. J. J.

Subdirector: Dr. J. J. J.

REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Editor: Dr. J. J. J.

Impreso en la imprenta de la Facultad de Agronomía y Veterinaria

1913

Buenos Aires — Argentina

CONTENIDO

A. NÚÑEZ: <i>Oligoelementos en suelos y forrajeras argentinas</i>	7
U. VON SCHMIEDEN: <i>Descripción y aplicación de algunas gramíneas ornamentales</i>	15
L. A. BARBERIS E I. MIZUNO: <i>El magnesio en la relación suelo-planta dentro del ámbito de la pradera pampeana</i>	23
A. J. PASCALE: <i>Tipos agroclimáticos para el cultivo de la soja en la Argentina</i>	31
A. J. PASCALE Y E. A. DAMARIO: <i>Aptitud agroclimática de la provincia del Chaco para el cultivo de trigo</i>	49
<i>Resúmenes</i>	63
<i>Comentarios bibliográficos</i>	65
<i>Noticias</i>	67
<i>Necrológicas</i>	73

Oligoelementos en suelos y forrajeras argentinas

A. NÚÑEZ¹

(Recibido : 25 de julio de 1969)

RESUMEN

Se dan a conocer los resultados del análisis químico de algunos elementos traza en suelos y forrajeras de algunas importantes zonas agrícola-ganaderas de la República Argentina. Los elementos determinados en suelo fueron : cobre, molibdeno, zinc y manganeso ; en las forrajeras los mismos y además hierro. Se han observado deficiencias de cobre y desequilibrio en la relación cobre-molibdeno con respecto a la nutrición animal.

SUMMARY

This paper reports the results of the chemical analysis of some trace elements in both soil and pastures of some important agricultural and cattle-raising regions of Argentina. The elements analyzed in soil were : copper, molybdenum, zinc and manganese ; the same elements plus iron were analyzed in pastures. Lack of copper and unbalance in the copper-molybdenum relationship as regard animal nutrition has been observed.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Los oligoelementos estudiados tienen interés desde el punto de vista del crecimiento óptimo de los vegetales y son además necesarios a los animales. De allí la importancia que reviste el conocimiento de los posibles desequilibrios en suelos y vegetales y por ende en los animales a través de la relación suelo-planta-animal.

Este trabajo tiene por objeto dar a conocer los primeros resultados de un plan más amplio: el registro de elementos traza en las zonas agrícola-ganaderas más importantes de la Argentina.

Hasta ahora se conoce poco (1, 2, 3) acerca de la disponibilidad de esos elementos en suelos y vegetales argentinos, haciéndose cada día más eviden-

te la necesidad de disponer de información que permita prevenir carencias, desequilibrios e intoxicaciones producidas por esos elementos (4) adecuando suplementos para corregir trastornos nutricionales.

En otros países se ha avanzado mucho en este campo y esta información ha resultado valiosísima para resolver esos problemas (5).

Aparte del valor que estos resultados pueden tener para confirmar diagnósticos de deficiencias, es nuestro propósito tratar de establecer correlaciones entre el contenido de elementos traza en suelos y vegetales y la nutrición animal. Así es que generalmente están representados en estas series los suelos y las forrajeras que en ellos crecen.

En las Tablas 1, 2 y 3 se consignan datos adicionales como: lugar geográfico (ver mapa), horizonte y pH para los suelos y especie y parte del vegetal utilizada para el análisis.

¹ Profesor adjunto interino, Cátedra de Química Analítica, Departamento de Química, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Buenos Aires.

Las especies forrajeras analizadas fueron: Rye Grass (*Lolium perenne*), centeno (*Secale cereale*), alfalfa (*Medicago sativa*), cebadilla (*Bromus unioloides*), avena (*Avena sativa*), trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*), sorgo (*Sorghum Sp.*), festuca (*Festuca arundinacea*) y pasto ovillo (*Dactylis glomerata*).

Los elementos determinados en suelo fueron: cobre, molibdeno, manganeso y zinc y en los vegetales los mismos y además el hierro.

MATERIAL Y METODOS

LABORATORIO

Las determinaciones se llevaron a cabo en un laboratorio dedicado exclusivamente a ese fin. Se eliminó del instrumental todo artefacto de bronce, cobre o zinc, prefiriéndose el uso del aluminio para recipientes y bandejas. La estufa utilizada para secar muestras también era de aluminio. Estas precauciones son indispensables.

Vidrio: Todo el material inclusive pipetas y recipientes para calcinación era de vidrio Pyrex, ya que el vidrio común cede suficiente zinc como para inutilizar la muestra. Para conservar soluciones se usaron recipientes de Pyrex o de polietileno. Toda el agua destilada lo fue en aparato de vidrio Pyrex. Además del material de vidrio corriente, se usaron ampollas de extracción tipo Squibb de 125 ml.

Drogas: Se utilizaron drogas grado pro-análisis. El ácido clorhídrico, el amoníaco y el tetracloruro de carbono fueron destilados en el propio laboratorio.

Instrumental: Es el corriente: centrífuga para tubos de 50 ml, estufa de aluminio, horno eléctrico de mufla, plancha calefactora, agitador de válvén, cronómetro de alarma y campana de buen tiraje.

El espectrofotómetro es indispensable puesto que todas las determinaciones son absorciométricas¹.

TÉCNICAS

Se siguieron las técnicas descriptas por CHAPMAN y PRATT (6). Las variantes introducidas son simplificaciones que se indicarán más adelante.

¹ Spectronic 20 de Bausch & Lomb.

Toma de muestras vegetales y su preparación

Se tomó la parte aérea del vegetal que puede obtenerse por corte o por pastoreo animal directo. Las muestras se lavaron con agua corriente común y agua destilada, se escurrieron lo mejor posible y se secaron a 100° C durante ocho horas; una vez secas se molieron con molino eléctrico de paletas (licuadora de caja de aluminio) según normas IRAM N° 5593 (8).

Las muestras molidas y homogeneizadas se secaron nuevamente en el momento de pesar. Se pesaron 10 g de muestra molida de tamaño 0,2-0,4 mm y se destruyó la materia orgánica por calcinación, utilizando vasos de precipitación de vidrio Pyrex de 100 ml. Se carbonizó previamente la muestra en mufla abierta a 250° C hasta no más humos y finalmente a 500-600° C durante 6-8 horas, revolviendo frecuentemente con varilla hasta que las cenizas fueran lo más claras posible. En caso contrario se agregaba un mililitro de nitrato de amonio al 10 %, repitiendo la calcinación. Generalmente esto fue suficiente. Aunque las cenizas no fueran perfectamente blancas la pequeña cantidad de carbón restante no afectó los resultados.

Una vez frías las cenizas se trataron allí mismo y por dos veces con ácido clorhídrico al 20 % (azeótropo) llevando a sequedad. Se tomaron finalmente con 20 ml del mismo ácido y filtrando se llevaron a 100 ml con agua. Esta solución clorhídrica es la que se utilizó para las determinaciones. Se necesitaron 25 ml para cobre y zinc (los dos elementos se extraen de la misma alícuota), 25 ml para molibdeno, 5 ml para manganeso y 0,5 ml para hierro.

Toma de muestras de suelo y su preparación

El material utilizado correspondió a los horizontes A y B. Se dejó secar espontáneamente al aire y se pulverizó en mortero de vidrio hasta un tamaño de 0,2-0,4 mm.

En la determinación de micronutrientes de suelo se utilizaron métodos de extracción del elemento disponible para los vegetales y aunque la bondad de los mismos no puede asegurarse se optó por los siguientes métodos de extracción:

Cobre: 50 g de suelo se trataron con 100 ml de ácido clorhídrico 0,1 N agitando durante media hora y filtrando luego.

Zinc: 2,5 g de suelo se mezclaron con 25 ml de regulador de acetato de amonio a pH 7 y 25 ml de solución de ditizona en tetracloruro de carbono. Se agitó una hora, se centrifugó y se tomaron 10 ml de la solución ditizónica.

Molibdeno: 25 g de suelo se trataron con 250 ml de regulador de oxalato de amonio-oxálico a pH 3,3 agitando durante ocho horas y filtrando.

Manganeso: 10 g de suelo se trataron con solución de fosfato monoamónico 3 N, se agitó una hora y se filtró.

DETERMINACIONES

Se utilizaron los mismos métodos para suelos y vegetales; las modificaciones introducidas se deben a que los extractos son distintos y diferentes las cantidades del elemento que se determina. Los procedimientos seguidos fueron (6):

Cobre: Los extractos clorhídricos, tanto del suelo como de los vegetales, se ajustaron a pH 2,5 y se extrajeron con solución de ditizona en tetracloruro de carbono. Una vez evaporado el solvente se mineralizó con mezcla sulfo-perclórica y se determinó con dietilditiocarbamato de sodio (6,9).

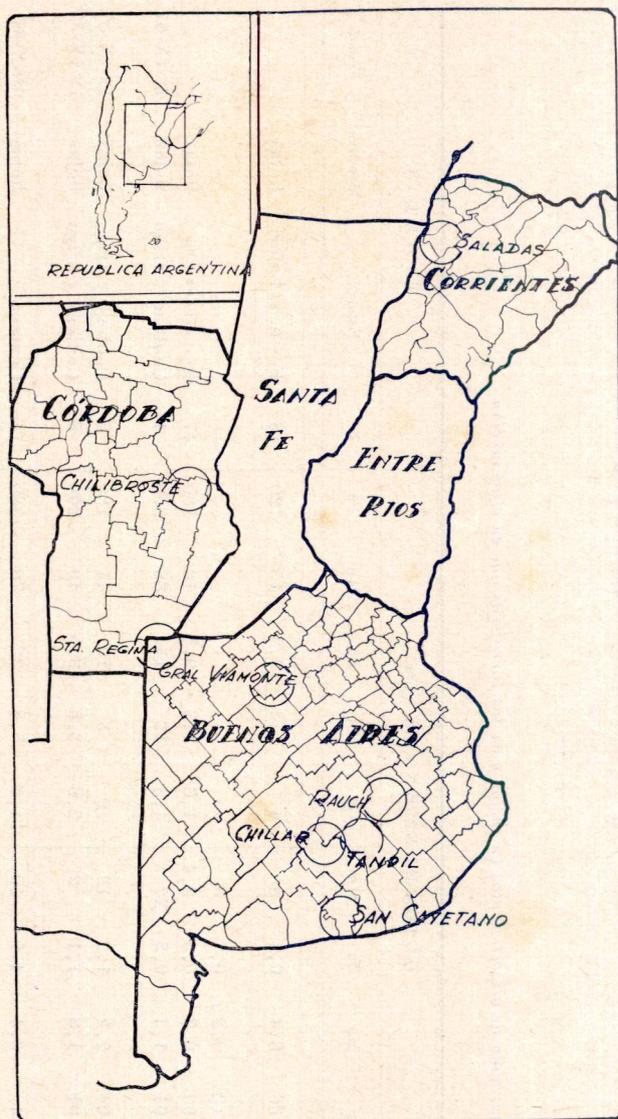
Zinc: De los vegetales: se extrajo de la solución acuosa de la que se había extraído el cobre, con solución de ditizona a pH 8,5. El zinc de la solución de ditizona se pasó a una solución clorhídrica; en este punto se siguió la misma técnica tanto para el suelo como para los vegetales, concluyendo con una colorimetría del ditizonato de zinc.

Molibdeno: Tanto para el suelo como para los vegetales los extractos correspondientes se llevaron a sequedad y una vez destruida la materia orgánica se siguió el mismo proceso (6,7).

Manganeso: A partir de la solución de extracción para el suelo y del extracto clorhídrico de los vegetales se siguió el mismo procedimiento.

Estos métodos fueron puestos a punto utilizando diversas muestras adicionadas de cantidades conocidas de los elementos nombrados.

Como es habitual en estas determinaciones se hicieron los blancos de los reactivos utilizados.



Mapa de ubicación de las zonas en las que se ha determinado concentración de oligoelementos en suelos y forrajas

En algunas de las muestras los resultados se verificaron por fotometría de absorción atómica. La concordancia entre estos valores y los obtenidos con los métodos por nosotros usados fue satisfactoria.

RESULTADOS

Los resultados están consignados en las Tablas 1, 2 y 3. La tabla 1 corresponde a los suelos y a los vegetales que en ellos crecían. Las concentraciones de oligoelementos están dadas en ppm sobre muestra seca. En las Tablas 2 y 3 están consignados los resultados de muestras de

TABLA 1. — Concentración de oligoelementos en suelos y en las forrajeras que en ellos crecían

N°	SUELO			OLIGOELEMENTOS ppm							VEGETAL					
	Lugar geogr., zona, región	Horiz.	pH	Cu	Mo	Zn	Mn	Cu	Mo	Zn	Mn	Fe	N°	Especie	Muestra	Fecha
1	San Cayetano..... (Buenos Aires)	0 a 20	6,2	0,06	0,4	0,4	8	4	1,2	12,5	45	120	48	Festuca (4 años)	hojas	
2	San Cayetano.....	20-tosca	6,7	0,12	0,2	0,7	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	San Cayetano.....	superf.	6,4	0,00	0,3	0,9	8,4	1,6	1,3	9,5	40	100	47	Rye Grass (2 a.)	hojas	
5	Chilbroste..... (Córdoba)	A	9,1	0,04	1,4	0,3	22	4,8	12	13	86	880	4	Centeno y trigo	hojas	12-IX-67
7	Chilbroste.....	A	5,8	0,04	2,2	1,2	12	9	3	16	44	180	6	Centeno y trigo	hojas	12-IX-67
9	Chilbroste.....	A	5,9	0,04	1,6	1,1	9	2,6	3,6	19,5	40	200	8	Centeno y trigo	hojas	12-IX-67
15	Sta. Regina, Gral. Ville- gas..... (Buenos Aires)	B	8,5	0,4	0,4	4,9	10	11,6	5,8	22	70	380	14	Centeno	hojas	10-X-67
16	Sta. Regina.....	20 a 30	8,9	0,04	0,4	2,1	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	Sta. Regina.....	más de 30	9	0,02	0,2	2,4	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	Sta. Regina.....	60 a 70	8,2	0,33	0,2	3,0	19	10,4	4,4	22	54	350	13	Centeno	hojas	10-X-67
36	Chilbroste..... (Córdoba)	A	7	0,16	2,3	1,2	50	8,4	12	21	45	400	39	Alfalfa	hojas	
37	Chilbroste.....	A	5,7	0,24	2,1	1,5	40	9,0	13	40?	50	160	38	Alfalfa	hojas	
43	Rauch..... (Buenos Aires)	A	6,1	<0,02	0,2	0,6	60	1,6	1,2	14	30	160	42	Pastura natural	hojas	
44	Rauch.....	A	7	<0,02	0,2	1,4	52	7,0	3	15	70	140	40	Pastura natural	hojas	
45	Rauch.....	A	9,4	0,02	0,2	0,8	83	0,6	1	15	25	120	41	Pastura natural	hojas	
55	Tandil..... (Buenos Aires)	A	5,6	0,04	0,3	1,5	46	5,0	1,7	20	54	200	56	Cebadilla y al- faifa	hojas	IV-68
57	Tandil.....	A	5,4	0,04	0,3	1,9	45	3,2	2,9	24	24	410	58	Avena	hojas	IV-68
59	Tandil.....	A	5,4	0,04	0,5	4,1	53	4,0	0,9	24	40	175	60	Trigo	hojas	IV-68
61	Tandil.....	A	5,2	<0,02	0,4	1,7	52	2,0	1,7	11	70	250	62	Pastura natural	hojas	IV-68
63	Tandil.....	A	5,2	0,05	0,4	2,3	56	9,0	0,7	27	30	74	64	Cebada	hojas	IV-68
—	Tandil.....	—	—	—	—	—	—	8,5	0,7	20	30	150	66	Sorgo (rebrote)	hojas	IV-68
—	San Cayetano..... (Buenos Aires)	—	—	—	—	—	—	3,5	0,6	11,5	45	100	46	Festuca y alfal- fa	hojas	

suelo y vegetales que no tenían su par respectivo, vegetal o suelo. Se incluye un mapa donde se da la ubicación geográfica.

CONSIDERACIONES

Una revisión bibliográfica (Tabla 4) (4, 5, 6) muestra que las concentraciones de oligoelementos encontradas en vegetales (incluidas las forrajeras) y consideradas suficientes para la nutrición vegetal, son muy semejantes a las concentraciones necesarias en las forrajeras para la nutrición animal.

De acuerdo con esa información y tomando los recaudos necesarios, puede establecerse que una

deficiencia de oligoelementos en las forrajeras deberá traducirse en deficiencia para la nutrición animal.

Oligoelementos en el suelo

El análisis del suelo es por ahora un medio aproximado de conocer las disponibilidades de oligoelementos. Se observa en general ausencia de información precisa al respecto. Como el problema es complejo y las variables muchas, los resultados son sólo intentos para obtener alguna correlación con los análisis foliares. Son finalmente estos los que darán la pauta de las posibilidades del suelo en cuestión.

Tabla 2. — Oligoelementos disponibles en el suelo para la nutrición vegetal determinados por extracción

SUELO				OLIGOELEMENTOS			
Número	Lugar geogr., zona, región	Horiz.	pH	Cu	Mo	Zn	Mn
19	Gral. Viamonte..... (Buenos Aires)	A ₁	5,6	0,26	0,9	2,2	29
20	Gral. Viamonte..... (Buenos Aires)	A ₂	7,0	0,3	0,8	0,9	20
21	Gral. Viamonte.....	B ₂	8,4	0,18	1,4	0,6	15
22	Gral. Viamonte.....	A 0-33 cm	5,8	0,13	1,2	1,4	20
23	Gral. Viamonte.....	AC	7,5	0,70	0,6	0,8	27
24	Gral. Viamonte.....	A ₁	6	0,14	0,4	1,2	22
25	Gral. Viamonte.....	B ₂	7,9	0,06	0,8	1,1	32
26	Gral. Viamonte.....	A	5,4	0,26	0,5	2,2	20
27	Gral. Viamonte.....	B	6,4	0,46	1,9	0,8	29
28	Gral. Viamonte.....	A 0-25 cm	7,4	0,06	0,1	1,1	44
29	Gral. Viamonte.....	B ₂	9,8	0,02	0,5	1,8	15
49	Chilibroste..... (Córdoba)	A	6,1	0,04	1,5	2,3	64
50	Chilibroste.....	B ₂	7,4	0,04	3,0	2,5	21
51	Chilibroste.....	B ₃	8,7	<0,02	3,0	1,0	14
52	Chilibroste.....	A	6,6	0,2	2,0	1,8	84
53	Chilibroste.....	B ₂	8,2	0,04	0,7	0,8	15
54	Chilibroste.....	B ₃	9,0	<0,02	2,6	1,4	15
87	Saladas..... (Corrientes)	0 a 30 cm	5,6	0,28	0,06	1,3	9,6
88	Saladas.....	30 a 60 »	5,5	0,16	0,05	1,0	10
89	Saladas.....	60 a 90 »	6,0	0,14	0,04	1,3	35
90	Saladas.....	0 a 40 »	6,1	0,30	0,04	1,8	32
91	Saladas.....	40 a 60 »	6,6	0,46	0,06	0,7	23
92	Saladas.....	100 a 120 cm	5,9	0,40	0,06	0,8	17
93	Saladas.....	140 a 160 »	5,8	0,54	0,06	0,9	14
94	Saladas.....	200 a 220 »	5,7	0,52	0,10	1,1	14
95	Saladas.....	0 a 45 cm	6,2	0,06	0,03	0,9	48
96	Saladas.....	45 a 73 »	6,8	0,06	0,04	0,8	48
97	Saladas.....	73 a 170 cm	6,0	0,06	0,06	0,7	10

TABLA 3. — Concentración de oligoelementos en forrajeras

MICRONUTRIENTES ppm					VEGETAL				
Cu	Mo	Zn	Mn	Fe	Nº	Especie	Muestra	Lugar	Fecha
5,2	2	16	80	440	10	Avena	Hojas	Gral. Viamonte (Buenos Aires)	6-IX-67
1,0	1,7	6	40	140	11	Festuca	Hojas	Gral. Viamonte (Buenos Aires)	6-IX-67
3,0	3,5	33	100	460	12	Avena	Hojas	Gral. Viamonte (Buenos Aires)	6-IX-67
3,4	2,8	11	90	530	30	Festuca	Hojas	Gral. Viamonte (Buenos Aires)	IX-67
7,2	2,0	23	50	290	31	Sorgo	Hojas	Gral. Viamonte (Buenos Aires)	IX-67
3,2	4,2	—	50	370	32	Pasto ovillo alfalfa	Hojas	Gral. Viamonte (Buenos Aires)	IX-67
5,0	6,6	22	170	750	33	Pastura natural	Hojas	Gral. Viamonte (Buenos Aires)	IX-67
7,0	4,3	21	30	50	68	Alfalfa	Hojas	Chillar (Buenos Aires)	
7,5	4,4	17	35	31	70	Alfalfa	Holas	Chillar (Buenos Aires)	
10,0	1,1	28	30	31	72	Alfalfa	Hojas	Chillar (Buenos Aires)	

Tomando como referencia la Tabla 4 puede inferirse de los resultados indicados en las Tablas 1 y 2, que son deficientes en cobre las muestras que tienen menos de 0,3 ppm, vale decir casi todas.

Para el molibdeno adoptamos como nivel mínimo 0,2 ppm, aunque en general se considera más seguro el análisis foliar. Por debajo de este nivel están las muestras Nº 87 a Nº 97. En la mayoría

de las muestras presentadas la situación es normal y en otras como las Nº 5, 7, 9, 37, 21, 22, 27, 49, 50, 52 y 54, excesivo.

En cuanto al manganeso la mayoría de las muestras resulta bien provista, lo que está de acuerdo con las cantidades que se encuentran en los vegetales.

Para el zinc el pH es factor importante. MAS-

TABLA 4. — Necesidades de oligoelementos en la nutrición vegetal animal (4, 5, 6)

Elemento en ppm	Para nutrición vegetal (5, 6)				Para nutrición animal (4)	
	En vegetal		En suelo		En vegetal	
	Desprovisto	Provisto	Desprovisto	Provisto	Desprovisto	Provisto
Cobre	menos de 4	4-20	menos de 0,3	más de 0,3	menos de 3	5-10
Molibdeno	menos de 0,1	más de 0,2	(¹)	(¹)	menos de 0,1-0,2	0,2-1
Manganeso	menos de 20	más de 20	menos de 20	30-60	menos de 10	más de 10
Zinc	menos de 20	25-150	menos de 0,5	más de 1,7 (²)	menos de 20	más de 30
Hierro	20-100	40-180	menos de 100	más de 100	—	80-100

(¹) Más adecuado el análisis foliar. (²) Depende del pH. (4, 5, 6).

SEY (10) relaciona el zinc extractable con el pH por medio de la ecuación:

$$Y = 99,2 - 12,2 X_1 + 10,9 X_2$$

Donde X_1 es el pH y X_2 el zinc extractable en ppm. Cuando el valor de Y es superior a 40 se considera el suelo bien provisto. La aplicación de la ecuación de MASSEY a las muestras de la Tabla 1 indica como deficiencias las muestras 1, 5, 43, 44 y 45 hecho que concuerda bastante bien con los valores hallados en los vegetales correspondientes. Si se extiende la aplicación de la ecuación a la Tabla 2, son deficientes las muestras N^{os} 20, 21, 23, 25, 27, 29, 50, 51, 53, 54, 91 y 96 estando bien provistas las N^{os} 19, 22, 26, 49, 87, 89, 90 y 94: las restantes están en el límite de deficiencia.

Oligoelementos en la nutrición vegetal (5)

La comparación de las Tablas 1 y 3 con la 4 permite aventurar los siguientes diagnósticos:

Cobre, nivel deficiente. En general solamente el 10 % de las muestras sobrepasa una concentración de 10 ppm de este elemento.

Molibdeno, no hay deficiencia. Son escasos los valores que están por debajo de 1 ppm. Ninguno es menor de 0,1 ppm.

Zinc, si bien no hay déficit extremo, el grupo de valores hallado está en el límite crítico.

Manganeso, no hay deficiencia.

Hierro, puede admitirse que no hay deficiencias aunque considerando con reservas los resultados, debido a la posibilidad de contaminación.

Oligoelementos en la nutrición animal (4)

Cobre y molibdeno, aunque desde el punto de vista de la nutrición animal la interacción cobre-molibdeno-anión sulfato es compleja y no está totalmente aclarada, se considera, en general, peligroso un contenido en molibdeno mayor de 3-5 ppm y en estas condiciones el cobre debe estar entre 6 y 10 ppm. Si el molibdeno se encuentra en menos de 0,1 ppm y el cobre en dosis normales puede temerse un envenenamiento crónico por acumulación de cobre en el hígado. Concentraciones de más de 5 ppm de molibdeno en forrajes producen deficiencias de cobre.

De las Tablas 1 y 3 se llega a los diagnósticos siguientes:

Son deficientes, o en el límite mismo de deficiencia con respecto al cobre, las muestras N^{os} 4, 8, 10, 11, 12, 30, 32, 33, 41, 42, 46, 47, 48, 56, 58, 60 y 62; si además se tiene en cuenta la concentración de molibdeno resulta que las muestras N^{os} 13, 14, 38, 39, 68 y 70 son deficientes en cobre, pese a tener valores aceptables del mismo, debido a su alto contenido en molibdeno. Por otra parte hay que considerar los casos extremos: las muestras N^{os} 4, 8, 33, 58, 68 y 70, en las cuales con tenores de cobre considerados bajos, la concentración de molibdeno es excesiva.

Finalmente pueden considerarse como normales las muestras N^{os} 6, 31, 40, 64, 66 y 72.

Manganeso: una concentración de 7-10 ppm de este elemento se considera suficiente para la nutrición animal. Las muestras analizadas no presentan pues deficiencia con respecto al manganeso.

Zinc: los requerimientos oscilan en los límites mínimos entre 20 y 30 ppm. En nuestro caso se observa que la mayoría de las muestras se encuentran en esos límites mínimos y aún algo más bajos.

Será interesante considerar la posibilidad de delimitar las zonas de carencia y desequilibrio en oligoelementos no sólo con el análisis químico de suelos y forrajes, sino también con el diagnóstico clínico veterinario en los animales de granja.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que en las forrajes de ciertas áreas de la provincia de Buenos Aires, a saber: General Viamonte, Rauch, Tandil y San Cayetano y en la provincia de Córdoba en la localidad de Chilbroste existen deficiencias de cobre para la nutrición animal. Los valores hallados oscilan entre 0,6 y 5 ppm.

En las áreas citadas se han determinado altos niveles de molibdeno: 12-13 ppm en Chilbroste y 4-6,6 ppm en Chillar, General Viamonte y Santa Regina.

Se ha demostrado la existencia de un pronunciado desequilibrio en las concentraciones relativas de cobre-molibdeno en General Viamonte, Rauch, San Cayetano y Chilbroste.

Se han introducido algunas variantes metodológicas que permiten lograr mayor rapidez y simplicidad, con el fin de que las determinaciones de oligoelementos puedan ser prácticas de rutina.

Agradecimientos

El autor expresa su agradecimiento al Prof. Ing. I. MIZUNO por la cesión del laboratorio en la Cátedra de Edafología; a los Profesores Dr. A. H. GUERRERO e Ing. I. MIZUNO por las sugerencias y lectura de los originales y al Sr. J. CIARAMELLA por su colaboración en la preparación de las muestras.

BIBLIOGRAFIA

1. MIZUNO, I. *Contribución al conocimiento del cobre en la secuencia suelo-planta-animal*. Ingeniería Agronómica. Buenos Aires 23 (3) p 9-14. jul. set. 1965.
2. BARBERIS, L. A. y MIZUNO I. *Manganeso en la nutrición*. Ingeniería Agronómica. Buenos Aires p 37-40. abr. set. 1964.
3. BELTRAN F. F. *Determinación colorimétrica de molibdeno en suelos por ensayos directos y en relación con su importancia biológica*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Buenos Aires) 1961. 92 p.
4. UNDERWOOD, E. J. *Trace elements in human and animal nutrition*. Second Edition. New York. Academic Press. Inc. 1966. 429 p. cita p. 93.
5. CHAPMAN, H. D. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Univ. of California. Division of Agricultural Sciences. 1966. 793 p.
6. CHAPMAN, H. D. & PRATT, P. F. *Methods of analysis for soils plants and waters*. University of California. Division of Agricultural Sciences. 1961. 309 p.
7. BLACK, C. A. EVANS, D. D. WHITE, J. L. ESMINGER, L. E. & CLARK F. E. *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological properties. Madison. Wisconsin. USA. American Society of Agronomy Inc. Publishers. 1965. p 771-1572.
8. (Instituto Argentino para la Racionalización de Materiales) *Norma IRAM N° 5593*. Método para determinar contenido de aceite en girasol. Buenos Aires.
9. SANDELL, E. B. *Colorimetric determinations of traces of metals*. 2nd. edition New York. Interscience Publishers Inc. 1950. 673 p.
10. MASSEY, H. E. *Relation between dithizone extractable zinc in the soil and zinc uptakes by corn plants*. Soil Sc. 83 (2): 123-129. 1957.

Descripción y aplicación de algunas gramíneas ornamentales

ING. AGR. UTE VON SCHMIEDEN ¹

(Recibido : 14 de julio de 1969)

RESUMEN

En el presente trabajo se describen e ilustran diez especies de Gramíneas poco conocidas en la decoración de los espacios verdes.

Se han estudiado sus características ornamentales (altura, color, floración, etc.), se ha descripto su ciclo y condiciones de cultivo y se sugieren sus aplicaciones.

SUMMARY

Ten species of grasses hitherto little used in the decoration of gardens are described and illustrated. The ornamental characteristics of the different species (shape, colours and type of inflorescence) are noted, their cycle is described, and their cultivation and uses are discussed.

El valor utilitario de las gramíneas en el campo económico-agropecuario es ampliamente conocido.

En cuanto a su aplicación en jardinería, las gramíneas se han utilizado casi exclusivamente para la formación de céspedes.

Su uso individual como plantas decorativas se ha difundido algo en la jardinería japonesa, europea y norteamericana, pero en nuestro país apenas se conoce. En algunos parques particulares se encuentran especies destacables por su valor ornamental, como por ejemplo la cortadera, (*Cortaderia selloana*) de origen sudamericano, conocida en Europa y Estados Unidos bajo el nombre de "pampas grass".

Algunas especies poseen características que las hacen dignas de cultivo, ya sea por su follaje o por su floración. Su forma contrasta con la mayoría

de las plantas herbáceas decorativas y ponen en el jardín una nota silvestre.

El propósito de este trabajo es destacar las características ornamentales de un grupo de gramíneas raramente utilizadas en la decoración de parques y jardines para difundir su uso.

De la bibliografía consultada se desprende que existe un gran número de especies adaptables a estos fines.

Para este ensayo se han elegido diez gramíneas consideradas apropiadas.

El material utilizado consistió en semillas y matas de distintas especies de gramíneas. Las primeras, coleccionadas por la autora en jardines privados de Santiago de Chile, y las segundas, obtenidas en jardines y viveros de la ciudad de Buenos Aires.

La colección de gramíneas estudiadas fue instalada en el vivero de la Facultad de Agronomía y Veterinaria.

¹ Jefa de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Parques y Jardines, Departamento de Ingeniería Rural, Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires.

La preparación de la tierra consistió en una labor a pala (punteado), una abonadura con estiércol equino y una adecuada rastrillada.

Las semillas se sembraron en terrinas sobre tierra esterilizada y en invernáculo en el mes de mayo de 1968. A los treinta días, cuando habían alcanzado entre 0,05 y 0,10 m de altura, se llevaron a campo, dividiendo las porciones sembradas en panes menores.

Las matas, que después de extraerlas fueron sometidas a una poda se plantaron en la parcela.

En ambos casos fueron identificadas convenientemente y al ubicarlas se tuvo en cuenta el espacio necesario para su futuro desarrollo.

Se realizaron observaciones periódicas desde el momento de siembra o plantación hasta la plenitud de desarrollo.

Las características estudiadas fueron: forma de planta, altura, color y floración, época de siembra, división de mata y poda, lo que permitió sacar conclusiones respecto del manejo y las características ornamentales en los diferentes estados de desarrollo.

Ha podido advertirse un desarrollo superior al observado en ejemplares de igual especie creciendo en otros lugares, considerándose que la previa estercoladura de la parcela ha influido notablemente en la exuberancia de crecimiento.

GRAMÍNEAS UTILIZADAS:

Arrhenatherum bulbosum (Willd.) Link. var. *variegatum* Hitchc. "Lazo de amor". "Tuber oatgrass".

Eragrostis curvula (Schrader) Nees. "Pasto llorón". "Weeping lovegrass".

Miscanthus sinensis Anderss. var. *variegatus* Beal.

Oplismenus sp.

Pennisetum setaceum (Forsk) Chiov. "Fountain grass".

Pennisetum villosum R. Brown. "Cola de zorro". "Feathertop".

Phalaris arundinacea L. var. *picata* L., "Lazo de amor". "Gardener's garters".

Setaria poiretiana (Schult.) Kunth (*Panicum poiretianum* Schult. *P. sulcatum* Bertol.). "Pasto palmera".

Spartina ciliata Brongniart. "Espartillo".

Stenotaphrum secundatum (Walt.) O. Kuntze var. *variegatum* Hitchc.

DESCRIPCIÓN DE CADA ESPECIE:

Arrhenatherum bulbosum (Willd.) Link. var. *variegatum* Hitchc. "Lazo de amor". "Tuber oatgrass". Foto nº 1. Foerster (1961), Hitchcock (1950), Parodi (1959).

a) *Tribu*: Aveneas

b) *Origen*: Norte y centro de Europa - Persia - Algeria.

c) *Descripción*: Mata perenne de 0,20 m de altura con internodios bulbiformes en la base de las cañas. Las hojas son rayadas de amarillo y verde longitudinalmente.

Esta variedad no florece en Buenos Aires.

d) *Cultivo*: Se multiplica por división de mata en otoño. Vegeta de otoño a principios del verano, época en que comienza a reducirse hasta desaparecer a veces casi completamente. Conviene cortarla. Se desarrolla mejor en lugares soleados pero también resiste media sombra. Es muy importante regarlo abundantemente y plantarlo en suelo fértil.

e) *Aplicación*: En borduras y jardines de roca. Por su color claro contrasta bien con especies de follaje oscuro.

Eragrostis curvula (Schrader) Nees. "Pasto llorón". Weeping lovegrass". Fotos nº 2a. 2b. Hitchcock (1950), Chippindall (1955), Parodi (1959).

a) *Tribu*: Eragrosteas

b) *Origen*: S. Africa.

c) *Descripción*: Mata perenne densamente cespitosa de 0,60 a 1 m de altura, hojas filiformes arqueadas, panoja de 0,15 a 0,30 m de largo, de aspecto muy tenue.

Se usa para controlar la erosión.

d) *Cultivo*: Se multiplica por semilla y por división de mata. Se siembra en otoño bajo vidrio, se lleva a campo cuando las plantas tienen 0,05 a 0,10 m de altura. Florece de diciembre a mayo. En el otoño se cortan las panojas y se dividen las matas.

e) *Aplicación*: En borduras, pero sobre todo en lugar aislado, sobre césped o a orillas

del agua, donde se destaca bien su delicado aspecto.

Miscanthus sinensis Anders. var. *variegatus* Beal.

Fotos nº 3a, 3b. Hitchcock (1950), Parodi (1959), Foerster (1961).

- a) *Tribu*: Andropogoneas
- b) *Origen*: China y Japón.
- c) *Descripción*: Planta perenne de 1 m de altura con cañas floríferas que alcanzan 1,50 a 2 m. Las hojas de esta variedad tienen fajas amarillas longitudinales. La inflorescencia es terminal en panoja corimboza blanquecina o pajiza, de 0,20 a 0,30 m de largo. Florece de diciembre a mayo
- d) *Cultivo*: No suele fructificar en Buenos Aires. Se multiplica por división de mata en otoño, después de haber podado las plantas.
- e) *Aplicación*: Se destaca más a contraluz o sobre un fondo oscuro, gracias a sus hojas variegadas y las inflorescencias sedosas. Queda muy decorativa al borde del agua, donde el reflejo realza su belleza. También se luce ubicada aislada en el césped. Las panojas se pueden usar en ramos decorativos.

Oplismenus sp., fotos nº 4a, 4b.

Esta especie no corresponde a ninguna descrita en la bibliografía consultada.

- a) *Tribu*: Paniceas.
- b) *Origen*: Incierto. Las especies de *Oplismenus* provienen de las selvas tropicales y subtropicales de todo el mundo.
- c) *Descripción*: Mata perenne, rastrera, con cañas muy ramificadas hasta 0,40 m de altura. Hojas lanceoladas planas de 0,05 a 0,10 m de largo por 0,01 a 0,02 m de ancho. Las panojas son erguidas. Aparecen en diciembre y persisten hasta mayo. Esta especie es susceptible a las heladas pero vuelve a brotar.
- d) *Cultivo*: En otoño se podan las matas para dividir y transplantarlas. Esta especie se

desarrolla bien a media sombra, aunque se tupe más a pleno sol.

- e) *Aplicación*: A media sombra puede usarse en reemplazo del pasto. A orillas del agua se destacan bien sus hojas planas que recuerdan a un bambú.

Pennisetum setaceum (Forsk) Chiov. "Fountain grass". Fotos nºs. 5a, 5b.

HITCHCOCK (1950), CHIPPINDALL (1955)..

- a) *Tribu*: Paníceas.
- b) *Origen*: Norte de Africa.
- c) *Descripción*: Mata perenne, de hasta 1 m de altura, con hojas angostas y flores de 0,15 a 0,25 m de largo, rosadas o purpúreas.
- d) *Cultivo*: Se siembra bajo vidrio en otoño, llevándola a campo al mes de sembrada, florece en diciembre del mismo año. La floración dura hasta mayo, que es cuando se la debe cortar para dividir las matas.
- e) *Aplicación*: En borduras y al borde de estanques. Es una mata que conserva la belleza de las flores violáceas durante todo el verano.

Pennisetum villosum R. Brown. "Cola de zorro" "Feathertop". Fotos nºs. 6a, 6b.

HITCHCOCK (1950), CHIPPINDALL (1955), PARODI (1959), FOERSTER (1961)

- a) *Tribu*: Paníceas.
- b) *Origen*: Norte de Africa.
- c) *Descripción*: Mata perenne, rizomatosa, grácil de 0,50 a 0,70 m de altura que se cubre en verano de espigas blanquecinas velludas, de 0,04 a 0,12 cm de largo por 0,02 a 0,03 cm de ancho.
- d) *Cultivo*: Se multiplica por semillas y por división de matas. Haciendo la siembra en mayo bajo vidrio y llevando las plantas a campo en junio, llegan a florecer en diciembre del mismo año. Florece abundantemente hasta mayo, momento en el que conviene podar las matas y dividir las.
- e) *Aplicación*: En borduras; en jardines de roca, en ramos secos. Es una de las especies más floríferas. Sus numerosas espigas blan-

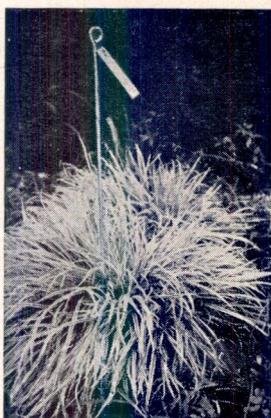


Fig. 1. — *Arrhenatherum bulbosum variegatum*

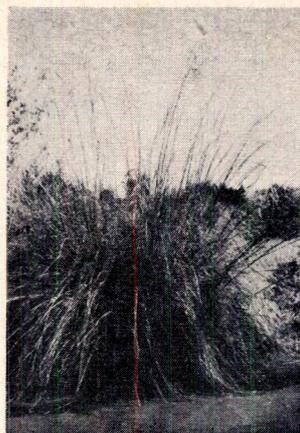


Fig. 2a.— *Eragrostis curvula*



Fig. 2b. — *Eragrostis curvula* (detalle)



Fig. 3a. — *Miscanthus sinensis* var. *variegatus*



Fig. 3b. — *Miscanthus sinensis* var. *variegatus* (detalle)



Fig. 5a. — *Pennisetum setaceum*.



Fig. 4a. — *Oplismenus* sp.



Fig. 4b. — *Oplismenus* sp. (detalle)



Fig. 5b. — *Pennisetum setaceum* (detalle).

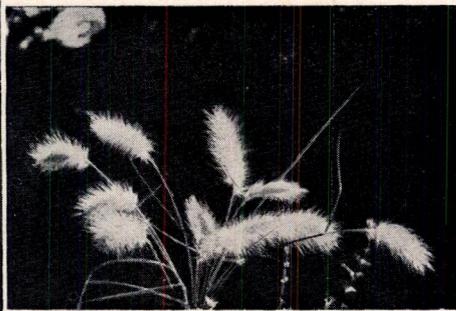
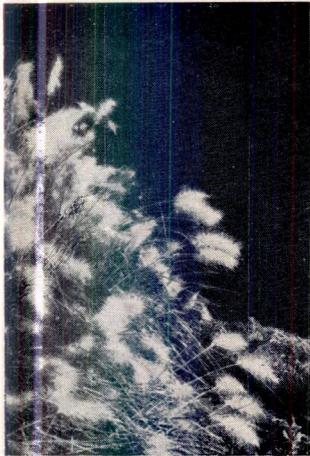


Fig. 6b. — *Pennisetum villosum* (detalle)

Fig. 6a. — *Pennisetum villosum*

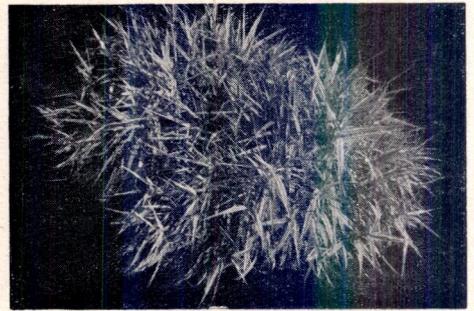


Fig. 7. — *Phalaris arundinacea* var. *picta*



Fig. 8a. — *Setaria poiretiana*
(detalle de panoja)

Fig. 8b. — *Setaria poiretiana*
(detalle de hoja)

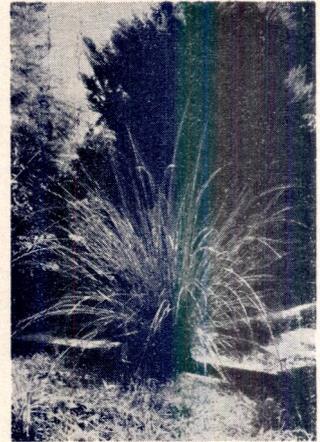


Fig. 9. — *Spartina ciliata*



Fig. 10a. — *Stenotaphrum secundatum*
var. *variegatum*



Fig. 10b. — *Stenotaphrum secundatum*
var. *variegatum* (detalle)

quecinas se destacan bien contra un fondo oscuro.

Phalaris arundinacea L. var. *picta* L., "Lazo de amor", "Gardener's garters". Foto n° 7.

HITCHCOCK (1950), CHIPPINDALL (1955), PARODI (1959).

Tribu: Falarídeas.

Origen: Europa - Asia.

c) *Descripción:* Mata perenne de 0,50 m de altura, poderosamente arraigada por sus rizomas estoloníferos. Las hojas tienen fajas longitudinales amarillentas y verdosas. Durante el año en cultivo no ha florecido.

d) *Cultivo:* Se multiplica por rizomas en otoño. Su mayor crecimiento ocurre en invierno y primavera. Requiere abundante riego.

e) *Aplicación:* En borduras. Por su color verde muy claro contrasta bien con plantas de follaje oscuro. También se puede plantar a orillas del agua.

Setaria poiretiana (Schult) Kunth (*Panicum poiretianum* Schult., *P. sulcatum* Bertol.). "Pasto palmera". Fotos n°s. 8a, 8b.

HITCHCOCK (1950), PARODI (1959).

a) *Tribu:* Paníceas.

b) *Origen:* América tropical hasta Salta y Misiones.

c) *Descripción:* Mata perenne, cespitosa, de 1 a 2 m de altura, con anchas láminas de 0,40 a 0,80 m de largo por 0,06 a 0,10 m de ancho, con pliegues longitudinales y la base estrechada en forma de peciolo. Panoja erguida o nutante de 0,30 a 0,40 m de largo.

d) *Cultivo:* Se multiplica por división de mata. Crece bien a media sombra, pero a pleno sol alcanza mayor desarrollo, haciéndose invasora. Su mayor crecimiento ocurre en verano, época en que también florece. En otoño se cortan las panojas y se dividen las matas.

e) *Aplicación:* Es muy llamativa en posición aislada, ya sea en el césped al lado de un

estanque o a orillas del agua. Vale la pena tener en cuenta el efecto de las hojas plisadas a contraluz. A media sombra, donde no supera la altura de 0,30 m se puede cultivar en manchones grandes junto con otras plantas de carácter silvestre. Tanto las hojas como las panojas pueden usarse para ramos decorativos. También se usa como planta de maceta.

Spartina ciliata Brongniart, "Espartillo".

Foto n° 9.

PARODI (1959).

a) *Tribu:* Clorídeas.

b) *Origen:* Dunas litorales atlánticas desde Río de Janeiro (Brasil) hasta Mar del Plata (Argentina).

c) *Descripción:* Es una mata rizomatosa de 1 a 1,80 m de altura, de hojas convolutadas, tenaces, largas y agudas. Las panojas espiciformes de 0,20 a 0,40 m de largo por 0,005 m de diámetro, aparecen en verano.

d) *Cultivo:* Se multiplica por división de matas en otoño. Se desarrolla bien en terrenos secos y arenosos, conociéndose algunos cultivos experimentales donde se usa como fijadora de dunas. Después de la floración se podan y dividen las matas.

e) *Aplicación:* En jardines de roca o de carácter estepario. Cuando se planta aislada en el césped o a orillas del agua se destaca la esbeltez de sus hojas convolutadas, que se prestan también para ramos secos.

Stenotaphrum secundatum var. *variegatum* Hitchc.

Fotos n°s. 10a, 10b.

HITCHCOCK (1950), PARODI (1959).

a) *Tribu:* Paníceas.

b) *Origen:* Sur de Estados Unidos hasta la provincia de Buenos Aires (Argentina).

c) *Descripción:* La mata de 0,05 a 0,30 m de altura, es rastrera estolonífera, con hojas divergentes en forma de abanico, estriadas de amarillo longitudinalmente. No ha florecido en el período del cultivo.

- d) *Cultivo*: Se propaga por estolones que se extienden rápidamente, formando césped como el gramillón (*Stenotaphrum secundatum*). La multiplicación se hace preferentemente en primavera. Es susceptible a heladas fuertes, pero vuelve a brotar. Requiere suelos arcillosos, fértiles y húmedos.
- e) *Aplicación*: Se puede usar como césped en pequeñas extensiones y a orillas de lagos artificiales. En jardines de roca debe vigilarse su invasión.

AGRADECIMIENTOS. — Agradezco al Ing. Agr. Carlos Alberto Bellón la lectura crítica del presente trabajo, al Ing. Agr. Julián Cámara Hernández la ayuda en la realización de las fotografías y a la Lic. en Ciencias Naturales Elisa Nicora, su colaboración en la identificación de las especies.

BIBLIOGRAFIA

- BAILEY, L. H. *The Standard Cyclopaedia of Horticulture*. New York. The Mac Millan Company 1927. 3 Vol.
- CHIPPINDALL, LUCY K. A. *A Guide to the identification of grasses in South Africa*. D. Meredith, Ed. The grasses and pastures of South Africa. Sud Africa. Central News Agency. 1955. 1 Vol. 771 p.
- FÖRSTER, KARL. *Einzug der Gräser und Farne in die Gärten*. Melsungen Alemania Verlag J. Neumann-Neudamm 1961.
- HITCHCOCK, A. S. *Manual of the grasses of the United States*. 2ª Edición. Washington. United States Government Printing Office. 1950. 1.051 p.
- MC. KEE, ROLAND. *Grasses can be ornamental*. *Grass: the yearbook of agriculture 1948 (892): 734-735*. Washington. United States Government Printing Office 1948.
- PARODI, LORENZO R., *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 1ª Edición. Buenos Aires. Editorial Acmé S. A. C. I. 1959. 1º Vol.
- VALENTIEN, OTTO. *Jardines. Ejemplos y normas para su trazado*. Trad. Estudio Arte del Jardín. Barcelona. Editorial Gustavo Gili. S. A. 1956. (81): 70.

El magnesio en la relación suelo-planta dentro del ámbito de la pradera pampeana¹

L. A. BARBERIS E I. MIZUNO *

(Recibido : 25 de Julio de 1970)

RESUMEN

Este trabajo ofrece los resultados de estudios sobre la situación del magnesio en suelos y forrajes de la pradera pampeana, con especial referencia a los problemas de hipomagnesemia que se presentan en la producción animal.

Los resultados expuestos sobre la composición química de la capa arable corresponden a promedios de varios cientos de análisis practicados sobre suelos Brunizem con horizonte B textural (Argiudoles) del norte de la pradera pampeana, Brunizem sin horizonte B textural (Hapludoles) del noroeste y oeste de la pradera pampeana y suelos hidrohalomórficos de la cuenca del río Salado, al sud-este de la provincia de Buenos Aires.

En materia de forrajes se ofrecen valores de verdeos invernales, gramíneas perennes y leguminosas, provenientes de iguales lugares geográficos.

En la discusión de resultados se juzga la disponibilidad de magnesio del suelo a través de parámetros de intensidad absoluta y relativa. Los valores de intensidad absoluta encontrados, tanto de magnesio intercambiable como de porcentaje de saturación magnésica, son satisfactorios en relación a los requerimientos de los forrajes.

Sin embargo se advierten bajos niveles de magnesio en verdeos invernales (inferiores al índice de hipomagnesemia de Kemp de 0,2) cuya amplia justificación se encuentra al considerar los valores de intensidad relativa del magnesio del suelo, especialmente a través de la relación Potasio/Magnesio. En los suelos Brunizem esta relación llega a un promedio de 1,7 (en peso), debido al muy elevado tenor de potasio asimilable, excediendo los límites de equilibrio de esta relación, fijados en el rango de 1 a 1,6 por la mayor parte de la bibliografía internacional.

Esta intensa deficiencia inducida de magnesio no parece presentarse en los suelos hidrohalomórficos, donde la relación Potasio/Magnesio llega a 0,8 y en los cuales los altos niveles de sodio en el suelo deprimen considerablemente la absorción potásica de los forrajes tal como se evidencia en la composición mineral de las gramíneas anuales estudiadas.

SUMMARY

Studies about magnesium in soils and forages of the pampas region, with special reference to hypomagnesemia in cattle are reported.

The results on the chemical composition of tilled soil correspond to analysis made on Brunizen soil with B-textural horizon (Argiudoles) of the pampas region, Brunizen soils without B-textural horizon (Hapludo-

¹ Trabajo presentado a la 5ª Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Santa Fe, 14-19 de julio de 1969.

* Profesor adjunto de Edafología y Profesor titular de la cátedra de Edafología del Departamento de Biología y Ecología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires, respectivamente.

les) of the north-west and west of the pampas region and hydrohalomorphic soils of the Salado river basin in the south-west of the Buenos Aires province. Values for winter forages, perennial graminæ and leguminosae were also determined.

The values of absolute intensity of interchangeable magnesium and the percentage of magnesic saturation are satisfactory in relation with the forage requirements.

Low levels of magnesium are found in winter forages specially in Brunizem soils. The deficiency in hydrohalomorphic soils is not so high.

INTRODUCCION

La situación del magnesio en la pradera pampeana no ha merecido, hasta el presente, una atención comparable con otros elementos mayores, particularmente en lo que concierne a la relación suelo-planta. Al respecto son muy pocos los trabajos de investigación realizados, pese a que se han evidenciado numerosas inquietudes en el campo técnico profesional de agrónomos y veterinarios.

Desde hace bastante tiempo se viene destacando en el ambiente ganadero la existencia de casos de hipomagnesemia, conocidos también como mal de los avenales o tetania de los forrajes. En la pradera pampeana estos cuadros clínicos se vinculan con el pastoreo de verdes invernales por vacas en crianza o novillos en engorde.

En cítricos la existencia de casos de deficiencias relativas de magnesio fue señalada por MIZUNO (1963) al estudiar el estado nutricional de plantaciones cítrícolas del noreste de Buenos Aires, siendo atribuida esta deficiencia al exceso de potasio en el suelo.

El problema de hipomagnesemia provocado por la utilización de verdes invernales en el sureste de Buenos Aires ha sido analizado por CULOT y TUÑÓN (1967), quienes destacan la existencia de bajos niveles de magnesio en el forraje como consecuencia del desequilibrio entre el potasio y el magnesio intercambiable del suelo.

Un panorama más amplio fue presentado por MIZUNO y BARBERIS (1968) al describir la situación del magnesio en la relación suelo-planta de diferentes casos ubicados dentro de la pradera pampeana, pertenecientes a suelos Brunizem (con y sin horizonte B textural) y a suelos hidrohalmórficos.

Recientemente BARBERIS (1969) realizó un estudio sobre el magnesio en el sistema suelo-planta, parte de cuyo contenido básico es utilizado en este trabajo.

El presente artículo ofrece los resultados de varios años de estudio sobre el panorama del magnesio en suelos y forrajes de la pradera pampeana, permitiendo extraer conclusiones que aclaran satisfactoriamente varios de sus interrogantes.

MATERIALES Y METODOS

Suelos

En este trabajo se emplearon muestras de suelos correspondientes al horizonte superficial (capa arable) de Brunizem con B textural (Argiudoles) del norte de la pradera pampeana (333), Brunizem sin B textural (Hapludoles) del noroeste y oeste de la provincia de Buenos Aires y sur de Santa Fe (205) y suelos hidrohalmórficos de la cuenca del río Salado (este y sureste de la provincia de Buenos Aires) (120). En la mayoría de los casos, además de la descripción y muestreo de la capa arable se procedió a caracterizar morfológicamente a los otros horizontes del suelo, y posteriormente se analizaron sus muestras en laboratorio.

Para fines de información general sobre estos grandes grupos de suelos (subórdenes en la 7ª aproximación del U.S.D.A.) puede consultarse los trabajos de MIACZINSKI y TSCHAPEK (1965) y BONFILS (1966).

Técnicas analíticas

pH: suspensión acuosa en relación suelo: agua de 1:2,5; determinación potenciométrica con electrodo de vidrio.

Carbono orgánico: método colorimétrico con bicromato de potasio en medio sulfúrico. Lectura fotocolorimétrica utilizando solución de glucosa como patrón.

Cationes asimilables: extracción con acetato de amonio normal a pH 7 en relación suelo: extractante de 1:4.

Determinación de calcio y magnesio: complejometría con EDTA.

Determinación de potasio y sodio: fotometría de llama.

Forrajes

La toma de muestras de forrajes se hizo sobre especies puras, a la altura del pastoreo de los animales, teniendo en cuenta el criterio de su destino al estudio de la ingesta mineral de la hacienda (MIZUNO, 1965). Para este trabajo se han empleado parte de los resultados expuestos anteriormente por los autores (BARBERIS y MIZUNO, 1964, BARBERIS 1967) donde se detallan las condiciones de muestreo. Los datos seleccionados pertenecen a verdes invernales (Avena y Cebada), festuca alta (*Festuca arundinacea* SCHREBER) y alfalfa, muestreadas en correspondencia con la distribución de los grandes grupos de suelos mencionados anteriormente. En todos los casos se procedió a un secado inicial, posterior molienda y nuevo secado a estufa hasta constancia de peso.

Técnicas analíticas

Destrucción de materia orgánica por vía húmeda con ácidos sulfúrico, nítrico y perclórico.

Determinación del calcio y magnesio: Complejometría en EDTA, previa separación del calcio por precipitación (Técnica descrita por BECKER, p. 110).

Determinación de potasio y sodio: Fotometría de llama.

RESULTADOS Y DISCUSION

Suelos

Los resultados sobre la composición química de los suelos analizados se presentan en el cuadro 1. Los valores ofrecidos son promedios de las muestras analizadas y van acompañados de sus correspondientes medidas de desviaciones standard. Para facilitar la interpretación se añaden los datos de las relaciones Potasio/Magnesio (en peso).

Interpretación del nivel de magnesio en los suelos

La disponibilidad de magnesio para los vegetales puede ser juzgada siguiendo diferentes criterios, aunque siempre se tienda a medir la cantidad del nutriente que se halla en el suelo en condiciones de ser absorbida por los vegetales. Para interpretar los valores obtenidos seguiremos tres vías diferentes, que corresponden a distintos parámetros de intensidad de dotación. No se incluye la consideración del magnesio total, dada su escasa gravitación como representante de asimilabilidad del nutriente.

a) Nivel absoluto de magnesio intercambiable (intensidad absoluta)

En primer lugar puede utilizarse el valor de magnesio intercambiable para calificar la disponibilidad del mismo, ya sea en términos absolutos

CUADRO 1. — Composición química promedio de la capa arable de los grandes grupos de suelos estudiados

Gran grupo de suelo	pH	Carbono orgánico %	Cationes extraíbles en acetato amonio N; 1: 4				Relación Potasio/Magnesio
			K	Mg	Ca	Na ¹	
Brunizem con B text.	5,58	2,07	61,2	36,6	197,1	4,6	1,68
σ	0,43	0,35	13,5	10,7	33,5	1,9	
Brunizem sin B text.	5,76	1,61	64,6	39,1	166,9	3,4	1,65
σ	0,40	0,39	10,1	13,2	31,3	1,5	
Hidrohalomórfico	7,61	1,76	62,7	77,2	154,7	117,6	0,81
σ	0,65	0,51	12,4	17,2	30,6	44,3	

¹ En miligramos por 100 gramos de suelo seco.

de peso o equivalentes químicos. La gran mayoría de los métodos químicos por extracción incluyen en el magnesio intercambiable a la forma de magnesio soluble, ya que no tiene sentido práctico el separarlos.

En los suelos Brunizem, tanto con o sin horizonte B textural, encontramos valores promedio entre 35 y 40 mg/100 g de suelo seco (2,9 a 3,3 mg/100 g suelo). Estas cifras deben considerarse satisfactorias si se las juzga de acuerdo a los antecedentes que ofrece la bibliografía internacional. REITH (1963), para suelos escoceses, ha sugerido que el límite a partir del cual hay respuesta de los cultivos a la aplicación de magnesio es el de 3 mg/100 g, usando como extractante el acetato de amonio normal. Un límite algo mayor, de 5 mg de magnesio por 100 g, ha sido establecido por HARROD y CALDWELL (1967) trabajando con solución de cloruro de calcio 0,25 N como medio de extracción. Empleando nitrato de amonio normal como extractante estos mismos autores han encontrado respuesta a la aplicación del magnesio cuando su nivel estaba por debajo de 4 mg/100 g, llegando a resultados espectaculares con valores de magnesio en suelo menores a 2,5 mg/100 g. Por su parte LÓPEZ RITAS (1967) indica que para la mayoría de los suelos un miliequivalente de magnesio de cambio (12 mg) por 100 g de suelo es una cantidad apropiada.

De las referencias anteriores se desprende que, con el criterio del nivel absoluto de magnesio intercambiable, no se pueden justificar los bajos valores de magnesio que se presentan en verdes invernales del norte de la pradera pampeana, que serán luego detallados. El contenido absoluto de magnesio en los suelos hidrohalmórficos es prácticamente del doble (77 mg/100 g) que en los suelos Brunizem.

b) Porcentaje de saturación de magnesio intercambiable

Esta segunda forma de apreciar la disponibilidad del magnesio es algo menos arriesgada que la anterior, pero también ofrece reparos teóricos. Consiste en expresar la cantidad de magnesio intercambiable como porcentaje de la capacidad de cambio total (Valor T de Hissink) o del total de bases adsorbidas (Valor S de Hissink).

En nuestros suelos Brunizem con horizonte B

textural el magnesio de cambio representa del 10 al 15 % del valor T, y del 13 al 19 % del valor S, suponiendo un promedio de 23 me/100 g de capacidad de cambio, con una saturación de bases del 60 al 70 % (datos obtenidos por los autores en menor número de muestras que la del cuadro 1).

Podemos comparar estas cifras con los antecedentes que nos muestra la bibliografía. En relación al valor T y para el caso de alfalfa, se califica (BEAR *et al.*, 1945) de contenido óptimo un valor de magnesio del 10 %, siendo el porcentaje de saturación de bases (V) del 80 %, y estando normales los niveles de calcio (65 %) y potasio (5 %). ADAMS y HENDERSON (1962) consideran como deficientes en magnesio a los suelos que presentan menos del 4 % de magnesio intercambiable, siendo los niveles absolutos de esos suelos de 1 a 2 mg/100 g.

Con respecto al valor S se califica (LÓPEZ RITAS, 1967) de bien provisto a un suelo cuyo contenido en magnesio llega a un 10 % de S, y se considera deficiente, con posibilidades de respuesta a la fertilización magnésica cuando esta cifra está por debajo del 6 % (PRINCE, ZIMMERMAN y BEAR, 1947).

También con este criterio debemos juzgar como satisfactorios a los niveles de magnesio de los suelos de la pradera pampeana, no pudiendo explicar posibles casos de hipomagnesemia en forrajes anuales.

c) Relación entre magnesio y otros cationes (intensidad relativa).

Desde hace tiempo se ha venido destacando la importancia de considerar el equilibrio entre nutrientes, y no a cada uno aisladamente, a los efectos de valorar su disponibilidad para los vegetales. Entre los numerosos casos de antagonismo citados para el magnesio, podemos centrar nuestra atención en las relaciones Potasio/Magnesio, Calcio/Magnesio, y en la integración de ambas, o sea la relación Calcio + Magnesio / Potasio o su inversa.

Sobre la base de estas situaciones de antagonismo debemos admitir que aun cuando se superen los umbrales mínimos absolutos de requerimiento de un cultivo, se pueden producir deficiencias relativas de magnesio cuando exista un exceso de potasio y/o calcio. La relación más utilizada para

juzgar la disponibilidad del magnesio ha sido el cociente Potasio/Magnesio.

Para cultivos frutales, MULDER (1950) encontró síntomas de deficiencia magnésica en suelos holandeses cuando la relación Potasio/Magnesio (extracción de MORGAN) en la capa arable estaba entre 1, 6 y 2 (en peso). En dicho trabajo se toma como relación normal la de 0,8. YAMASAKI y colaboradores (1967) califican como deficientes en magnesio por exceso de potasio, a los suelos con relaciones Potasio/Magnesio superiores a 1,6, cifra con la que coinciden otros investigadores (CULOT y TUÑÓN, 1967).

Los suelos Brunizem analizados, tanto con o sin B textural, ofrecen índices promedio de relación Potasio/Magnesio de aproximadamente 1,7, mientras que los hidrohalmórficos llegan a 0,8, como consecuencia de un mayor nivel absoluto de magnesio a igualdad de tenor potásico. El valor de 1,7 entra en la zona señalada como deficiencia inducida de magnesio para los vegetales debido al exceso de potasio, de acuerdo a los antecedentes bibliográficos, antes mencionados.

Como vemos, este tercer criterio de juicio, que tiene en cuenta la interacción entre iones antagónicos en la absorción, nos permite encontrar la clave que justifica bajos niveles de magnesio en los verdeos anuales desarrollados sobre Brunizem del norte y oeste de la pradera pampeana. Este acentuado exceso de potasio se revela nuevamente al considerar el cociente Calcio + Magnesio/Potasio que en los Brunizem estudiados llega a 3,8

frente a un óptimo de 7,3, hallado por BEAR y colaboradores (1945) para alfalfa.

En los suelos hidrohalmórficos analizados no se entra en la zona de deficiencia inducida de magnesio por exceso de potasio, pero en este caso, como veremos más adelante, gravita la acción del sodio intercambiable.

Forrajes

En el cuadro 2 se han expuesto los resultados promedios de la composición mineral de las forrajeras analizadas, agrupándolas de acuerdo con su origen. Como índices auxiliares se han volcado los datos de las relaciones Potasio/Magnesio, Potasio/Sodio y Calcio/Magnesio.

Interpretación del nivel de magnesio en los forrajes

Para analizar ponderadamente los valores del cuadro 2, debemos tener en cuenta su correspondencia con los suelos sobre los cuales crecieron, y lo dicho anteriormente sobre la fertilidad magnésica de los mismos.

De acuerdo con KEMP (1960) el problema de hipomagnesemia en los animales puede aparecer cuando el contenido de magnesio en los forrajes es menor a 0,20 %. A su vez otras investigaciones holandesas (KEMP y THART, 1957) han establecido como límite el cociente Potasio/Calcio + Magnesio de 1,8 (en miliequivalentes), ya que forrajeras

CUADRO 2. — Composición química, promedio de diferentes forrajes (g %/o g. s. seca)

Forrajes y suelos	Ca	Mg	K	Na	K/Mg	K/Na	Ca/Mg
<i>Verdeos invernales (Avena y cebada forrajera)</i>							
Brunizem con B textural.....	0,33	0,18	4,3	0,07	23,8	61,4	1,7
Hidrohalmórfico	0,25	0,24	2,2	0,50	9,1	4,4	1,0
<i>Festuca alta</i>							
Brunizem con B textural.....	0,42	0,25	2,5	0,06	10,0	41,6	1,7
Hidrohalmórfico.....	0,36	0,25	2,0	0,22	8,0	9,1	1,4
<i>Alfalfa</i>							
Brunizem con B textural.....	0,75	0,34	3,4	0,03	10,0	113,3	2,2

con valores mayores comienzan a ser causa de deficiencia de magnesio.

Los verdeos invernales desarrollados sobre suelos Brunizem con B textural presentan un valor de 0.18 % de magnesio y un cociente Potasio/Calcio + Magnesio de 3.5; lo que está configurando un notorio panorama de deficiencia magnésica para la hacienda. Este hecho se encuentra justificado por la amplísima relación Potasio/Magnesio encontrada en dichos suelos, pese a que son satisfactorios los tenores de magnesio intercambiable.

En cambio, los verdeos invernales que crecen sobre suelos hidrohalmórficos no manifiestan este desequilibrio, siendo su nivel de magnesio de 0.24 % y su cociente Potasio/Calcio + Magnesio es de 1.7. La causa de esta diferencia se halla, por un lado, en la existencia en el suelo de una relación Potasio/Magnesio más equilibrada, y por otro en la presencia de un elevado contenido de sodio en el suelo que deprime marcadamente la absorción potásica. Esto se refleja muy claramente en la composición de los verdeos de los suelos hidrohalmórficos, que tienen la mitad del potasio de los verdeos de los Brunizem y siete veces más de sodio.

Al considerar los valores de *Festuca alta* nos encontramos con tendencias parecidas a las evidenciadas en los verdeos de acuerdo a su origen, pero mucho menos acentuadas, por ser gramínea perenne. Este carácter determina que en el muestreo se tomen hojas de mayor edad promedio que en los verdeos anuales, teniendo en consecuencia menor contenido de potasio y mayor de cationes alcalino-térreos, tal como lo hemos señalado en anteriores investigaciones (BARBERIS y MIZUNO, 1964; BARBERIS, 1967). De todas maneras se observa una mayor amplitud en la relación Potasio/Magnesio de las festucas de los Brunizem, pero no llega a valores que pueden calificarse de deficiencias relativas de magnesio.

La alfalfa sirve de base de comparación, con una composición química de mayor riqueza mineral y relaciones catiónicas más equilibradas que las gramíneas, siendo de 1.3 el cociente Potasio/Calcio + Magnesio.

CONCLUSIONES

1. Los trabajos efectuados hasta el presente sobre la situación del magnesio, en distintos lugares de la pradera pampeana, indican que los posibles casos de deficiencia de magnesio para la producción vegetal y animal se deben a desequilibrios entre el magnesio y sus iones antagónicos. En esta investigación, de carácter general para la región pampeana, se confirma ampliamente la tesis mencionada.

2. Tanto el nivel absoluto de magnesio intercambiable de los suelos Brunizem (con o sin B textural) como el de los hidrohalmórficos deben calificarse de adecuados para la nutrición vegetal, sobre la base de las referencias de la bibliografía. Los suelos hidrohalmórficos tienen el doble de contenido de magnesio de cambio que los Brunizem, siendo sus valores promedios de 77 y 38 mg/100 g de suelo respectivamente.

3. En los Brunizem con horizonte B textural el porcentaje de saturación de magnesio de cambio es del 10-15 % de T y del 13-19 % del S, que superan ampliamente los umbrales críticos de deficiencia magnésica fijados en 4 % de T y 6 % de S.

4. Los bajos niveles de magnesio que se observan en los verdeos invernales (avena-cebada) desarrollados sobre suelos Brunizem del norte y oeste de la pradera pampeana sólo se pueden justificar si se mide al magnesio disponible del suelo en parámetros de intensidad relativa. Para ello es conveniente la utilización de las relaciones Potasio/Magnesio y Calcio + Magnesio/Potasio o su inversa.

5. La relación Potasio/Magnesio de los suelos Brunizem es de 1.7, valor que entra en la zona de deficiencia relativa de magnesio por exceso de potasio, superando el nivel crítico fijado por varios autores en 1.6. No ocurre esto en los suelos hidrohalmórficos, donde la relación Potasio/Magnesio es de 0.8, debido a un mayor contenido en magnesio de cambio a igualdad de tenor potásico.

6. Las diferentes condiciones de disponibilidad relativa del magnesio en los suelos analizados se ven fielmente reflejadas en la composición química de los forrajes que sustentan.

7. Consecuentemente, los verdeos invernales desarrollados sobre suelos Brunizem con B textural manifiestan bajos valores de magnesio (0,18 %)

y un cociente Potasio/Calcio + Magnesio muy desequilibrado (3.5), frente a la referencia de los límites de hipomagnesemia de 0,20 % y 1,8 respectivamente). En cambio, los verdeos invernales de los suelos hidrohalmórficos no evidencian este desequilibrio, siendo su nivel de magnesio de 0,24 % y su cociente catiónico de 1,7. Esta diferencia se debe a la existencia en el suelo de una relación Potasio/Magnesio más equilibrada y al elevado contenido de sodio de cambio, que deprime marcadamente la absorción potásica.

8. Las gramíneas forrajeras perennes, como *festuca alta*, denotan parecidas tendencias de composición con los verdeos, de acuerdo a su lugar geográfico de origen, pero con desequilibrios atenuados por la mayor edad promedio del tejido vegetal. En alfalfa el cociente catiónico llega al equilibrado nivel de 1,3.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, F. y HENDERSON, J. *Magnesium availability as affected by deficient and adequate levels of potassium and lime*. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 26 : 65-68. 1962.
- BARBERIS, L. *La composición mineral de las principales especies forrajeras cultivadas en la pradera pampeana*. In Congreso Argentino de la producción animal. Actas. Tomo II : 37-41. Bs. Aires, 1967.
- *Magnesio en la relación suelo-planta y su aplicación en suelos de la pradera pampeana argentina*. Monografía. II. Seminario para profesores de Suelos. IICA, Turrialba, marzo de 1969. 21 p. (mimeogr.).
- BARBERIS, L. y MIZUNO, I. *Composición mineral de nuestras principales forrajeras*. Agronomía 1 : 12-18. 1964.
- BEAR, F. et. al. *Potassium needs of New Jersey soils*. New Jer. Agric. Exp. Sta. Bull. 721. 1945.
- BECKER, M. *Análisis y valoración de piensos y forrajes*. Zaragoza, Acribia, 1961, 209 p.
- BONFILS, C. *Rasgos principales de los suelos pampeanos*. Instituto de Suelos y Agrotecnica. Publ. 97. Bs. Aires. 1966, 66 p.
- CULOT, J. y TUÑÓN, E. *Condiciones edáficas relacionadas con la hipomagnesemia del ganado en el sudoeste bonaerense*. In Congreso Argentino de la producción animal. Tomo II : 130-135. Actas. Bs. Aires, 1967.
- HARROD, M. y CALDWELL, T. *The magnesium manuring of sugar beet on light sandy soils of East Anglia*. In Minist. of Agric. Fish. and Food. Tech. Bull. 14 : 127-142. London, 1967.
- KEMP, A. *Netherlands J. Agric. Sci.*, 8, 281, 1960.
- KEMP, A. y T'HART, M. *Grass tetany in grazing cows*. Netherlands J. Agric. Sci. 5 : 1-18, 1957.
- LÓPEZ RITAS, J. *El diagnóstico de suelos y plantas*. Madrid, Mundi-Prensa, 1967. 267 p.
- MIACZINSKI, R. y TSCHAPPEK, M. *Los suelos de estepa de la región pampeana*. Rev. de Invest. Agropecuariae, serie 3, II, 1965.
- MIZUNO, I. *Estudio de los suelos de las plantaciones cítricas de la firma Liguori Hnos. en Ramallo*. Laboratorios Inagro. Bs. Aires, 1963. (inédito).
- MIZUNO, I. *Introducción a la interpretación de los resultados analíticos*. Inagro 1 (2) : 1-31, Bs. Aires, 1965.
- MIZUNO, I. y BARBERIS, L. *Magnesio en suelos y forrajes de la pradera pampeana*. Relato presentado al 1^{er} Congreso Argentino e Internacional del Magnesio. Bs. Aires, 1968.
- MULDEE, D. *Magnesium deficiency in fruit trees on sandy soils and clay soils in Holland*. Plant and soil 2 : 145-157. 1950.
- PRINCE, A., ZIMMERMAN, M. y BEAR, F. *The magnesium-supplying power of 20 New Jersey soils*. Soil Sci. 63 : 69-78.
- REITH, J. *The magnesium contents of soil and crops*. J. Sci. Food Agric. 14 : 417-426, 1963.
- YAMASAKI, T. et. al. Citado por EDWARDS, G. *An evaluation of crop response to magnesium in the West Midland 1952-1958*. Minist. of Agric. Fish. and Food Tech. Bull. 14 : 147-159. London, 1967.

Tipos agroclimáticos para el cultivo de la soja en la Argentina ¹

A. J. PASCALE ²

(Recibido : 19 de setiembre de 1970)

RESUMEN

El trabajo compara las condiciones agroclimáticas del cultivo de la soja en el mundo con las condiciones climáticas de la Argentina, tratando de encontrar una respuesta a la falta de desarrollo de su cultivo en el país. Se analiza la metodología a seguir para determinar los tipos agroclimáticos de un cultivo aplicando tales principios al de la soja. Se consideraron : *a*) tipo bioclimático de la especie ; *b*) clima de la región de origen de la especie ; *c*) agroclima de las regiones de cultivo de la especie ; *d*) agroclima de las regiones donde la experimentación ha demostrado la imposibilidad del cultivo de la especie ; y *e*) los índices agroclimáticos derivados de trabajos experimentales sobre requerimientos agroclimáticos de la especie. Del estudio se concluye que los requerimientos bioclimáticos que deben satisfacerse para que el cultivo pueda desarrollar y prosperar son : 1) exigencias fotoperiódicas ; 2) exigencias térmicas ; y 3) exigencias hídricas. Para el cultivo en secano de la soja se determinó que el límite es la isolínea de 100 milímetros de deficiencia de agua en el balance hidrológico durante el período vegetativo de la especie. Este período se consideró entre temperaturas medias del aire superiores a 15°C. Quedó delimitada así una región geográfica dentro de la cual la difusión del cultivo se hará según las disponibilidades térmicas zonales. Para zonificar térmicamente una región en su aptitud para la soja pueden utilizarse varios sistemas, de los cuales la suma de temperaturas y las « Unidades de Desarrollo de la Soja » de Brown, se consideraron los más importantes. El requerimiento térmico debe completarse con el fotoperiódico, determinándose así el tipo de precocidad varietal a sembrar. Aplicando los elementos bio y agroclimáticos estudiados en relación con las disponibilidades climáticas de la Argentina, se delimitan regiones de posible cultivo de la soja que corresponden a tipos agroclimáticos mundiales. Se considera por ello que, desde los puntos de vista bio y agroclimático, no existen razones para que el cultivo de la soja no prospere en el país.

SUMMARY

To answer for the insufficient expansion of soybean in Argentina this paper compares world agroclimatic conditions with those in that country. The methodology used to determine agroclimatic types for a crop as applied to soybean was analyzed and the following principles were considered : *a*) bioclimatic type of the species ; *b*) climate of the region of origin ; *c*) agroclimate of the crop areas ; *d*) agroclimate of the regions where experiments indicated impossibility of culture and *e*) agroclimatic indices from experimental work about agroclimatic requirements. It is concluded that the bioclimatic requirements of soybean are photoperiodic, thermal and hydrological. For dry farming culture, the limit is the 100 millimeter isoline of water deficiency

¹ Trabajo presentado en el 5º Congreso Internacional de Biometeorología llevado a cabo en Montreux (Suiza) entre el 31-VIII y 6-IX de 1969.

² Profesor titular de la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas del Departamento de Biología y Ecología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria.

in the water balance during the vegetative period, this being considered between mean air temperatures above 15°C. An area is thus limited within which the expansion of the crop follows the thermal availability of the area. The more important systems to thermally zonify an area for soybean are the summation of temperatures and the Brown's «Soybean Development Units». The thermal requirements must be complemented with the photoperiodic needs, both of them indicating the type of varietal precocity to be seeded. The bioclimatic and agroclimatic data studied and related to the climatic disponibilities of Argentina delineate areas of possible soybean culture corresponding to world agroclimatic types. From both, the bioclimatic and agroclimatic points of view, there are no reasons against its future expansion in Argentina.

INTRODUCCION

La producción de soja en la Argentina es muy reducida habiendo fluctuado la superficie sembrada anualmente entre 10.000 y 20.000 ha, que es muy pequeña frente al área de otros cultivos extensivos. Si bien se sembró desde principios de siglo, nunca tuvo un incremento tal que determinara su incorporación al conjunto de cultivos importantes del país. Esto resulta extraño al compararlo con el aumento anual del área sembrada en otros países americanos, por ejemplo EE. UU. y Brasil, y porque la soja hubiera representado un logro muy importante de materia prima y/o de divisas.

Las causas de este reducido interés no son fáciles de establecer, aunque "a priori" podrían atribuirse a la falta de suficientes estudios experimentales. La idea de que las condiciones ecológicas son inadecuadas para la soja debe desecharse, pues la Argentina es productora de maíz y ambos cultivos de exigencias bioclimáticas similares, son intercambiables en la rotación. La falta de interés por supuestas razones económicas tampoco es aceptable pues, tanto para utilización interna como para exportación, hubiera representado una importante fuente de ingresos.

Desde 1964 las Cátedras de Climatología y Fenología Agrícolas y de Cultivos Industriales de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, realizan investigaciones para evaluar las posibilidades del cultivo de la soja en la Argentina³.

El estudio consiste fundamentalmente en ensayos comparativos de rendimiento con más de 40 cultivares de soja, a través de distintas épocas de siembra en estaciones experimentales distribuidas en la amplia región agrícola del país.

³ La financiación de estos estudios es realizada conjuntamente por la Facultad y la Comisión Administradora del Fondo para la Promoción de la Tecnología Agropecuaria (CAFPTA).

La información fenológica y fenométrica obtenida en cinco campañas agrícolas permite adelantar posibilidades favorables para el cultivo de soja en la Argentina.

El presente estudio tiene por finalidad complementar los datos experimentales recogidos, realizando una comparación de los tipos agroclimáticos de regiones sojeras existentes en el mundo con las disponibilidades climáticas argentinas, con el objeto de establecer diferencias o semejanzas que puedan explicar las causas de la falta de difusión del cultivo en el país, o por el contrario, refuerzan las conclusiones favorables deducidas de los ensayos experimentales.

MATERIALES Y METODO

En este trabajo se relacionaron las exigencias bioclimáticas de la especie con la satisfacción de las mismas en los distintos climas de las regiones del mundo donde se cultiva soja. Los tipos agrometeorológicos resultantes se calcularon para la Argentina utilizando los elementos meteorológicos que determinan los climas regionales. De allí que el material usado corresponda a estadísticas climáticas mundiales (GREAT BRITAIN, 1958; U.S.A., 1959) y de la ARGENTINA, 1958, 1963 y 1969), que se computaron para los regímenes térmicos e hidrológicos, según la forma en que se consideró la influencia de los distintos elementos meteorológicos en el crecimiento o en el desarrollo de la soja. Se calcularon así: las sumas de temperaturas sobre el nivel de 15°C, las "unidades para el desarrollo de la soja", los balances hidrológicos durante el período vegetativo de la soja y el fotoperíodo del mes más caliente del año. Para el cálculo de evapotranspiración potencial y el balance hidrológico (capacidad máxima de retención de 300 mm) se siguieron las instrucciones de Thornthwaite (THORNTHWAITHE and MATHER, 1957).

Se contó, asimismo, con información estadística del cultivo de la especie en el mundo proveniente de distintas fuentes, especialmente de la del Soybean Digest (AMERICAN SOYBEAN ASSOCIATION 1964/1969).

La metodología se ajustó a las normas de BURGOS (1958) para la determinación de los tipos agroclimáticos de cultivos y que fueron utilizadas con éxito para papa simiente, datilero, cacaotero y trigo (BURGOS, 1960; BURGOS, REYES y AQUINO, 1965; PASCALE and DAMARIO, 1962). La serie ordenada de reglas del método usado es la siguiente:

- a) determinación del tipo bioclimático de la especie;
- b) valoración del clima de la región de origen de la especie;
- c) valoración del agroclima de las regiones de cultivo de la especie;
- d) valoración del agroclima de las regiones donde la experimentación ha demostrado la imposibilidad del cultivo de la especie;
- e) consideración de los índices agroclimáticos derivados de trabajos experimentales sobre requerimientos agroclimáticos de la especie.

RESULTADOS

La soja es una especie atermocíclica y afotocíclica, es decir, tiene tejidos activos a la temperatura y a la luz solamente en la termofase y en la fotofase positivas de las variaciones anuales de la temperatura y de la duración del día. Por lo tanto, cualquier análisis climático deberá hacerse con los elementos meteorológicos durante ese lapso, ya que en las fases negativas no tienen influencia sobre el cultivo.

Al estudiar el clima de los lugares de origen más probable de la especie, centro y norte de China, pudo comprobarse que las temperaturas y fotoperíodos de esa amplia región, si bien muy diferentes, podían encontrarse en determinadas zonas de la Argentina, pero sin definir con ello ninguna característica específica para el cultivo de la soja.

El análisis de las condiciones climáticas de las regiones donde se cultiva soja en el mundo, dio las bases para determinar los parámetros agroclimáticos que debían utilizarse.

El cuadro 1 permite observar la posición relativa de los principales países productores de soja del mundo. Se comprueba que EE. UU. con más de 16.000.000 de hectáreas cultivadas, representa aproximadamente el 73 % de la producción mundial

CUADRO 1. — Principales países productores de soja, año 1967 (AMERICAN SOYBEAN ASSOCIATION, 1969)

Países	Superficie cultivada ha	Rendimiento kg/ha	Producción	
			Toneladas	% del total mundial
EE. UU. N. A.....	16.094.000	1.648	26.564.000	72,9
China Continental.....	8.181.000	847	6.940.000	19,0
Brasil.....	530.000	1.284	679.000	1,9
U. R. S. S.....	855.000	646	550.000	1,5
Indonesia.....	661.000	733	484.000	1,3
Canadá.....	117.000	1.876	220.000	0,6
Corea del Sur.....	310.000	646	201.000	0,6
Japón.....	141.000	1.345	190.000	0,5
Méjico.....	60.000	2.018	121.000	0,3
Colombia.....	48.000	1.668	80.000	0,2
Argentina.....	17.000	1.184	20.000	0,05
Otros países.....				1,15
Total mundial estimado.....	27.646.000	1.318	36.456.000	100
Sudamérica.....	614.000	1.278	797.000	2,2

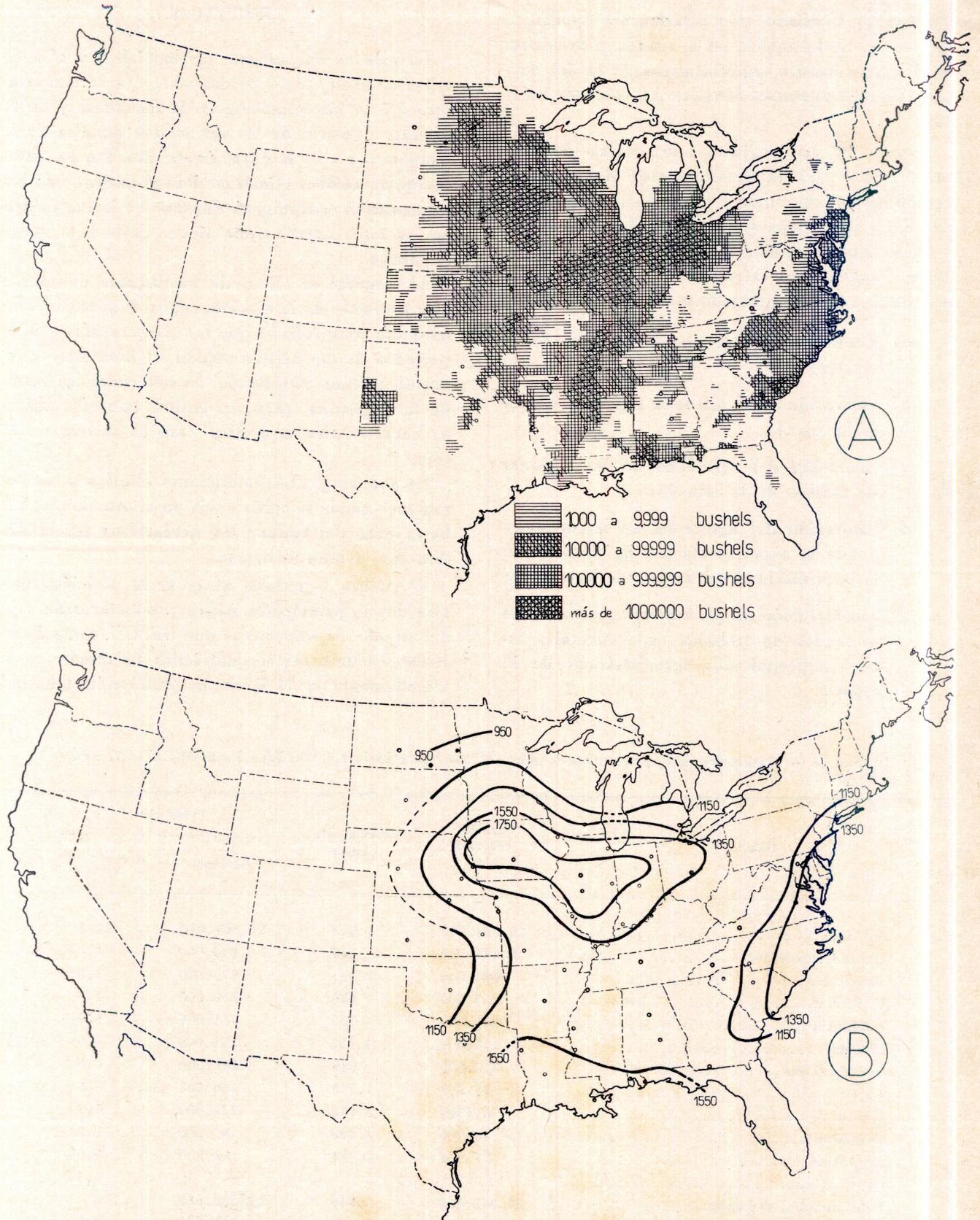


Fig. 1. — Región de cultivo en secano de la soja en EEUU, (A) Producción en 1961 por condados. (B) Rendimientos regionales en kg/ha, promedio 1959/63

y que junto con China continental dejan al resto del mundo sólo poco más del 8 % del total. Evidentemente, si en ambas regiones del mundo puede cosecharse tanta soja, debe concluirse que sus condiciones ecológicas son adecuadas y que un análisis de las mismas determinaría combinaciones climáticas que podrían o no encontrarse en la Argentina.

La información fenológica de Manchuria para relacionarla con la climática fue exigua, de allí que el análisis se limitó a la región sojera norteamericana de secano. Además, la diferencia de rendimiento medio por hectárea entre ambos países parecería indicar que la planta de soja se identificó con el clima de la región de cultivo de los EE. UU., pudiendo haberle sucedido lo mismo que a otras especies que, alejadas de su lugar de origen, se adaptaron plenamente a los nuevos lugares de implantación.

La figura 1 (A) muestra la densidad del cultivo en secano de soja en los EE. UU. comprobándose que todo el este norteamericano, limitado por una línea de N a S que pasa por ambas Dakotas, Nebraska, Kansas y Oklahoma, dejando a Texas a occidente, dispone de abundante producción. Los rendimientos regionales pueden apreciarse observando la figura 1 (B).

La tarea fue entonces relevar esa amplia región estudiando la intensidad, frecuencia y niveles de aquellos parámetros agrometeorológicos que tienen influencia en el cultivo de la soja.

Eso pudo completarse con el estudio climático de regiones mencionadas como inadecuadas para el cultivo y con el análisis de las condiciones meteorológicas que determinaron fracasos en algunos lugares de nuestros ensayos regionales.

Fue necesario entonces analizar los experimentos realizados para conocer las exigencias bioclimáticas en los tres requerimientos más importantes de cultivo, es decir, los térmicos, los hídricos y los fotoperiódicos.

1. Requerimientos térmicos

Para el estudio térmico se utilizaron trabajos norteamericanos sobre ecología de la soja (VAN SCHAİK and PROBST, 1958; BROWN, 1960) de los cuales puede deducirse que:

- a) a medida que las temperaturas diurnas y nocturnas aumentan, se requieren menos días para que la planta de soja alcance la etapa de floración;
- b) cuanto mayor es el fotoperíodo se necesitan más días para que la soja llegue a florecer;
- c) a iguales temperaturas medias diarias, el nictoperíodo para que la soja florezca es aproximadamente el mismo.

Puede inferirse entonces que la inversa del número de horas nocturnas es un índice de crecimiento de la soja hasta la floración, en función de las temperaturas crecientes y el fotoperíodo involucrado. Este índice, que BROWN (1960) denominó "unidades de desarrollo de la soja", (S.D.U.), se presenta en la figura 2. Se comprueba que extrapolando se llega a un desarrollo nulo a los 10° C, y que las temperaturas superiores a 30° C tienen un efecto deprimente sobre el crecimiento de la soja para alcanzar la floración.

BROWN y CHAPMAN (1960) comprobaron que la curva parabólica de la figura 2, derivada de estudios experimentales en cámaras climáticas, puede aplicarse en ensayos a campo como índice de la velocidad de crecimiento hasta el momento de plena fructificación y, ligeramente modificada, desde allí hasta la maduración. En definitiva, pueden aceptarse las S.D.U. de Brown como una jerarquización de las temperaturas medias diarias durante el ciclo vegetativo, y su acumulación durante ese lapso, utilizables, tanto para estudiar las exigencias bioclimáticas de cada cultivar como para comprobar la adaptación de los mismos al régimen térmico de un lugar.

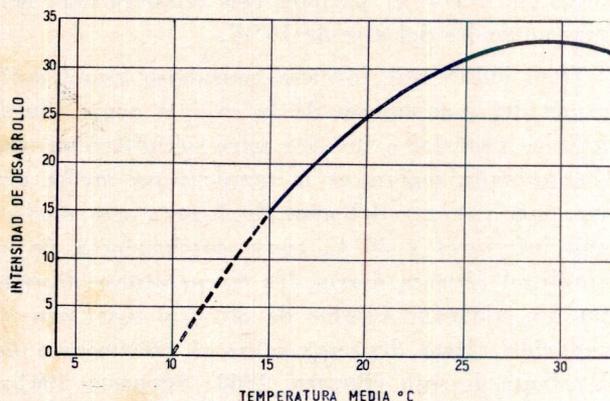


Fig. 2. — Relación promedio entre la temperatura y la velocidad de desarrollo de la soja

Según BROWN y CHAPMAN (1961) el período vegetativo de la soja puede considerarse que comienza cuando la temperatura del aire supera 15°C , por ser ésta la temperatura aproximada de siembra en la región de los Grandes Lagos. En los ensayos de siembras continuadas efectuadas en el campo experimental de la Facultad (lat. $34^{\circ} 35' \text{S}$; long. $58^{\circ} 29' \text{W}$; alt. 25 m) nunca se produjeron nacimientos en las parcelas antes que el aire alcanzara este nivel térmico (PASCALE, REMUSSI y MARZO, 1963). La finalización del período vegetativo de la soja se admite que ocurre con esa temperatura media y que en otoño, según las regiones, coincide aproximadamente con la ocurrencia de heladas tempranas con una probabilidad del 20 al 25 %.

Sobre la base de estas consideraciones, resulta aceptable sumar la S.D.U. entre temperaturas del aire superior a 15°C para indicar la necesidad bioclimática varietal o la aptitud agroclimática térmica regional para el cultivo de la soja.

Se intentó verificar si con un valor puramente climático, independiente de la necesidad bioclimática del cultivo, se podía establecer un índice para comparaciones agroclimáticas de similar confiabilidad a las S.D.U. Se utilizó entonces la suma de temperaturas superiores a los 15°C , método residual (temperaturas efectivas). La figura 3 muestra la relación existentes entre ambos índices, comprobándose una estrecha correlación ($r = 0,942$ y $r = 0,985$), pero que utilizada para localidades sudamericanas la inclinación de la línea es ligeramente diferente a cuando se la aplica al régimen térmico de localidades del Hemisferio Norte. Posiblemente esto se deba a la diferente tensión térmica diaria con que se inicia y finaliza en ambos hemisferios el período con temperaturas medias normales del aire de 15°C .

Otro índice que interesa considerar como indicador del crecimiento de la soja, o como límite térmico superior o inferior para su cultivo en una determinada región, es la temperatura media del mes más caliente del año. En lugares con medias aún inferiores a 30°C , como consecuencia de la amplitud térmica diaria, las temperaturas diurnas pueden alcanzar valores de 35°C o más, con el conocido efecto depresor sobre el crecimiento de la planta de soja (BROWN, 1960; SPOONER, 1961). Por el contrario, una temperatura media del mes más caliente de $18-19^{\circ}\text{C}$ parecería limitar el cre-

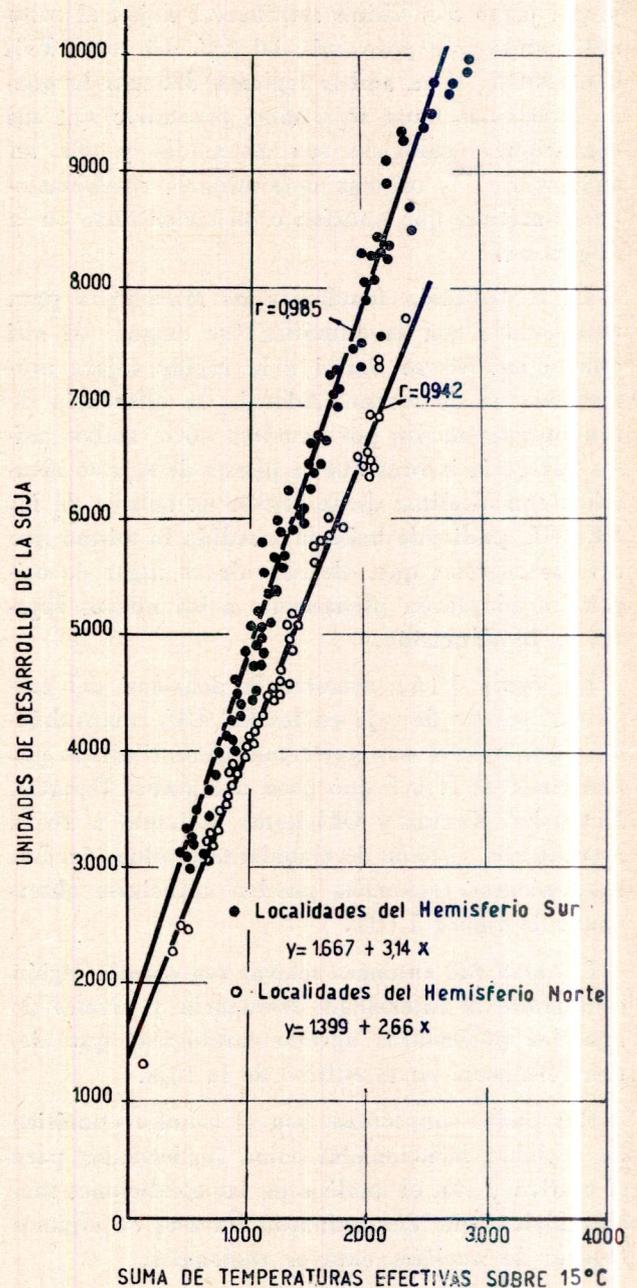


Fig. 3. — Correlación entre « Unidades de Desarrollo de la Soja » y suma de temperaturas sobre 15°C (método residual).

cimiento de la soja al mínimo compatible con un cultivo económico, ya que localidades con temperaturas similares y aproximadamente 3000°C de sumas térmicas (similar a 2.000 S.D.U.) se encuentran en el área productiva septentrional del cultivo en el hemisferio Norte. Las mejores zonas productoras de soja en el mundo tienen tem-

CUADRO 2. — Regiones térmicas. Suma de temperaturas durante el período vegetativo de la soja

Zonas	Índice climático	Unidades de desarrollo (Brown 1960) °C	Tipo de Agroclima
	Suma de temperaturas sobre 15°C (método residual) °C		
A	menor de 600	menos de 3000	muy frío
B	600-1200	3000-4500	templado frío
C	1200-1800	4500-6000	templado
D	1800-2400	6000-7500	templado cálido
E	mayor de 2400	más de 7500	cálido

peraturas medias del mes más caliente entre 23 y 25° C.

Analizados los índices térmicos que pueden aplicarse al cultivo de la soja, se adoptó la temperatura sobre 15° C, método residual, por tener una estrecha correlación con las unidades de desarrollo de la soja de Brown, cuyo ordenamiento en regiones térmicas se observa en el cuadro 2.

De los tipos agroclimáticos, el muy frío *A* señala las máximas limitaciones para el cultivo por insatisfacción de la exigencia térmica mínima; en los tipos cálidos *E* aunque el crecimiento podría reducirse por temperaturas elevadas, pueden obtenerse rendimientos de aceptables a muy buenos siempre que dispongan de agua en cantidad adecuada. En las zonas *B*, *C* y *D* deberán encontrarse los agroclimas térmicamente más adecuados.

La figura 4 (*A* y *B*) muestra las regiones térmicas del área sojera de secano, en EE. UU., según la disponibilidad de S.D.U. y suma de temperaturas efectivas, respectivamente.

2. Requerimientos hídricos

Para analizar el efecto hídrico sobre el cultivo de la soja se debió optar entre: *a*) tomar en cuenta las precipitaciones durante el ciclo vegetativo, o *b*) efectuar el balance hidrológico para conocer la humedad del suelo durante ese lapso, con los milímetros mensuales de deficiencia o exceso. Se optó por *b*) ya que permitió calcular la evapotranspiración potencial mensual y la reserva de agua en el suelo al llegar la temperatura a 15° C.

Esto es importante dado que la siembra debe efectuarse con buena humedad, pues el nacimiento de la soja es un período crítico para agua. Según POLETIKA (1952), durante el período vegetativo la soja requiere 300 milímetros de precipitaciones, pero para darle un valor real a las mismas, estudia las regiones sojeras del mundo por medio del índice hidrotérmico de Selyaninov, aunque entre temperaturas del aire superiores a 10° C, por lo cual los valores que obtuvo no son comparables con los del presente estudio.

El balance hidrológico mensual permite conocer las deficiencias totales de agua durante el período entre temperaturas de 15° C en que crece el cultivo. Quizá podría haberse calculado solamente las deficiencias en agua durante el subperíodo floración-fructificación, que es la otra etapa crítica de la soja para este factor, pero por falta de información fenológica completa se hubiera fracasado en el cálculo.

Los balances hidrológicos correspondientes a localidades de EE. UU., permitieron comprobar que la isolinia de 100 mm de deficiencia de agua en el período vegetativo coincide muy aceptablemente con el límite occidental del área sojera de secano (fig. 5, A). Se adoptó entonces, tal valor, para separar las zonas que pueden sembrarse en secano de las que necesariamente requieren irrigación.

Asimismo, puede considerarse que a menores deficiencias, deberán corresponder mejores rendimientos por mayor disponibilidad de agua (evapo-

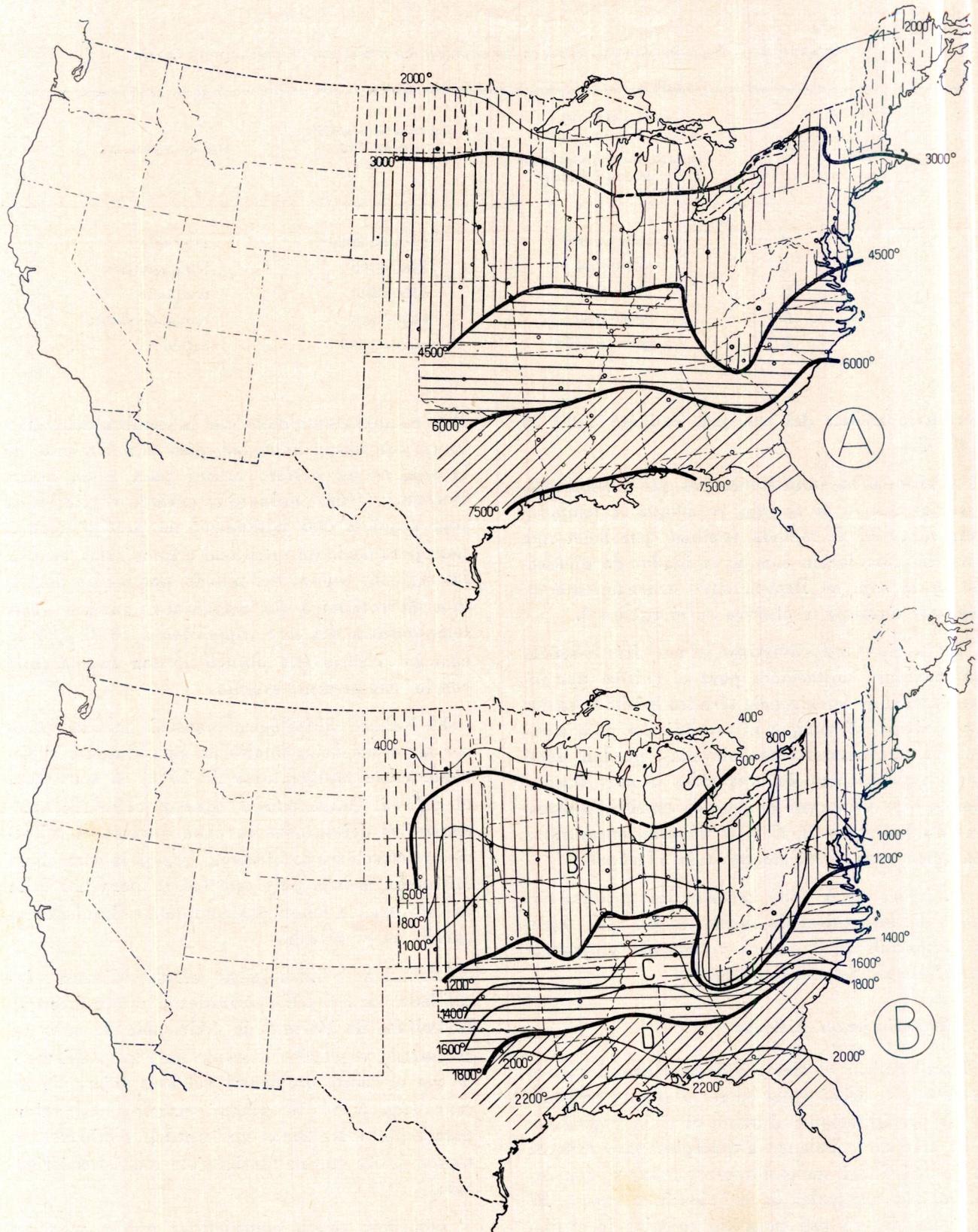


Fig. 4. — Regiones térmicas para el cultivo de la soja en EEUU, teniendo en cuenta (A) « Unidades de Desarrollo de la Soja », y (B) suma de temperaturas sobre 15°C (método residual)

transpiración real: ER) para satisfacer la necesidad indicada por la evapotranspiración potencial (EP), es decir, $\frac{E R}{E P} \times 100$ se acerca al valor 100 a medida que la deficiencia se reduce. Tal relación se cumple en EE. UU., ya que la región de mayores rendimientos (fig. 1, B) tiene en valores medios menos de 33 mm de deficiencia durante el período vegetativo entre temperaturas de 15° C.

Los excesos de agua indicados por el balance para el período vegetativo podrán modificar el rendimiento final en forma variable. Cuando ocurren acompañados de valores altos de evapotranspiración potencial y de buen drenaje para evitar estancamientos de agua, seguramente se obtendrán altos rendimientos, como sucede en la región sojera de Brasil (Estados de Río Grande do Sul y Paraná). En condiciones opuestas, que no eliminan el exceso de agua y consiguiente falta de ventilación del suelo, los rendimientos disminuirán (SPOONER, 1961). En el año 1968 los ensayos en la provincia de Tucumán mostraron ese efecto negativo del exceso de agua.

Un exceso de humedad antes de la cosecha puede ser también perjudicial, especialmente cuando las temperaturas son superiores a 15° C, pues las plantas continúan vegetando, no se produce la defoliación, la semilla no termina de madurar y se favorecen las enfermedades.

En el cuadro 3 se han indicado las jerarquías de humedad que definen las diferentes zonas agroclimáticas para el cultivo de la soja.

CUADRO 3. — Regiones hídricas. Humedad durante el período vegetativo de la soja

Zonas	Indice climático	
	Deficiencia de agua en el balance hidrológico durante el período del año con temperaturas del aire sobre 15°C	Tipo de Agroclima
A'	más de 100	muy seco
B'	99 a 66	seco
C'	65 a 33	sub-húmedo seco
D'	32 a 0	sub-húmedo húmedo
E'	con exceso de agua	húmedo

Los agroclimas A' deberán disponer necesariamente de agua para riego a fin de satisfacer las exigencias de la soja, en tanto que los E' según lo mencionado, serán agroclimas de distinta aptitud de acuerdo con el complejo ecológico presente. En los agroclimas sub-húmedo húmedos D' se encuentran las zonas de mejores rendimientos en el área sojera no irrigada de los EE. UU. La cantidad creciente de deficiencia en los C' y B' determinan regiones necesitadas de riego suplementario para obtener rendimientos económicos.

3. Requerimientos fotoperiódicos

Aunque la característica de la especie es ser planta de "día corto", la gran cantidad de cultivares existentes reaccionan al fotoperíodo de una manera tan diversa, que pueden encontrarse desde los indiferentes a la duración del día hasta los que no llegan a florecer si no disponen de un nivel fotoperiódico mínimo.

Un fotoperíodo mayor de 16 horas inhibe la floración y fructificación de las sojas actualmente en cultivo, pero cuando la duración del día durante el mes del solsticio de verano es ligeramente inferior a ese valor límite, hay cultivares que completar su desarrollo, por lo cual debe considerárselos como indiferentes al fotoperíodo (NORMAN, 1963). Estas sojas se siembran en el límite septentrional de cultivo en el Hemisferio Norte (Canadá, norte de EE. UU., Rusia) y poseen, además, un requerimiento calórico muy bajo que les permite completar su ciclo en los agroclimas térmicos A.

A medida que las variedades requieren días más cortos para florecer, tanto más tardías se hacen en las regiones donde el fotoperíodo en el mes más cálido es mayor que su umbral desarrollo. Por eso, en latitudes bajas los cultivares sembrados son los que pueden satisfacer mejor sus crecientes necesidades de días cortos. Además, cuanto más exigente en fotoperíodo corto es un cultivar de soja, tanto más exigente es en sumas térmicas para completar el ciclo. Las tolerancias o exigencias fotoperiódicas y las necesidades térmicas de la soja son, por lo tanto, requerimientos bioclimáticos de magnitudes opuestas.

Sin embargo, no es posible predecir la reacción de un cultivar de soja en un lugar, puesto que en latitudes similares es dable encontrar disponibilidades térmicas diferentes, lo cual hace imprescindibles

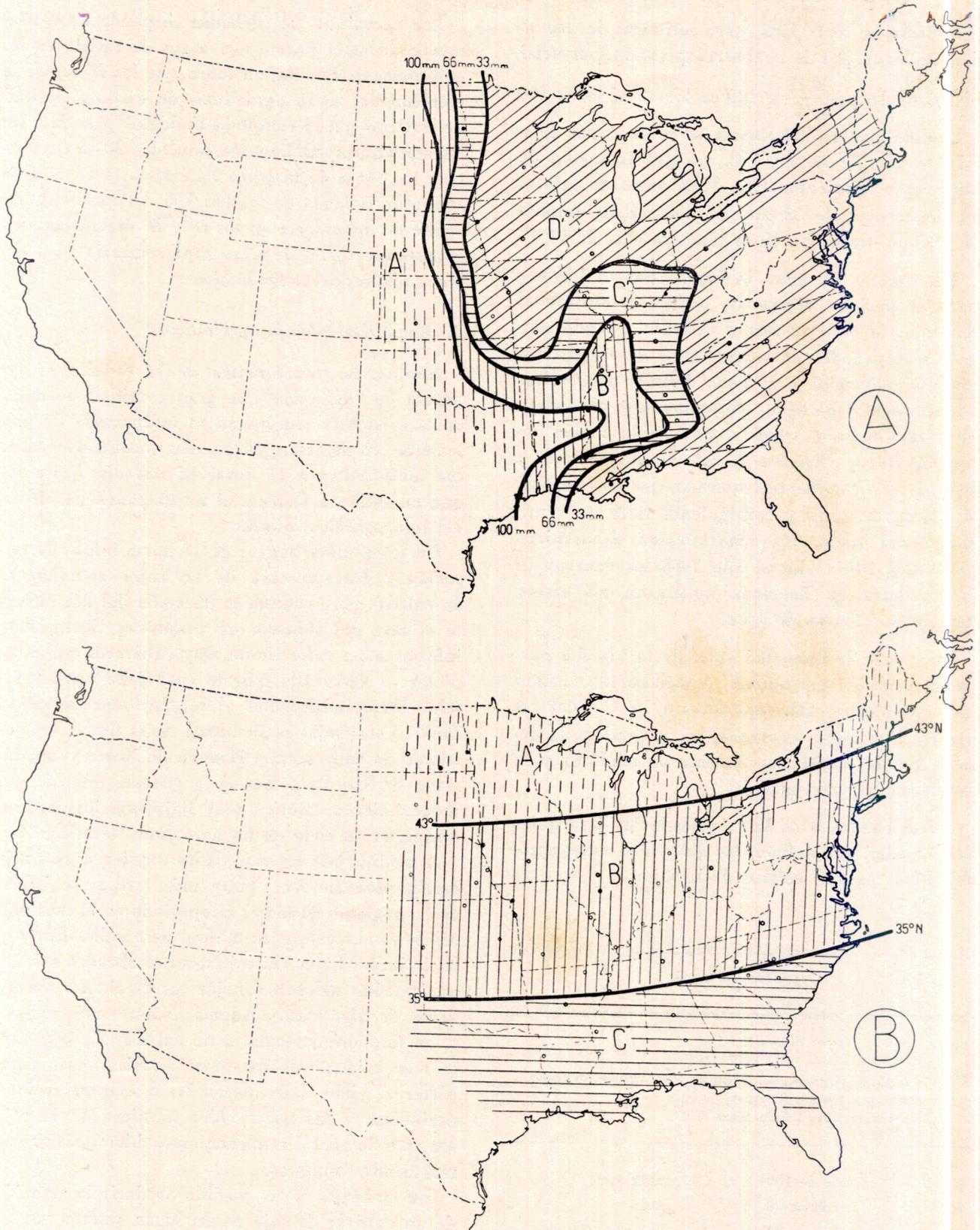


Fig. 5. — (A) Regiones hídricas para el cultivo de la soja en EEUU, según la disponibilidad de agua durante el período vegetativo (milímetros de deficiencias en el balance hidrológico). (B) Regiones fotoperiódicas para el cultivo de la soja según el fotoperíodo (crepúsculo incluidos) del día más largo del año.

CUADRO 4. — Regiones fotoperiódicas. Fotoperíodo en el mes más caliente del año

Zonas	Índice climático	Área latitudinal de cultivo	Precocidad varietal	Tipo de agroclima
	Duración del día en el solsticio de verano (crepúsculos incluidos). Horas y min.			
A''	más de 16 h 30'	más de 43°	precoces	Fotoperíodo muy largo
B''	15h 30' a 16h 30'	35° a 43°	precoces semi-precoces	Fotoperíodo largo
C''	14h 30' a 15h 30'	25° a 35°	semi-precoces semi-tardías tardías	Fotoperíodo mediano
D''	13h 30' a 14h 30'	10° a 25°	semi-tardías tardías	Fotoperíodo corto
E''	menos de 13h 30'	entre 10° N y S	tardías	Fotoperíodo muy corto

dible la realización de ensayos regionales con distintas variedades, para saber el comportamiento bioclimático y el agroclimático, en el que también influye el factor hídrico.

Los resultados de estos ensayos permiten elaborar mapas de distribución de variedades que los EE. UU. publican anualmente aconsejándose los cultivares de mejor comportamiento regional (AMERICAN SOYBEAN ASSOCIATION, 1964/69).

De acuerdo con la duración del ciclo vegetativo, consecuencia de sus requerimientos fotoperiódicos y térmicos, los distintos cultivares de soja se han reunido en diez grupos de precocidad decreciente, escala de 00 a VIII, siendo las sojas del grupo 00 de ciclo muy corto y las del VIII de ciclo muy largo. En cada lugar, la satisfacción de las necesidades bioclimáticas de un cultivar, cualquiera sea su grupo, no se refleja en comportamientos fenológicos tan diferentes. Así, en ensayos efectuados en Buenos Aires con 35 cultivares de todos los grupos de maduración norteamericanos, sólo se determinaron cuatro comportamientos: precoces, semiprecoces, semitardíos y tardíos (PASCALE, REMUSI y MARZO, 1963).

El cuadro 4 presenta las regiones agroclimáticas de acuerdo con la reacción al fotoperíodo.

Esta zonación con sus correspondientes tipos

agroclimáticos, debe considerarse como una división muy general para la gran diversidad de cultivares de soja con reacciones tan variables a la duración del día. En el amplio rango latitudinal de cada zona tienen cabida variedades de distinto tipo de maduración, de acuerdo con la escala norteamericana, especialmente por la interacción del fotoperíodo con el régimen térmico regional. Además, cuando el período del año con temperaturas superiores a 15° C es largo, en las zonas C'', D'' y E'' puede variarse la época de siembra utilizando cultivares con exigencias bioclimáticas distintas. Por lo tanto, es más adecuado en esta clasificación considerar a las variedades en tipos generales de precocidad, tal como se indica en el cuadro 4 y donde cada uno de los cuales incluye varios grupos de la escala norteamericana. A las zonas A'', B'', C'', D'' y E'' corresponden en términos generales, variedades de ciclo vegetativo muy corto, corto, intermedio, largo y muy largo, respectivamente.

La figura 5, B muestra las zonas fotoperiódicas de EE. UU. en las que se siembran todos los tipos de precocidad ya que los cultivares de ciclo más largo se los encuentra hacia el límite sur de la zona C'', debido a un largo período de temperaturas favorables.

DISCUSION

La metodología utilizada permitió determinar los tipos agroclimáticos de soja existentes en los EE. UU. (fig. 8 A). Como el propósito del trabajo fue establecer en qué proporciones están representados los agroclimas de soja en la Argentina con relación a las disponibilidades climáticas del país, las figuras 6 (A y B) y 7 (A y B) muestran la distribución regional de los índices climáticos que definen las relaciones bioclimáticas del cultivo para nuestro país.

Pudo establecerse así que no existen limitaciones térmicas que impidan a la especie satisfacer sus necesidades bioclimáticas pues aún al sur del paralelo de 38°, en la Patagonia, existen zonas con más de 300° de sumas térmicas superiores a 15° C, donde con períodos vegetativos con más de 100 días y con riego, podrían prosperar cultivos de soja.

El análisis de las figuras 6 B y 7 A permiten deducir que la limitación del cultivo de soja en seco en la Argentina la indica la disponibilidad de agua durante el período vegetativo y no la falta de temperaturas estivales. En efecto, la isolinéa de 100 milímetros de deficiencias, limita la región de cultivo posible a dos subregiones, una relativamente amplia hacia el oriente del país y otra, reducida, en el extremo noroeste. La isolinéa adicional de 200 mm de deficiencias, muestra la magnitud de la falta de agua durante los meses de verano en gran parte del territorio argentino.

a) *Subregión oriental*

Debe señalarse que las disponibilidades térmicas del norte de esta subregión son mayores que en las zonas más calientes norteamericanas de cultivo. Influye en esto la característica oceanidad del Hemisferio Sur que determina un suave pasaje de primavera a verano y de otoño a invierno, con mayor acumulación de sumas térmicas superiores a 15° C, especialmente en la parte norte del país, en el cual durante todo el año la temperatura se encuentra, en valores medios, sobre ese nivel. Por lo tanto, la época de siembra de esta subregión no está indicada por el comienzo de la temperatura del aire de 15° C, sino por la disponibilidad de agua para la siembra o por la interacción de las sumas térmicas con el fotoperíodo.

Hacia el sur la limitación es por falta de agua,

pues la isolinéa de 100 mm pasa por el sur de la provincia de Buenos Aires (38° de latitud), zona que sin embargo, tiene más de 600° de sumas térmicas.

En esta subregión oriental, el gradiente de humedad disminuye de NE a SW, pudiendo considerarse como continuación de la región sojera brasileña, con disminución de la aptitud regional para el cultivo en el sentido indicado por el aumento creciente de las deficiencias de agua.

Desde el norte hasta el sur se pueden sembrar desde las variedades de ciclo largo hasta las de ciclo corto, de acuerdo con los tipos agroclimáticos existentes a través de la dilatada franja latitudinal que abarca. Desde el centro de la región pampeana hacia el sur, habrá que elegir tipos varietales que completen su ciclo en forma definida para fines de verano, pues con ciclo largo la maduración coincidiría con el otoño normalmente húmedo y con temperaturas favorables para el crecimiento, condiciones estas inadecuadas en la etapa final del cultivo.

b) *Subregión noroeste*

El régimen monzónico de precipitaciones generado por los vientos húmedos que durante el verano producen lluvias orográficas en esta región (región fitogeográfica de la Selva Tucumano-Oranense), permite el cultivo en el NW del país de una serie de especies, entre las cuales, la soja puede tener un futuro promisor.

Esta subregión es una estrecha franja de N a S, que comienza a oriente cuando los milímetros de deficiencias durante el período estival se reducen a 100 mm y concluye hacia occidente por insatisfacción calórica debido a la altura. El gradiente de disminución de la temperatura de E a W es muy grande y en pocos kilómetros se pasa de 2400° a 1200° de sumas térmicas y de 500-600 mm a más de 1000 mm de precipitación (de 100 mm a menos de 33 mm de deficiencias). Esto hace que deban ajustarse adecuadamente los límites de aptitudes agroecológicas zonales y utilizar cultivares de soja bioclimáticamente definidos para cada disponibilidad climática.

El momento de iniciación del cultivo en esta subregión deberá coincidir con suficiente disponibilidad de agua en el suelo para la siembra, que ocurre normalmente en primavera avanzada, con-



Fig. 6. — Regiones térmicas para el cultivo de la soja en la Argentina, según (A) «Unidades de Desarrollo de la Soja», y (B) suma de temperaturas sobre 15°C (método residual)

cluyendo el ciclo vegetativo de la soja con el principio del período seco que comienza en otoño. Esta característica determina que la cosecha sea de excelente calidad.

Al estudiar las figura 8 (A y B), pudo comprobarse que los tipos agroclimáticos resultantes para Argentina y EE.UU. determinan las características diferenciales de las regiones sojeras en ambos

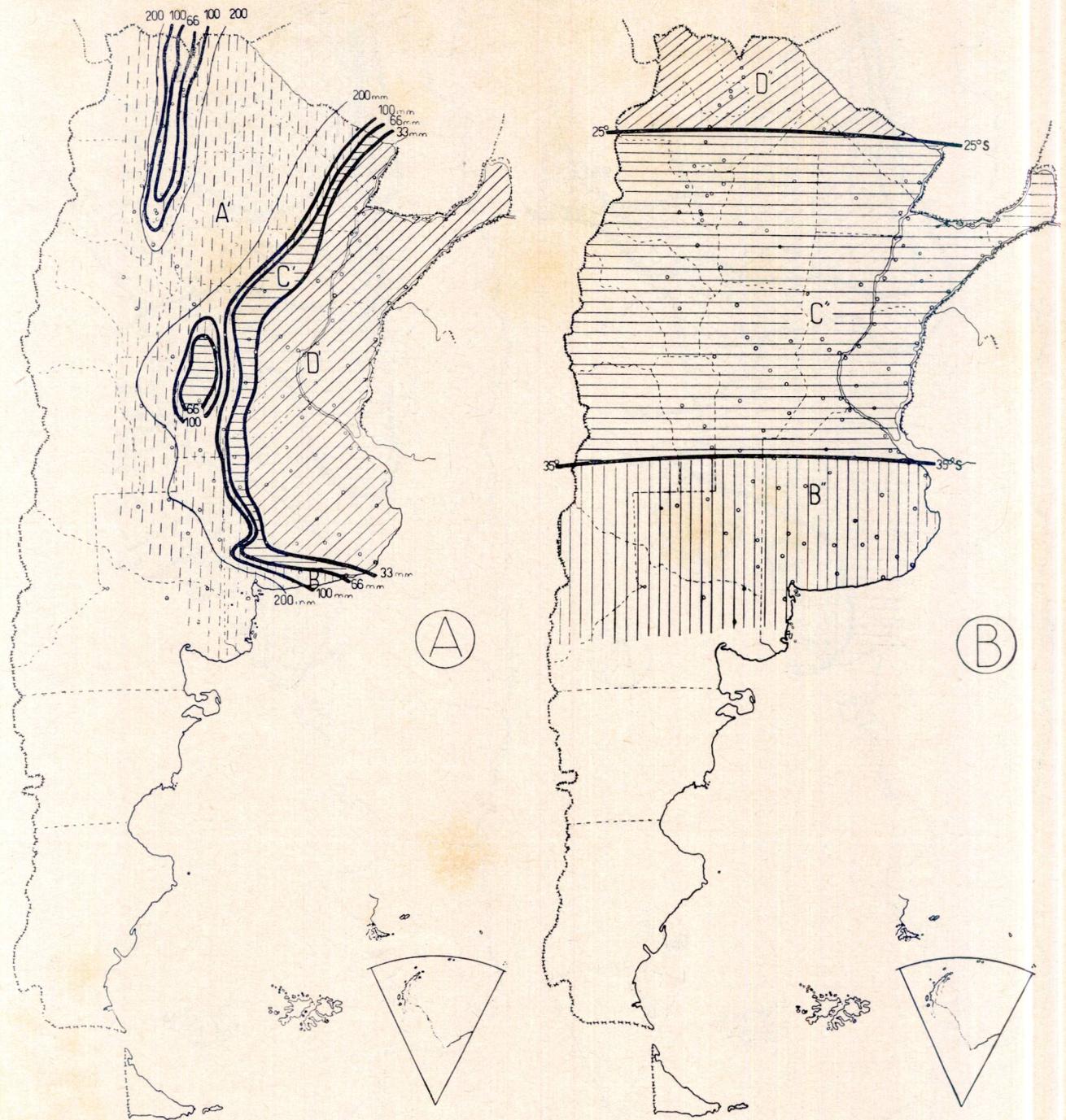


Fig. 7. — (A) Regiones hídricas para el cultivo de la soja en la Argentina según la disponibilidad de agua, durante el período vegetativo (milímetros de deficiencias en el balance hidrológico). (B) Regiones fotoperiódicas para el cultivo de la soja en la Argentina, según el fotoperíodo (crepúsculos incluidos) del día más largo del año.

países. La comparación permitió utilizar con criterio bioclimático el material biológico existente en una región actual de cultivo para otra potencial; esta es la etapa previa a los trabajos fito-

genéticos que conducirán a la obtención de cultivares de soja que se adapten al nuevo complejo ambiental.

Las zonas térmicas *B*, *C* y *D* son las dominantes

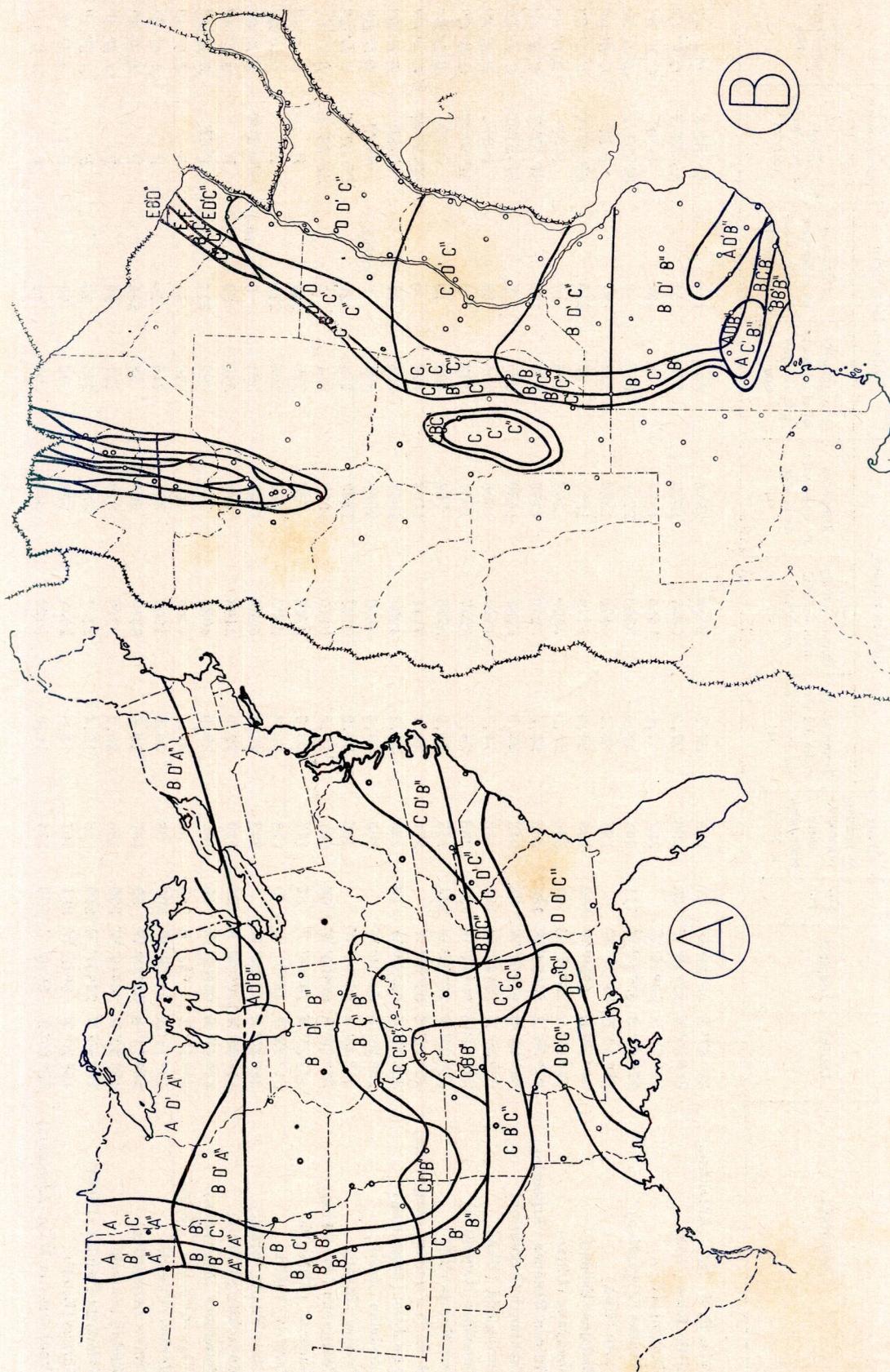


Fig. 8. — (A) Tipos agroclimáticos para el cultivo de la soja en EEUU. (B) Tipos agroclimáticos para el cultivo de soja en la Argentina

CUADRO 5. — *Índices agroclimáticos que definen diferentes tipos agroclimáticos de soja en el mundo*

Localidad	Latitud	Longitud	Alt. m.	Días de período vegetativo entre temp. sup. a 15° C	Régimen térmico			Régimen hidrológico		Régimen fofotérmico	Tipo agroclimático
					Temperatura media del mes más caliente °C	Suma de temp. sup. a 15° C (residual) °C	Unidades de desarrollo de la soja °C	Precipitación en el trimestre más caliente mm	Milímetros de deficiencia durante el período vegetativo		
Pcia. R. S. Peña (Argentina)	26° 47' S	60° 28' W	90	365	27,9	9566	2510	338	125	SP-ST-T	E' A' C''
Little Rock (USA)	34° 45' N	92° 16' W	109	208	27,2	5857	1653	276	51	SP-ST-T	C' C' C''
Memphis (USA)	35° 05' N	90° 10' W	203	203	27,1	5805	1594	256	80	P-SP	C' B' B''
Posadas (Argentina)	27° 23' S	55° 54' W	111	365	26,5	9303	2281	366	8	SP-ST-T	D' D' D''
Cairo (USA)	36° 50' N	89° 10' W	183	183	26,4	4570	1386	252	81	P-SP	C' B' B''
Badajoz (España)	34° 54' N	6° 58' W	183	195	25,8	5146	1301	32	315	SP-ST-T	C' A' C''
Shenyang (China)	41° 48' N	123° 23' E	43	136	25,2	3529	878	408	10	P-SP	B' D' B''
Huinea Renanco (Argentina)	34° 50' S	64° 22' W	181	206	25,0	5262	1238	259	142	SP-ST-T	C' A' C''
Esperanza (Argentina)	31° 26' S	60° 56' W	38	242	25,0	6081	1436	335	5	SP-ST-T	C' D' C''
Springfield (USA)	39° 50' N	89° 40' W	194	158	24,7	4992	1006	255	36	P-SP	B' B' B''
Tucumán (Argentina)	26° 48' S	65° 12' W	481	269	24,7	7257	1651	473	2	SP-ST-T	C' D' C''
Des Moines (USA)	41° 35' N	93° 37' W	244	145	24,2	3716	768	300	19	P-SP	B' D' B''
R. de la Frontera (Argentina)	25° 48' S	64° 59' W	76	278	24,1	7141	1703	428	0	SP-ST-T	C' D' C''
9 de Julio (Argentina)	35° 27' S	60° 53' W	76	198	24,1	4901	1071	254	21	P-SP	B' D' B''
Londrina (Brasil)	23° 23' S	51° 10' W	365	365	23,9	9052	2006	591	0 (exces.)	ST-T	D' E' D''
Pelotas (Brasil)	31° 45' S	52° 21' W	286	286	23,9	6147	1329	274	27	SP-ST-T	C' D' C''
Pergamino (Argentina)	33° 56' S	60° 33' W	66	207	23,8	5175	1098	311	5	SP-ST-T	B' D' C''
Bucarest (Rumania)	44° 25' N	26° 06' E	82	147	23,3	3769	758	200	144	P	B' A' A''
Saratov (URSS)	51° 23' N	46° 03' E	60	118	22,8	2933	601	109	210	P	B' A' A''
Passo Fundo (Brasil)	28° 20' S	52° 35' W	242	242	22,1	5569	1095	391	0 (exces.)	SP-ST-T	B' E' C''
Mutankiang (China)	44° 35' N	129° 36' E	24	100	22,0	2408	498	310	33	P	A' C' A''
Patagones (Argentina)	44° 47' S	63° 01' W	40	175	22,0	4026	760	90	311	P-SP	B' A' A''
Blagoveshensk (URSS)	50° 15' N	127° 31' E	142	95	21,7	2289	450	310	54	P	A' C' A''
Morden (Canadá)	49° 11' N	98° 06' W	300	96	20,8	2259	366	215	56	P	A' C' A''
Trelew (Argentina)	43° 14' S	65° 18' W	39	151	20,6	3315	521	38	383	P	A' A' A''
Guelph (Canadá)	43° 32' N	80° 15' W	330	105	20,2	2325	376	231	22	P	A' D' A''
Kamenets-Podolsk (URSS)	48° 40' N	26° 34' E	249	113	19,4	2351	353	225	23	P	A' D' A''
Burgos (España)	42° 20' N	3° 42' W	861	101	18,9	2038	268	92	78	P	A' B' C''
Frankfurt Am Main (Alemania)	50° 07' N	8° 40' E	102	114	18,6	2224	278	201	54	P	A' C' C''

¹ P = precoz ; SP = semiprecoz ; ST = semitardío ; T = tardío.

en ambos países, pero mientras la *A* es una región relativamente amplia en EE. UU., en la Argentina es una pequeña área en el sur de la provincia de Buenos Aires. En cambio, la zona *E*, existente en la Argentina no se encuentra en los EE. UU. Estas diferencias no son importantes ya que para cada zona pueden utilizarse cultivares que satisfagan sus exigencias térmicas de acuerdo con las disponibilidades ambientales.

Cuando se considera la disponibilidad de agua para el crecimiento durante el período vegetativo, el tipo agroclimático *D'* ocupa una superficie muy extensa en el territorio norteamericano, determinante de la gran aptitud sojera de la región oriental estadounidense. En cambio, la superficie homóloga argentina es más reducida debido a la aridez que caracteriza gran parte del territorio. Con relación a los tipos varietales de soja, no existe dificultad en la Argentina para sembrar desde los más tardíos al norte hasta los más precoces al sur.

La región noroeste del país merece una mención especial. Allí, en superficie reducida, debido a los gradientes térmico e hidrológico, se concentran igual cantidad de tipos agroclimáticos que en la subregión oriental. Por ello, cuando se efectúe la planificación regional del cultivo de soja en esta subregión, los límites zonales de cada tipo agroclimático deberán trazarse muy cuidadosamente, para lograr un correcto ajuste entre las disponibilidades mesoclimáticas y las necesidades bioclimáticas de los cultivares a utilizar.

Finalmente, en el cuadro 5 se encuentran agrupadas localidades mundiales sojeras actuales, o potenciales en las que se han efectuado experimentos de implantación. En el mismo se hallan lugares que representan zonas límites para el cultivo de soja desde los puntos de vista térmicos e/o hídricos, así como otros, donde los elementos bioclimáticos corresponden a los valores óptimos determinados en este estudio.

CONCLUSIONES

Los tipos agroclimáticos del cultivo de soja en el mundo y especialmente en los EE. UU., valorados en función de la aptitud regional, permiten efectuar consideraciones para la zonificación de la región argentina potencialmente cultivable con soja en secano.

Se puede concluir que no existen razones agroclimáticas que impidan la expansión de áreas de cultivo de soja en la Argentina, pues:

1. En el territorio argentino se encuentran todas las regiones térmicas que forman los tipos agroclimáticos mundiales.

2. Mediante la utilización del límite hídrico para el cultivo, o sea la isolínea de 100 mm de deficiencias en el balance hidrológico durante el ciclo vegetativo, la superficie cultivable con soja en secano en la Argentina, queda limitada a dos subregiones:

- a) subregión oriental: continuación del área sojera brasileña. Abarca las provincias de Misiones, Corrientes, Entre Ríos, casi toda Santa Fe y Buenos Aires y partes de las de Formosa y Córdoba; aproximadamente 700.000 km²;
- b) subregión noroccidental: estrecha franja en el extremo NW del país. Incluye parte de las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán; aproximadamente 50.000 km².

Dentro de ambas subregiones la aptitud agroclimática favorable aumenta con la disminución de la deficiencia, no existiendo zonas, que en valores medios, tengan excesos de agua en el período vegetativo de la soja.

3. Dentro de los límites determinados, en las zonas resultantes podrán utilizarse cultivares ya existentes y de probada aptitud que satisfarán sus exigencias fotoperiódicas y térmicas.

La comparación agroclimática realizada confirma las conclusiones favorables que se están obteniendo en los ensayos experimentales para una mayor difusión de la soja en la Argentina. Dentro de la superficie potencialmente apta, estimada en unos 750.000 km², podrán localizarse áreas que satisfagan otras exigencias de la especie, además de las climáticas, para que el país cuente en el futuro a este cultivo entre los más convenientes económicamente.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Héctor G. Aramburu por las oportunas sugerencias efectuadas para la redacción del texto del trabajo y por la traducción al inglés para su presentación en el 5º Congreso Internacional de Biometeorología.

BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN SOYBEAN ASSOCIATION. *Soybean Digest*. Blue Book Issue. Hudson, Iowa, 1964/69.
- ARGENTINA. SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. *Estadísticas climatológicas. 1941-50*. Publicación B₁, N° 3, Buenos Aires, 1958, 161 p.
- *Estadísticas climatológicas. 1951-60*. Publicación B₁, N° 6, Buenos Aires, 1963, 156 p.
- *Normales climatológicas 1931-1960*. No publicado. 1960.
- BROWN, D. M. *Soybean Ecology I. Development-Temperature Relationships from Controlled Environment Studies*. Agronomy Journal, 52 : 493-496. 1960.
- BROWN, D. M. and CHAPMAN, L. J. *Soybean Ecology II. Development-Temperature Moisture Relationships from Field Studies*. Agronomy Journal, 52 : 496-499. 1960.
- *Soybean Ecology III. Soybean Units for Zones and Varieties in the Great Lakes Region*. Agronomy Journal, 52 : 306-308. 1961.
- BURGOS, J. J. *Agroclimatic Classifications and Representations CAGM II*. Doc. 18/24 IX 1958. Item. 10. World Meteorological Organization. Commission for Agricultural Meteorology. Second Session, Warsaw. 1958.
- *Clasificaciones Agroclimáticas*, Informe final. (Conferencia N° 5) Seminario inter-regional en agrometeorología, Organización Meteorológica Mundial, Maracay, Venezuela, 1960.
- BURGOS, J. J., REYES, H. y AQUINO, O. *Tipos agroclimáticos munitiales del cacaoero*. Agronomía Tropical, Maracay, 15 (1-4) : 169-212. 1965.
- GREAT BRITAIN. METEOROLOGICAL OFFICE. *Tables of Temperature, Relative Humidity and Precipitation for the World*. Part. 1/VI. London. 1958.
- NORMAN, A. G. *The Soybean*. New York, Academic Press, 1963. 239 p.
- PASCALE, A. J. and DAMARIO, E. A. *Agroclimatic Wheat Crop Types in the World*. Proceeding 2nd. Int. Biocl. Congr. : 591-606. London, Pergamon Press, 1962.
- PASCALE, A. J., REMUSSI, C. y MARZO, L. *Reacción de distintas variedades de soja a los factores bioclimáticos de Buenos Aires*. Rev. Fac. de Agr. y Vet. Buenos Aires, 15 (3) : 29-54. 1963.
- POLETIKA, W. VON. *Vergleichende Klimaökologie der Sojaanbaugebiete Euasiens und Nordamerikas unter besonderer Berücksichtigung der deutschen Verhältnisse*. Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der USu Zones. Bad Kissingen. Knoch, Heft. 42 : 406-414. 1952.
- PUERTA ROMERO, J. et. al. *Ensayos de siembras escalonadas en el cultivo de la soja*. Anales Inst. Nac. Invest. Agron. Madrid, 10 (4) : 527-642. 1961.
- THORNTHWALTE, C. W. and MATHER, J. R. *Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and the Water Balance*. Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology, Centerton, New Jersey, 10 (3) : 185-311, 1957.
- U. S. WEATHER BUREAU. *World Weather Records. 1941-50*. Washington D. C., 1959. 1361 p.
- VAN SCHAIK, P. H. and PROBST, A. H. *Effects of Some Environmental Factors on Flower Production and Reproductive Efficiency in Soybean*. Agronomy Journal. 50 : 192-197. 1958.

Aptitud agroclimática de la provincia del Chaco para el cultivo de trigo

A. J. PASCALE Y E. A. DAMARIO ¹

(Recibido : 5 de setiembre de 1969)

RESUMEN

Utilizando el método de correlación simple, parcial y múltiple entre los rendimientos del trigo en la provincia del Chaco y los factores agroclimáticos que pueden modificarlos, se determinó la aptitud agroclimática triguera regional. Los factores agroclimáticos que influyen significativamente son la temperatura invernal y el balance de agua en el período de espigazón, que al integrarlos en una función de regresión posibilitaron la estimación de una serie histórica de rendimientos. Los resultados obtenidos señalan un rendimiento medio de 1138,5 kg por hectárea cosechada con un coeficiente de variabilidad de 36,7 % valores ligeramente más favorables en comparación con las áreas septentrionales de la región triguera tradicional argentina. Se efectúan indicaciones para aumentar la seguridad y cantidad de cosecha sobre la base de las relaciones bioclimáticas y agroclimáticas deducidas.

SUMMARY

Using simple, partial and multiple correlation method between the wheat yields in the Chaco province and the agroclimatic important factors which can modify them, the regional agroclimatic aptitude was determined. The statistical significant agroclimatic factors were the winter temperature and the water balance during the earing subperiod, which when integrated a regression function, they let to build up a yield historical series. The results obtained point out an average yield of 1138.5 kilogram per harvested hectare with a coefficient of variability of 36.7 %. These values are slightly more favorable than those of the septentrional areas of the Argentine traditional wheat region. Indications to increase the security and the quantity of yields are given on the basis of the deduced bioclimatic and agroclimatic relationships.

INTRODUCCION

La provincia del Chaco ha experimentado en los últimos años una acentuada transformación agrícola basada principalmente en la necesidad de

reemplazar y diversificar su tradicional monocultivo algodonero. Como surge de las cifras del cuadro 1, sorgo granífero, girasol y trigo han incrementado notablemente su área cultural. Llama especialmente la atención que una especie invernal como el trigo haya despertado tanto interés entre los agricultores de una región que no dispone de condiciones bioclimáticas adecuadas para su cultivo (PAPADAKIS, 1951).

¹ Profesor titular y Profesor Asociado de la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas del Departamento de Biología y Ecología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, respectivamente.

CUADRO 1. — Disminución del área sembrada con algodón en el Chaco y aumento de algunos cultivos en su reemplazo (ZENI, 1968)

Cultivo	Hectáreas sembradas		Diferencias en + o en -
	1960-61	1967-68	
Algodón	460.000	194.000	-266.500
Girasol	6.400	102.000	+ 95.600
Sorgo granífero	17.200	126.000	+109.400
Trigo	—	59.700	+ 59.700

La expansión del área triguera se funda probablemente en que siendo un cultivo de ciclo complementario al algodónero, permitiría utilizar totalmente el suelo, produciendo una entrada extra a la economía del productor. La difusión también se habrá visto favorecida por los rendimientos elevados de algunos de los últimos años. De cualquier forma, las cifras del cuadro 2 muestran que de una superficie cultivada de sólo alrededor de 2.000 ha en 1961, se pasa en forma acelerada hasta las 59.700 de la campaña 1967/68 con la distribución geográfica indicada en la fig. 1.

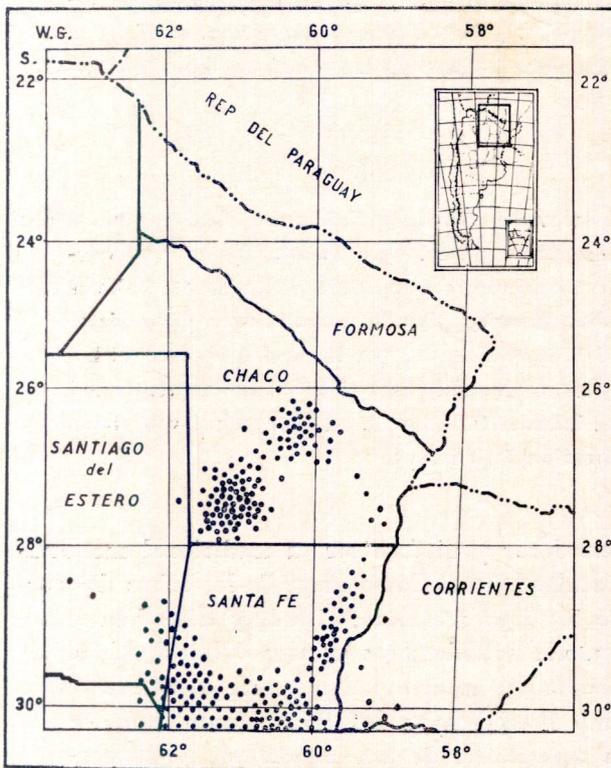


Fig. 1. — Distribución del cultivo en el área septentrional triguera en la campaña agrícola 1967/68 (1 punto = 500 ha)

Esta prolongación del área triguera tradicional argentina, exige un análisis para determinar la verdadera aptitud agroclimática de esta zona chaqueña, orientar sobre las variedades más convenientes desde el punto de vista bioclimático y estimar los posibles rendimientos medios en consideración con la variabilidad climática regional. Tal es el motivo del presente trabajo.

MATERIALES Y METODO

A) Datos

a) Estadística de cultivo.

Se utilizó la información anual de la Dirección Nacional de Economía y Sociología Rural de la Secretaría de Agricultura y Ganadería referente a superficies sembrada, cultivada y rendimientos del Chaco a partir de la campaña 1941/42 (Cuadro 2).

CUADRO 2. — Estadística del cultivo de trigo en la provincia del Chaco durante los últimos años

Período	Superficie			Rendim. por ha kg	Producción toneladas
	Cultivada	Perdida	Cosechada		
1960/61	—	—	—	—	—
1961/62	2.000	700	1.300	900	1.170
1962/63	1.500	—	1.500	1.067	1.600
1963/64	4.210	760	3.450	942	3.251
1964/65	5.491	171	5.320	1.828	9.723
1965/66	11.870	5.860	6.010	782	4.698
1966/67	15.200	4.260	10.940	1.508	16.500
1967/68	59.700	1.700	58.000	1.259	73.000

Dentro de esta serie fueron seleccionados los años con superficie cultivada mayor de 400 hectáreas; este criterio permitió reunir diez años útiles para el análisis, agregando a los indicados en el cuadro, los correspondientes a las campañas 1941/42, 1942/43 y 1948/49.

Los estudios agroclimáticos basados en estadísticas de cultivo, pueden conducir a apreciaciones erróneas o dudosas, tal como lo señalan BALTADORI (1961) y BOURKE (1962). Algunas de tales imprecisiones se derivan de la misma calidad y representatividad de las estadísticas, o de la información

que sirvió para prepararla. Otras deficiencias resultan de factores varios, como pérdidas por causa de enfermedades y plagas, falta oportuna de maquinaria, transporte, etc., difíciles o imposibles de cuantificar aunque siempre presentes para enmascarar la influencia de los factores biometeorológicos que hacen fundamentalmente al desarrollo del cultivo. En el caso que analizamos, debe agregarse el hecho de constituir el trigo un cultivo nuevo en la región, con las ventajas y desventajas que esto supone. Todas estas consideraciones deben ser tenidas en cuenta al cotejar los valores registrados en el Chaco con los de otras zonas trigueras tradicionales.

Por último, la urgencia en producir este análisis antes de que el cultivo alcance mayores proporciones obligó a trabajar con una serie de solamente diez años, de por sí exigua para conclusiones estadísticas definitivas. Por ello, los resultados que se deducen en el trabajo son comparados con los obtenidos de series más extensas en otras regiones.

b) Información meteorológica.

Atendiendo a la difusión del trigo en el Chaco, se convino utilizar la información provista por las estaciones meteorológicas de Villa Angela ($27^{\circ} 34'S$; $60^{\circ} 44' WG$; 74 m s.n.m.) y Pcia. Roque Sáenz Peña ($27^{\circ} 49'S$; $60^{\circ} 27' W$; 92 m s.n.m.).

La primera es más representativa de las condiciones ambientales bajo las que se desarrollaron los trigales chaqueños, pero en el último bienio el cultivo tendió a expandirse hacia el centro de la provincia.

Por tal motivo, hasta la campaña 1964/65 se usaron para el análisis solamente los valores meteorológicos de Villa Angela, y para los años posteriores, el promedio de los de ambas estaciones meteorológicas, ponderado en función de la superficie cultivada en los departamentos centrados alrededor de cada una de ellas. Todos los datos fueron suministrados por el Departamento de Climatología del Servicio Meteorológico Nacional. Los referentes a balance hidrológico, fueron computados siguiendo el método propuesto por THORNTHWAITE y MATHER (1957) considerando una capacidad edáfica de retención de 300 mm de agua hasta el metro de profundidad.

c) Información fenológica.

Para estudiar la reacción bioclimática local de los diversos cultivares de trigo actualmente utilizados, es menester disponer de observaciones fenológicas provenientes de ensayos en diferentes épocas de siembra.

Por tratarse de un cultivo nuevo, la información fenológica triguera del Chaco es escasa. Las estaciones experimentales agropecuarias recién comienzan a encarar ensayos de este cereal, por lo que sólo pudieron disponerse para este estudio de los datos fenológicos de pruebas comparativas de rendimiento realizadas en las estaciones experimentales agropecuarias de Las Breñas (1964/65 y 1967/68) y de Pcia. Roque S. Peña (1967/68), para la Red de Ensayos erritoriales¹.

B) Método de trabajo

Previa comparación de la significación estadística entre los rendimientos del Chaco para los diez años seleccionados y los simultáneos correspondientes a algunos Departamentos de la provincia de Santa Fe (Las Colonias, Castellanos y San Cristóbal) y Córdoba (San Justo), sobre el límite septentrional de la zona triguera tradicional argentina, se trató de relacionar los mismos con los elementos biometeorológicos de mayor acción sobre el trigo. Para ello se utilizó el método de la correlación simple y parcial, que permitió seleccionar los de mayor significación, que se integraron posteriormente en una correlación múltiple.

La ecuación de regresión derivada permitió estimar retrospectivamente una serie de 27 años de rendimientos en el Chaco, con la cual se pudieron hacer comparaciones e inferir sobre la aptitud triguera. Todo el tratamiento estadístico se efectuó siguiendo la metodología indicada por PEARSON y BENNETT (1942).

RESULTADOS Y DISCUSION

El rendimiento medio del Chaco calculado sobre superficie cosechada, según se indicó, para los

¹ Estos datos fueron proporcionados gentilmente por el Ing. Agr. Rómulo A. De Barbieri de la División Red oficial de Ensayos Territoriales de La Dirección Producción de Granos y Forrajes de la Secretaría de Agricultura y Ganadería a quien se agradece la colaboración.

CUADRO 3. — Comparación estadística del rendimiento de trigo en el Chaco y cuatro partidos septentrionales de la región cerealera. Valores en kg por hectárea cosechada aproximados a 10 kg

	Las Colonias	Castellanos	San Cristóbal	San Justo	Chaco
1941/42	860	960	750	930	800
1942/43	1600	1570	1260	1500	1400
1948/49	750	470	500	600	890
1961/62	950	960	700	970	900
1962/63	900	1660	930	1410	1070
1963/64	850	810	750	900	940
1964/65	1510	1900	1250	1700	1830
1965/66	500	500	480	650	780
1966/67	1000	950	870	910	1510
1967/68	900	1300	900	850	1260
Promedio	976,0	1108,0	839,0	1042,0	1138,0
±	335,3	473,5	266,3	368,1	350,4
CV %	34,4	42,7	31,7	35,3	30,8

	Correlación « r »	Diferencia media « t »	Significancia
Rendimientos del Chaco versus	Las Colonias	+ 0,81 × ×	r... { P/0,05=0,63 P/0,01=0,76
	Castellanos	+ 0,69 ×	
	San Cristóbal	+ 0,69 ×	t... { P/0,05=1,83 P/0,01=2,83
	San Justo	+ 0,70 ×	

diez años seleccionados, resultó superior al de los cuatro departamentos de comparación como surge de las cifras del Cuadro 3. La diferencia a favor del Chaco, de un 9 % en promedio, se muestra muy significativa frente a San Cristóbal y significativa frente a Las Colonias. Además, la serie chaqueña acusa una menor variabilidad para estos diez años analizados. Para los departamentos de comparación, con excepción de San Justo, se comprobó la inexistencia de significación estadística entre el rendimiento medio de la serie de diez años seleccionados y el obtenido a partir de los veintisiete años del período 1941/67, lo que permite asignar a la primera suficiente representatividad.

Cabe analizar entonces, cuáles razones determinan mayores rendimientos en una región que, aparentemente, carece de características climáticas favorables para una especie invernal como el trigo. Primariamente, no debe atribuirse el efecto a los cultivares sembrados, pues siendo en su totalidad

provenientes y originarios de la región pampeana, es de suponer que necesariamente debieron adaptarse al nuevo ambiente antes que mostrar mejor reacción que en sus lugares de origen. Clima y suelo deben explicar satisfactoriamente las diferencias señaladas; el primero, estableciendo posibilidades de acuerdo con el cumplimiento de las exigencias bioclimáticas de la especie y provocando las fluctuaciones anuales de cada lugar de cultivo; el segundo, contribuyendo a fijar la cantidad y calidad del producto, en función también de las variaciones meteorológicas.

Las disponibilidades climáticas de un determinado lugar para el cultivo de trigo, pueden analizarse a través del comportamiento fenológico *in situ* de los distintos cultivares de la especie. Bioclimáticamente, la especie trigo puede ser clasificada como paratermocíclica y parafotocíclica (BURGOS, 1952), esto es, exigiendo una variación térmica y fotoperiódica definida durante su ciclo.

Atendiendo a los requerimientos termo y fotope-

CUADRO 4. - Algunos valores agroclimáticos de la región chaqueña dedicada al cultivo del trigo (período 1941-1967)

		Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Temperatura media °C	V. Angela	17,1	14,4	14,3	16,3	18,5	21,2	23,9
	S. Peña	18,0	15,3	15,0	17,2	19,3	22,2	24,3
Temperatura máxima media °C	V. Angela	24,7	21,6	22,0	25,6	27,5	29,5	32,2
	S. Peña	25,6	22,4	22,2	25,0	27,1	29,3	31,7
Temperatura mínima media °C	V. Angela	12,3	9,2	8,0	9,4	12,0	14,7	16,9
	S. Peña	12,9	10,1	9,0	10,6	12,8	15,5	17,5
Fotoperíodo medio hs. y min.	27° latitud	11h35'	11h18'	11h27'	11h57'	12h42'	13h32'	14h16'
Evapotranspiración potencial media mm	V. Angela	47	31	31	44	58	102	121
	S. Peña	48	30	31	46	62	99	122
Precipitación media mm	V. Angela	50	26	23	17	55	97	107
	S. Peña	45	33	21	18	40	97	119
<i>Balance hidrológico :</i>								
Deficiencia de agua media mm	V. Angela	5	4	5	11	4	9	12
	S. Peña	4	4	6	11	8	17	12
Exceso de agua media mm	V. Angela	7	3	1	0	0	8	7
	S. Peña	0	3	0	2	0	6	6

riódicos para el desarrollo, los trigos argentinos fueron divididos en cuatro grupos (PASCALE y DAMARIO, 1954 y 1961) :

- I: Cultivares de mínima exigencia en frío para desarrollar y marcada indiferencia al fotoperíodo para espigar.
- II: Cultivares casi sin exigencia en baja temperaturas pero con elevado umbral fotoperiódico para espigar.
- III: Iguales características de exigencia fotoperiódica para espigar que el grupo II pero con algo de exigencia en frío.
- IV: Trigos exigentes en bajas temperaturas que requieren fotoperíodos relativamente cortos para espigar.

Con este criterio, los valores fenológicos obtenidos en las estaciones experimentales agrícolas de Las Breñas y Pcia. Roque Sáenz Peña, se promediaron por grupos para las distintas épocas de siembra, obteniéndose los valores indicados en la figura 2. Las razones del comportamiento fenológico de los cuatro grupos pueden encontrarse al cotejar sus exigencias particulares con las disponibilidades agroclimáticas regionales, alguno de cuyos elementos más importantes se consignan en el cuadro 4.

Así los cultivares del grupo I indiferentes a la duración del día y casi sin exigencia en vernalización, favorecidos por las condiciones de temperaturas diarias elevadas, espigaron con anticipación. Sembrados a mediados o fines de mayo, alcanzaron a satisfacer el poco frío que necesitan y espigaron desde fines de agosto a septiembre, en coincidencia con el período casi sin deficiencias de

agua. Los cultivares del grupo IV, también normalmente precoces cuando pueden satisfacer la vernalización que exigen, atrasaron su espigazón en el Chaco como consecuencia del invierno insuficientemente frío, aunque espigaron con cierta anticipación a los de los grupos II y III, los cuales tienen como modalidad bioclimática común la exigencia en fotoperíodo más largos para expresar su espigazón. Estos atrasos del desarrollo en los trigos de los grupos II, III y IV los expone a sufrir las deficiencias crecientes de agua en octubre y especialmente el efecto de las temperaturas demasiado elevadas para el normal proceso de maduración.

Ciertas circunstancias pueden alterar estos comportamientos. Por ejemplo, los trigos de menor exigencia fotoperiódica dentro de los integrantes de los grupos II y III (por ej.: Buck Manantial y El Gaucho F. A., PASCALE, 1969) rindieron satisfactoriamente con siembras tempranas pues la espigazón coincidió con el mes de septiembre, el más favorable para ese subperíodo del cultivo en el Chaco (deficiencias entre 4 y 8 mm). También la natural variación anual de los elementos climáticos puede modificar la fenología y, consecuentemente, los rendimientos respectivos; así un año con termofase negativa intensa, favorecerá altos rendimientos en siembras tempranas de cultivares del grupo IV.

Si bien el período fenológico estudiado es sólo de dos años, los valores de rendimientos medios para cada grupo y época de siembra, indicados también en la figura 2, confirman cuantitativamente

el comportamiento bioclimático señalado. Resulta evidente la mejor adecuación de los cultivares del grupo I y la disminución de rendimiento que produce, en todos los grupos, el atraso de las siembras.

Para explicar las fluctuaciones anuales de los rendimientos trigueros en el Chaco, es necesario correlacionarlos con las de aquellos elementos meteorológicos de mayor influencia sobre el crecimiento y desarrollo vegetal: temperatura y disponibilidad de agua.

Por ser paratermocíclico, el trigo presenta exigencias en ambas termofases anuales: en la negativa su dosis de vernalización, en la positiva los niveles térmicos suficientemente elevados para llevar las espigas hasta la maduración de los granos. A este respecto, el Chaco presenta la doble anomalía de su invierno poco frío y primavera con vientos secos y calurosos, condiciones adversas a las que DE FINA (1952), atribuye la inexistencia del cultivo en la provincia. La sequía atmosférica que produce la segunda de estas condiciones, resulta sobremanera perjudicial durante la maduración de los granos o cuando, ocurriendo durante las etapas de crecimiento y espigazón coincide con deficiencia de agua edáfica. Críticamente, la quincena previa a la espigazón ubica la etapa de máxima exigencia en agua para el trigo.

Para evidenciar la acción de estos factores meteorológicos principales, los rendimientos del Chaco en los diez años seleccionados fueron correlacionados con diversos valores térmicos e hidrológicos del período de cultivo a saber:

Temperatura

- Media de junio, julio y agosto (a)
- Media de los dos meses más fríos entre mayo, junio, julio y agosto (b)
- Media del mes más frío entre junio, julio y agosto (d)
- Mínima media de junio, julio y agosto (e)
- Mínima media de los dos meses más fríos entre mayo, junio, julio y agosto (g)
- Mínima media de los meses junio y julio (h)
- Mínima media del mes más frío entre mayo, junio, julio y agosto (t)
- Media de setiembre (i)
- Media de octubre (j)
- Máxima media de setiembre (k)
- Máxima media de octubre (l)

Humedad

- Deficiencias en agua del mes de mayo (m)
- Σ deficiencias en agua de los meses junio, julio y agosto (n)
- Σ deficiencias en agua de los meses junio, julio, agosto y setiembre (\bar{n})
- Deficiencia en agua del mes de agosto (p)
- Σ deficiencias en agua de los meses de agosto y setiembre (q)
- Deficiencia en agua del mes de setiembre (z)
- Deficiencia en agua del mes de octubre (u)
- Precipitación del mes de octubre (w)
- Σ evapotranspiración real de los meses de mayo, junio, julio, agosto y setiembre (v)

En el cuadro 5 se indican los coeficientes de correlación lineal simples. La importancia del enfriamiento para el desarrollo del trigo queda marcada por las correlaciones negativas significativas entre rendimiento calculado sobre superficie sembrada y temperaturas de los meses invernales. Las mismas correlaciones, pero considerando rendimiento sobre superficie cosechada, dieron coeficientes que, aunque elevados, no alcanzaron significación estadística. Esta diferencia se explica porque en años desfavorables, sólo se cosechan los mejores lotes y no se tiene en cuenta los rendimientos bajos o nulos de la superficie perdida.

En el aspecto hidrológico, los coeficientes de correlación simple señalaron que este factor no influye significativamente en los rendimientos; solamente la deficiencia del mes de siembra (mayo) y el exceso de lluvia en el mes de maduración

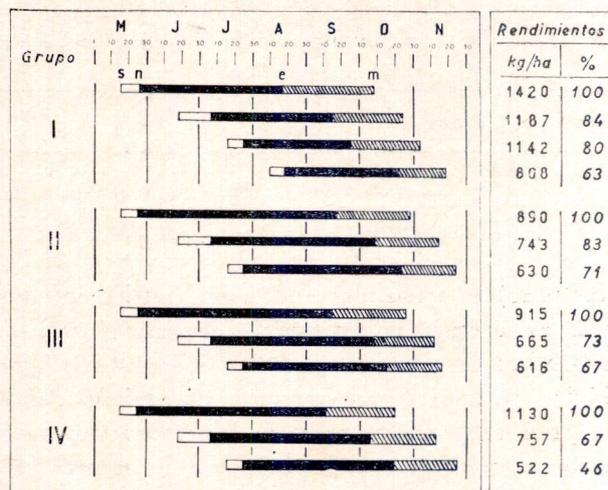


Fig. 2. — Promedios fenológicos y de rendimientos de trigos sembrados en diferentes épocas en las Estaciones Experimentales Agropecuarias de Las Breñas y Pcia. R. Sáenz Peña, agrupados de acuerdo con sus exigencias bioclimáticas (s = siembra; n = nacimiento; e = espigazón; m = maduración).

CUADRO 5. — Coeficientes de correlación simple, parcial de orden uno y múltiple, entre rendimiento de trigo en la provincia del Chaco y diferentes elementos de acción agroclimática. (Coeficientes sin corregir por términos de la serie)

Sobre superficie cosechada (y)			Sobre superficie sembrada (y')		
Simple	Parcial	Múltiple	Simple	Parcial	Múltiple
$r_{ya} = -0,472$			$r_{y'a} = -0,599$		
$r_{yb} = -0,465$			$r_{y'b} = -0,729 \times$		
$r_{yd} = -0,372$			$r_{y'd} = -0,711 \times$		
$r_{ye} = -0,519$			$r_{y'e} = -0,682 \times$		
$r_{yg} = -0,528$			$r_{y'g} = -0,684 \times$		
$r_{yh} = -0,458$			$r_{y'h} = -0,650$		
$r_{yt} = -0,584$	$r_{yt.z} = -0,808 \times \times$	$R_{y.tz} = 0,818 \times$	$r_{y't} = -0,720 \times$	$r_{y't.z} = -0,829 \times \times$	$R_{y'.tz} = 0,829 \times$
$r_{yi} = +0,344$			$r_{y'i} = +0,508$		
$r_{yj} = -0,337$	$r_{y'j.t} = -0,070$	$R_{y.jt} = 0,587$	$r_{y'j} = -0,340$	$r_{y'j.t} = -0,026$	$R_{y'.tj} = 0,720$
$r_{yk} = +0,066$			$r_{y'k} = +0,226$		
$r_{yl} = -0,446$			$r_{y'l} = -0,350$		
$r_{ym} = +0,333$	$r_{y'm.t} = +0,081$	$R_{y.tm} = 0,588$	$r_{y'm} = +0,429$	$r_{y'm.t} = +0,310$	$R_{y'.tm} = 0,715$
$r_{yn} = -0,090$	$r_{y'n.t} = -0,224$	$R_{y.tn} = 0,612$	$r_{y'n} = -0,134$	$r_{y'n.t} = -0,026$	$R_{y'.tn} = 0,720$
$r_{yñ} = -0,168$			$r_{y'ñ} = -0,104$		
$r_{yp} = -0,046$	$r_{y'p.t} = -0,127$		$r_{y'p} = -0,105$	$r_{y'p.t} = -0,100$	
$r_{yq} = -0,148$	$r_{y'q.t} = -0,386$		$r_{y'q} = -0,050$	$r_{y'q.t} = -0,379$	
$r_{yz} = -0,209$	$r_{y'z.t} = -0,705 \times$		$r_{y'z} = -0,0015$	$r_{y'z.t} = -0,591$	
$r_{yu} = +0,267$	$r_{y'u.t} = +0,051$		$r_{y'u} = +0,243$	$r_{y'u.t} = +0,232$	
$r_{yw} = -0,237$	$r_{y'w.t} = -0,008$	$R_{y.tw} = 0,585$	$r_{y'w} = -0,479$	$r_{y'w.t} = -0,306$	$R_{y'.wt} = 0,750$
$r_{yv} = -0,118$	$r_{y'v.t} = -0,215$	$R_{y.tv} = 0,610$	$r_{y'v} = -0,229$	$r_{y'v.t} = -0,173$	$R_{y'.vt} = 0,730$

× Significativo al nivel de 0,05; × × Significativo al nivel de 0,01.

CUADRO 6. — Coeficientes de correlación corregidos por número de términos de la serie

Simple	Parcial	Múltiple	Múltiple conjunta
$r_{yt} = -0,509$	$r_{yt.z} = -0,726 \times$	$R_{y.tz} = 0,758 \times$	$\rho_{y.tz(tz)} = 0,939 \times \times$
$r_{yt} = -0,677 \times$	$r_{y't.z} = -0,750 \times$	$R_{y'.tz} = 0,773 \times$	$\rho_{y'.tz(tz)} = 0,955 \times \times$

(octubre) estarían marcando una posible influencia. En cambio la deficiencia durante el mes de setiembre (z) que, de acuerdo con el análisis fenológico anterior, correspondería al período donde se produce la mayor parte de las espigazones marcando el período crítico para agua, no mostró ningún tipo de influencia sobre el rendimiento.

Esto último y el conocimiento de la dependencia existente entre los elementos meteorológicos analizados, llevaron a calcular las correlaciones parciales posibles, para tratar de independizar cada una de las relaciones halladas, de la probable influencia de los otros elementos considerados. Para ello, se eligió el elemento que señaló los coeficientes de correlación simple más elevados tanto sobre el área sembrada como sobre el área cosechada. Esta elección recayó en t , la temperatura mínima media más baja de cualquiera de los 4 meses de mayo, junio, julio y agosto.

Se calcularon entonces las correlaciones parciales de los otros elementos manteniendo constante

el efecto de t . Fue así como surgió nítida la acción negativa de la falta de agua en septiembre cuando se la independiza del efecto de la temperatura invernal, alcanzando entonces la significación ($r_{yz.t} = -0,705$) para superficie cosechada, y casi significación ($r_{y'z.t} = -0,591$) para superficie sembrada. Estos dos elementos produjeron, como es lógico, las correlaciones múltiples más elevadas, como queda indicado también en el cuadro.

Para reducir la extensión del análisis se decidió continuar el estudio considerando solamente las relaciones entre t y z y los rendimientos. Previamente, los coeficientes se recalcularon para corregirlos según la extensión de la serie, de acuerdo con el método propuesto por PEARSON and BENNETT (1942). Los resultados se indican en el cuadro 6.

Puede apreciarse cómo las correlaciones parciales y múltiples corregidas se mantienen por sobre el nivel de significación estadística.

CUADRO 7. — Ecuaciones de regresión lineal y errores típicos resultantes para la serie de 10 años de rendimientos seleccionados

	Rendimiento observado		t °C	z mm	Rendimiento calculado	
	kg/ha cosechada	kg/ha sembrada			kg/ha cosechada	kg/ha sembrada
1941/42	800	540	9,0	3	887	593
1942/43	1.400	1.400	5,6	3	1.628	1.550
1948/49	890	800	6,8	23	854	791
1961/62	900	580	9,5	0	829	474
1962/63	1.070	1.070	4,1	29	1.065	1.062
1963/64	970	640	9,2	0	897	563
1964/65	1.970	1.950	5,1	0	1.830	1.779
1965/66	780	400	9,4	0	852	503
1966/67	1.530	1.120	6,7	1	1.440	1.292
1967/68	1.290	1.260	6,9	4	1.319	1.163

$y = 2989,878 - 227,47 t - 47,23 z + 3,17 (tz)$	$S_y \pm = 102,9 \text{ kg}$
$y' = 3292,647 - 296,74 t - 56,09 z + 5,15 (tz)$	$S_{y'} \pm = 110,2 \text{ kg}$

CUADRO 8. — Estimación de una serie de rendimientos de trigo en la provincia del Chaco utilizando las fórmulas de regresión desarrolladas en este análisis agroclimático y comparación con las reales del área más septentrional de la región triguera argentina. (Periodo 1941/42 - 1967/68).

Años	Provincia del Chaco				Departamentos de comparación			
	Zona de influencia de		Chaco total		Castellanos	Las Colonias	San Cristóbal	San Justo
	V. Angela	S. Peña	Sobre hectáreas					
	Sobre has cosechadas		Cosechadas	Sembradas	Sobre hectáreas cosechadas			
1941/42	890	720	820	490	962	800	748	930
1942/43	1.630	1.410	1.490	1.380	1.566	1.600	1.263	1.500
1943/44	1.750	1.650	1.690	1.600	856	810	350	773
1944/45	620	330	430	0	350	400	300	400
1945/46	1.280	1.150	1.220	980	500	462	958	400
1946/47	1.150	830	970	840	1.000	950	350	600
1947/48	1.580	1.400	1.490	1.330	1.643	1.567	1.000	1.543
1948/49	850	950	910	790	470	750	500	600
1949/50	1.120	640	870	620	1.520	1.350	1.020	950
1950/51	1.030	670	850	560	1.000	1.200	400	600
1951/52	690	190	440	270	350	350	250	300
1952/53	1.810	1.540	1.680	1.630	1.700	1.500	800	950
1953/54	1.820	1.230	1.530	1.500	900	1.100	820	300
1954/55	870	780	640	500	1.900	1.550	1.200	1.400
1955/56	1.460	1.260	1.360	1.320	1.350	1.550	1.100	700
1956/57	1.210	1.280	1.260	1.080	1.250	1.100	850	900
1957/58	2.150	1.970	2.060	2.080	800	1.100	950	900
1958/59	1.410	1.260	1.320	1.150	660	800	500	800
1959/60	1.030	830	940	620	1.550	1.400	1.000	1.600
1960/61	1.060	820	960	750	742	529	650	886
1961/62	830	340	560	280	959	951	700	966
1962/63	1.060	1.350	1.230	1.220	1.656	895	933	1.413
1963/64	900	530	720	320	810	850	750	900
1964/65	1.830	1.690	1.760	1.690	1.900	1.512	1.250	1.700
1965/66	990	690	830	470	500	500	480	650
1966/67	1.560	1.320	1.440	1.280	950	1.000	868	907
1967/68	1.440	1.100	1.270	1.120	1.300	900	900	850
Promedio	1.260,0	1.034,4	1.138,5	958,1	1.079,4	1.017,6	773,7	904,4
σ	408,7	441,6	417,5	510,9	475,3	388,0	297,2	395,6
C. V. %	32,4	42,7	36,7	53,3	44,0	38,1	36,1	43,7
Significación de la diferencia del rendimiento medio sobre superficie cosechada para Chaco total y los departamentos					no	no	muy signif.	significativo

Se continuó el análisis suponiendo que la influencia de la deficiencia en agua de septiembre debería tener distinto significado o peso según fuera el grado de vernalización alcanzado por el cultivo. Efectivamente, así sucedió, pues al efectuar el cálculo de la correlación múltiple conjunta que

tiene en cuenta esa circunstancia, los coeficientes de correlación se elevaron a $\rho_{y \cdot tz} = 0,939$ y $\rho_{y' \cdot tz} = 0,955$, con significancia muy superior al 99 %.

Debe indicarse que el agregado de un tercer elemento a estas correlaciones no modificó sustan-

cialmente los coeficientes, resultando justificada la reducción del estudio a los dos elegidos.

Comprobada así la influencia de la temperatura invernal y la humedad de setiembre, se calcularon las ecuaciones de regresión lineal entre los rendimientos de los diez años y los términos de la correlación múltiple conjunta, cuyo resultado se indica en el cuadro 7.

Para hacer una estimación suficientemente aproximada del verdadero rendimiento medio regional a través de un cultivo prolongado, que integre las variaciones anuales de los elementos meteorológicos responsables y sus interacciones, con las fórmulas obtenidas se pudo reconstruir una serie completa a partir de la campaña 1941/42, suponiendo la utilización de variedades y prácticas similares a las actuales.

En el cuadro 8 se indican los resultados correspondientes al Chaco total, calculados con el promedio de los valores meteorológicos de V. Angela y Peia. R. S. Peña considerando una distribución uniforme del área sembrada. Por este motivo, aparecen algunas diferencias con los rendimientos del cuadro 7, calculados a partir de datos ponderados. La incidencia desfavorable de los inviernos más calientes de la zona central y norte de la provincia queda indicada por las diferencias de rendimiento obtenidos al aplicar por separado la fórmula a los datos de cada estación meteorológica.

A los rendimientos calculados para el Chaco no se los corrigió por tendencia debido al siguiente razonamiento. Según CAFFERA (1963) el incremento anual del rendimiento de trigo para todo el país en el período 1937/38-1957/58 es de 16,1 kg/ha, valor que hubiera sido mayor de haberse extendido la serie hasta las últimas campañas agrícolas. El cálculo de la tendencia para los departamentos de comparación del área septentrional triguera dio para las series 1941/42-1967/68, también indicadas en el cuadro 8, coeficientes de + 9,1; + 7,0; + 4,6 y - 1,0 kg/ha para Castellanos, San Cristóbal, San Justo y Las Colonias, respectivamente, con lo cual queda evidenciada una atenuación del beneficio fitogenético varietal en las zonas marginales del cultivo. Esto es comprensible si se piensa que la obtención de trigos mejorados se realiza con propósitos distintos a los de resistencia o acomodación a adversidades climáticas que son las que fundamentalmente hacen

variar los rendimientos en las áreas marginales. Por otra parte, la no corrección de la serie chaqueña (de rendimientos calculados) fue decidida al comprobarse la falta de significación estadística en las tendencias mencionadas. Asimismo, no mostraron tendencia los parámetros térmicos e hidrológicos que se usaron en la confección de las fórmulas de estimación de rendimientos en los 27 años analizados ($b_t = + 0,018^\circ \text{C/año}$ y $b_z = + 0,007 \text{ mm/año}$).

Es conveniente aclarar que las series estimadas para el Chaco cuantifican solamente el efecto de temperatura y humedad, excluyendo otras causas que podrían haber contribuido a determinar los rendimientos reales en los departamentos de comparación. Sin embargo, los coeficientes de correlación entre rendimientos y la temperatura invernal o la deficiencia en agua durante la espigazón, calculados para el área septentrional triguera con los datos meteorológicos de Ceres, Rafaela y Esperanza resultaron significativos o muy significativos en todos los casos. De tal forma, puede deducirse que la variabilidad de los rendimientos de trigo es atribuible en su mayor parte a tales factores.

Finalizado el estudio se pudieron disponer las estadísticas correspondientes a la campaña triguera 1968/69, caracterizada por un invierno caliente y primavera seca. De acuerdo con la información oficial los rendimientos medios chaqueños (calculados en la forma antes indicada), fueron de 766 y 536 kilogramos por hectárea cosechada y sembrada, respectivamente. La aplicación de las fórmulas de regresión a los valores meteorológicos del mismo año, permitió obtener las aceptables estimaciones de 695 y 541 kilogramos por hectárea.

TIPOS AGRÓCLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE TRIGO EN EL CHACO

La aplicación de la clasificación agroclimática para el cultivo de trigo propuesta por los autores (PASCALE y DAMARIO, 1961) determina para el Chaco el tipo de agroclima térmico "sin frío" (D'), con temperatura media del mes más frío superior a 10°C . Este tipo, inapto para trigos con exigencia en enfriamiento invernal, incluye todas las regiones trigueras mundiales que utilizan cultivos que no requieren vernalización para superar el período de desarrollo,

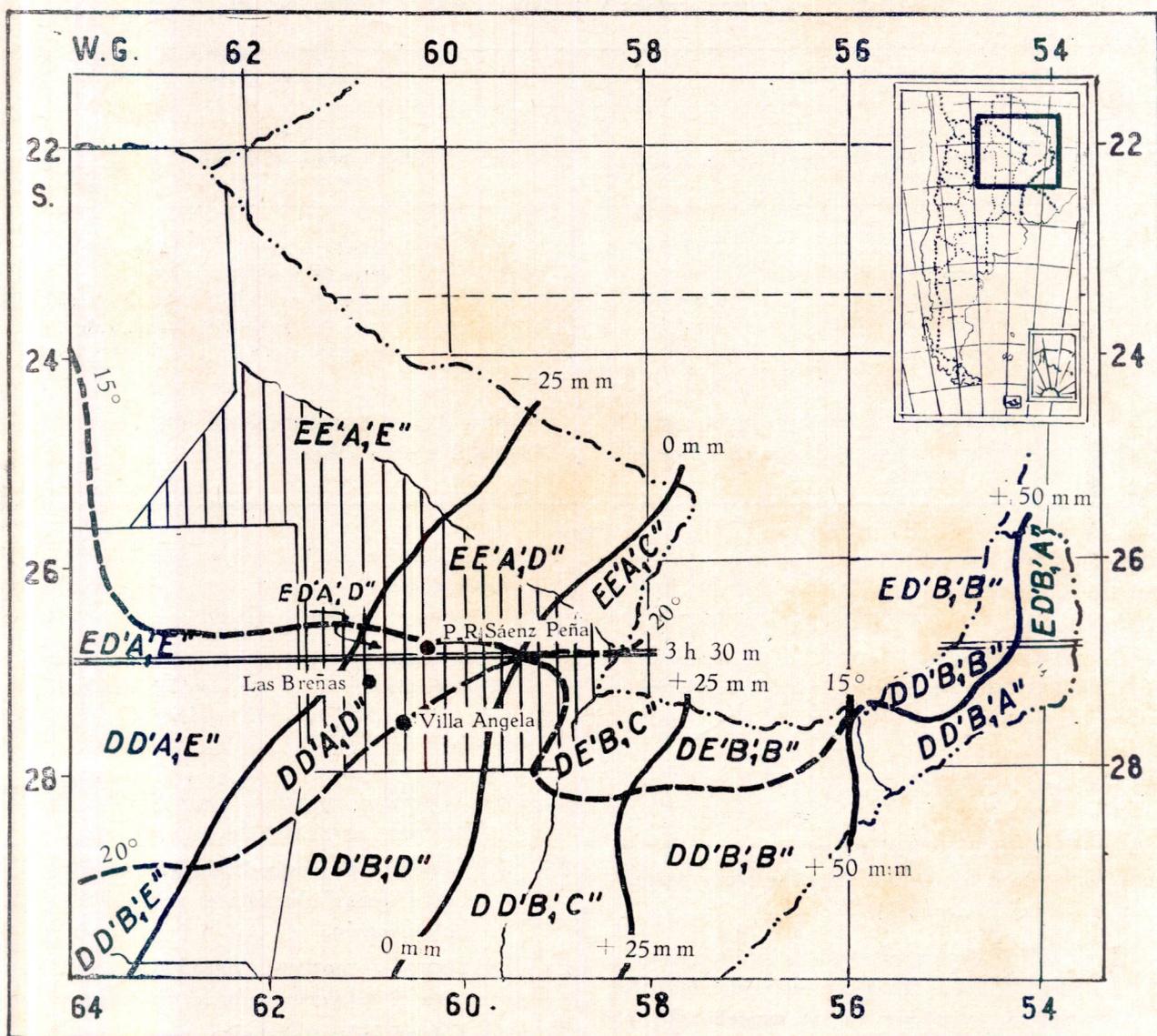


Fig. 3. — Tipos agroclimáticos trigueros del norte argentino

El creciente aumento del área triguera mundial a regiones intertropicales con la utilización de variedades bioclimáticamente adaptadas a esas condiciones, aconseja efectuar una subdivisión del tipo término *D'*, para tener en cuenta la diferente amplitud diaria de la temperatura que posibilita, en ciertos casos, el cumplimiento termofásico negativo de trigos poco exigentes.

El análisis desarrollado para el Chaco dio las bases para la modificación que se propone a continuación en el cuadro 9.

La subdivisión en zonas *D'* y *E'* se justifica por-

que una temperatura media del mes más frío inferior a 15° C, puede acompañarse con enfriamientos nocturnos suficientes para trigos con poco requerimiento en vernalización. En la región chaqueña argentina esa temperatura media mensual se corresponde con una mínima media de aproximadamente 9° C. En el tipo *E'*, con media mensual superior a 15° C, es muy poco probable que se registren mínimas medias tan bajas y, si así ocurriera, las máximas medias correspondientes tendrían un efecto devernalizante. Por tal motivo, este tipo de agroclima se designa "caliente",

CUADRO 9. — Regiones térmicas : a) Termofase negativa del período vegetativo

Clasificación de 1961			Modificación propuesta		
Zonas	Indice climático Temperatura media del mes más frío del año	Tipos de agroclima	Zonas	Indice climático Temperatura media del mes más frío del año	Tipos de agroclima
A'	Inferior a 0° C	Muy frío	A'	Inferior a 0° C	Muy frío
B'	entre 0° y 5° C	Frío	B'	entre 0° y 5° C	Frío
C'	entre 5° y 10° C	Templado	C'	entre 5° y 10° C	Moderadamente frío
D'	superior a 10° C	Sin frío	D'	entre 10° y 15° C	Poco frío
			E'	Superior a 15° C	Caliente

Con esta modificación se ha trazado la carta de tipos agroclimáticos triguero del norte argentino

(figura 3), correspondiéndole a la provincia del Chaco, los agroclimas:

Fotoperiódicos	Térmicos		Hidrológicos
	Termofase negativa	Termofase positiva	
D = fotoperíodo corto	D' = poco frío	A ₁ = caliente	C'' = subhúmedo-húmedo
E = fotoperíodo muy corto	E' = caliente	B ₁ = templado	D' = subhúmedo-seco
			E' = seco

CONCLUSIONES

El análisis de la aptitud triguera de la provincia del Chaco desde los puntos de vista bio y agroclimáticos, permitió concluir:

1. El principal factor adverso es el insuficiente frío invernal para satisfacer los requerimientos termofásicos negativos de la especie. En segundo término influye la humedad del suelo en el momento de la espigazón, factor que se puso de manifiesto al independizar la acción de la temperatura invernal.
2. El rendimiento medio de la provincia del Chaco, estimado por fórmulas de regresión que incluyen los dos factores agroclimáticos mencionados, resultó de 1,138,5 kilogramos por hectárea cosechada \pm 417,5 con un C.V. = 36,7 %, ligeramente más favorable, tanto en cantidad como en variabilidad, que los rendimientos reales obtenidos sobre el límite septentrional del área de cultivo tradicional en el país.
3. Los tipos de agroclimas trigueros presentes en la provincia están caracterizados por:

- a) Termofase negativa "poco fría" a "caliente" para satisfacer la vernalización,
- b) Condiciones desde "sub húmeda-húmedas" hasta "secas" durante el período crítico de la espigazón,
- c) Termofase positiva "templada" a "caliente" para el subperíodo de la maduración, y
- d) Fotoperíodos "corto" y muy "corto" para desarrollar.

4. Para lograr la mejor adecuación del cultivo a estas disponibilidades agroclimáticas, es aconsejable:

- a) Concentrar las siembras en la parte meridional de la provincia, donde los trigos actuales pueden satisfacer mejor sus exigencias bioclimáticas.
- b) Efectuar siembras tempranas de principio a mediados de mayo con la finalidad de hacer coincidir el período juvenil con la ocurrencia de las temperaturas invernales más bajas.

- c) Utilizar cultivares que además de poca o nula exigencia en frío, espiguen en le mes de septiembre, que es el de menor deficiencia en agua edáfica. Los cultivares correspondientes al tipo bioclimático I y los más precoces del grupo II son los adecuados.
- d) Procurar, sea por introducción y/o fitogenéticamente, nuevos cultivares que, además de rendimiento, calidad y resistencia a enfermedades, incluyan fundamentalmente tolerancia o indiferencia a la falta de frío invernal y tengan ciclo vegetativo acorde con las disponibilidades agroclimáticas regionales.

BIBLIOGRAFIA

- BALTADORI, A. *II problema della Climatología Agraria*. Atti del Convegno delle culture e degli allevamenti delle avversità climatiche. Torino 21-23 ottobre 1961. Extracto publicado por el Istituto di Ecologia Agraria, Perugia: 1-14, 1961.
- BOURKE, P. M. *Crop yield forecasting*. World Meteorological Organization. CAgM III/Doc. 12, Third Session, Toronto, 1962.
- BURGOS, J. J. *El termoperiodismo como factor bioclimático en el desarrollo de los vegetales*. Meteoros. Buenos Aires, 2 (3-4): 215-242, 1952.
- CAFFERA, R. *Incremento de los rendimientos de trigo en la República Argentina*. Dirección de Producción de Granos y Forrajes. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires: 1-21, 1963.
- DE FINA, A. L. *Difusión geográfica de cultivos índices en el Chaco argentino y sus causas*. Instituto de Suelos y Agrotecnia. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires. Tirada Interna N° 22: 1-63, 1952.
- PEARSON, F. A. and BENNETT, K. R. *Statistical Methods*. John Wiley & Sons. New York, 443 p., 1942.
- PAPADAKIS, J. *Mapa ecológico de la República Argentina*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires, I: texto, 158 p. y II Atlas, 1961.
- PASCALE, A. J. *Requerimientos bioclimáticos de trigos Argentinos*. Rev. Fac. Agr. y Vet. de Buenos Aires. 17 (2): 7-17. 1969.
- PASCALE, A. J. y DAMARIO, E. A. *El Índice Heliotérmico aplicado a los trigos argentinos*. Meteoros. Buenos Aires, 4 (3): 129-157, 1954.
- PASCALE, A. J. y DAMARIO, E. A. *Agroclimatología del cultivo de trigo en la República Argentina*. Rev. Fac. Agr. y Vet. de Buenos Aires, 15 (1): 1-119. 1961.
- THORNTHWAITE, C. W. and MATHER, J. R. *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance*. Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology, Centerton, New Jersey, 10 (3): 185-311, 1957.
- ZENI, E. R. *La expansión de nuevos cultivos en el Chaco*. Bolsa de Cereales. Buenos Aires, 46 (2803): 32-33, 1967.

Resúmenes

BURKART, S. y SÁNCHEZ, R. A., *Interaction between an inhibitor present in the seeds of *Datura ferox* L. and light in the control of germination* (Interacción de un inhibidor presente en las semillas de *Datura ferox* L. y la luz, en el control de la germinación de lechuga). Bot. Gaz. 130 (1) : 42-47, 1969.

Se ha estudiado la relación entre un inhibidor extraído de semillas de *Datura ferox* y el fotocontrol de la germinación de *Datura ferox* y *Lactuca sativa* var. Grand Rapids.

El nivel del inhibidor presente en las semillas de *Datura ferox* cambia durante la incubación, aumentando durante las primeras 24 horas y luego disminuye. El inhibidor bloquea el efecto de la luz roja en *Datura ferox* si se aplica antes de

o simultáneamente con el tratamiento de luz. Si se aplica 24 horas después de la irradiación, la inhibición es muy reducida.

Los extractos de *Datura ferox* también inhiben la germinación de las semillas de *Lactuca sativa* var. Grand Rapids. La inhibición producida por extractos de baja concentración es casi completamente revertida por 5 minutos de luz roja.

El efecto del inhibidor y el de irradiaciones prolongadas con azul o infrarrojo cercano sobre la germinación de *Lactuca sativa* son similares y sinérgicos.

Se discute la posibilidad de que las radiaciones azul e infrarrojo cercano puedan afectar el mismo proceso y que éste esté ligado con la acción del Pfr.

Comentarios bibliográficos

Diccionario Medicobiológico University, con vocabulario inglés-español y español-inglés, dirigido por el Dr. Alberto Folch Pi, México, Interamericana, 1966, 1501 páginas, ilustrado.

El presente diccionario es el resultado de 10 años de labor de un grupo de trabajo dirigido por el Dr. Alberto Folch Pi y comprende 1266 páginas de inglés-español, 34 de español-inglés, 6 de reglas de uso y 232 páginas de secciones especiales, a saber: valores normales de laboratorio de clínica humana; pruebas funcionales; examen de lesionados; urgencias médicas; tablas de conversión de temperatura; inmunizaciones; medicamentos y cuadros de venas.

No hace referencia a las autoridades lingüísticas consultadas tanto en el caso del español como del inglés. Su estilo es a veces muy castizo y en el texto aparecen algunos errores, por ejemplo, califica como gripe a la peste porcina africana; afirma que José Lignières era médico y no veterinario, o que la fiebre aftosa es también enfermedad del hombre.

Puede ser un diccionario de utilidad para veterinarios sólo en los casos de especialidades muy cercanas a la medicina humana.

Está presentado con una encuadernación en tela,

papel semilustroso y de buena calidad pero de no fácil lectura nocturna.

H. G. ARAMBURU

QUINTANILLA, R. H., FRAGA, C. P. *Glosario de términos entomológicos*. 106 págs., 17 láms., 104 figs. Manuales de EUDEBA, Buenos Aires, 1969.

Los *tesouros* de términos correspondientes a una determinada especialidad científica o técnica constituyen un medio muy eficaz para el logro de una adecuada unificación del vocabulario utilizado en dicha especialidad. Para todos aquellos que están en el quehacer entomológico, este trabajo de los ingenieros Quintanilla y Fraga será de sumo beneficio considerando que en lengua castellana no existen de tal amplitud o que en algunos textos de zoología se agregan glosarios exclusivamente de términos incluidos en los mismos, lo cual hará que sea ávidamente solicitado por los estudiosos en aspectos biológicos o sistemáticos. Al ir acompañado el texto por más de un centenar de figuras contribuirá a que sea más accesible el significado de los vocablos determinando, lógicamente, una mayor amplitud en el horizonte de conocimientos. — H. C. BBUGNONI.

Noticias

PREMIO ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA 1969-1971.

Hasta el 31 de marzo de 1971 pueden presentarse trabajos para optar a este premio, que deben versar sobre asuntos relacionados con el tema: "Métodos tecnológicos de promoción en el ganado ovino". Pueden optar a él las personas, con o sin diploma universitario, que realicen investigaciones o experimentaciones en relación con el tema fijado, a condición de que el trabajo sea original, inédito o publicado y que los autores, en el momento de su inscripción, no tengan más de 45 años de edad.

El premio consiste en un diploma y la suma de 300.000 pesos.

La información completa se puede solicitar a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Arenales 1678, Buenos Aires, por carta o personalmente, los días hábiles de 17 a 19 horas.

PREMIO ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA 1967-1969.

El premio bienal de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, correspondiente a 1967-1969, al mejor trabajo relacionado con el tema "Incidencia de la alimentación sobre el desarrollo y calidad del ganado bovino" ha sido otorgado a los Ings. Agrs. Alberto Del Aguila y Antonio Marchi, por su estudio titulado "Importancia de los pastoreos de otoño y primavera en el proceso de invernada".

El premio, consistente en un diploma y la suma de 100.000 pesos, fue entregado en acto público en el mes de octubre pasado.

PROFESORES DE LA FACULTAD DESIGNADOS ACADÉMICOS EN LA ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA.

En una reunión especial realizada el 16 de julio próximo pasado, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria designó Académicos de Número al Dr. José Julio Monteverde, y a los Ings. Agrs. Juan Jacinto Burgos y Santos Soriano, los dos pri-

meros, profesores titulares de esta Facultad en las cátedras de Microbiología y Climatología y Fenología Agrícolas, y profesor consulto de la cátedra de Microbiología Agrícola el último de los nombrados.

Al Ing. Agr. Santos Soriano le correspondió el cital antes ocupado por el Ing. Agr. Saturnino Zembora'n; al Ing. Agr. Juan J. Burgos el correspondiente al Ing. Agr. Gabriel Ortega y al Dr. José J. Monteverde el que fue ocupado por el Dr. César Zanolli.

QUINTO CURSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGÍA

Entre los meses de marzo y julio de 1969 se llevó a cabo en Wageningen (Holanda), el 5º Curso Internacional de Nematología para posgraduados, bajo la dirección del Dr. Oostenbrink, al que asistió, becado por el Real Gobierno Holandés, el Ing. Agr. César Pablo Fraga, Jefe de trabajos prácticos de la cátedra de Zoología Agrícola de esta Facultad.

Este curso contó con la colaboración de distintas personalidades de la materia, que tomaron a su cargo distintas partes del programa cubriendo así aspectos de Morfología, Fisiología, Sistemática y Biología de los nematodos. Estuvo dividido en una parte general y una especial, abarcando ésta fundamentalmente a aquellos nematelmintos que están vinculados con la protección agrícola y con los métodos de lucha posibles. Corresponde destacar la jerarquía de los investigadores y docentes responsables de su realización, así como el alto nivel con que fue encarado el programa de estudios.

Teniendo en cuenta que este curso se desarrolla anualmente, se estima que puede ser de gran valor para todos aquellos jóvenes profesionales que deseen iniciarse en un campo tan interesante como es el de la Nematología.

JORNADAS FITOSANITARIAS

Entre los días 15 y 17 de octubre próximo pasado, se desarrollaron en la ciudad de La Plata, las Jornadas Fitosanitarias organizadas por la Di-

visión Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía dependiente de la Universidad Nacional de La Plata.

Las referidas Jornadas abarcaron la consideración de "Problemas Regionales Fitosanitarios" y de "Temas Fitosanitarios Generales". Los primeros se analizaron a través de relatos sobre cada una de las siguientes regiones: Subtropical, Cuyana, Valle del Río Negro, Mesopotámica y Pampeana, así como de trabajos de investigación sobre cuestiones fitosanitarias vinculadas con las aludidas regiones. Los segundos encararon aspectos especiales dentro de los campos Zoológico, Fitopatológico y Fitoterapéutico, así como el estudio de trabajos relacionados con cada uno de los campos mencionados.

Participaron de las Jornada Fitosanitarias, docentes de las cátedras de Zoología Agrícola y Fitopatología de esta Facultad. El profesor titular de Zoología Agrícola, Ing. Agr. Raúl H. Quintanilla, fue designado vicepresidente y tuvo a su cargo el relato de los temas zoológicos, el profesor asociado Ing. Agr. Horacio F. Rizzo, se desempeñó como coordinador de los trabajos de carácter zoológico general y la profesora titular de Fitopatología, Ing. Agr. Clotilde Jauch, actuó como coordinadora de los trabajos fitopatológicos considerados en la Región Pampeana.

Vº CONGRESO INTERNACIONAL DE BIOMETEOROLOGÍA

Entre el 31 de agosto y 6 de septiembre de 1969 se llevó a cabo en Montreux, Suiza, el Vº Congreso Internacional de Biometeorología, organizado por la Sociedad Internacional de Biometeorología. Dicha institución se ocupa de concentrar todas aquellas contribuciones que se refieren al análisis del efecto del tiempo y el clima sobre los organismos, razón por la cual el temario fue lo suficientemente amplio como para dar cabida a la discusión de trabajos científicos provenientes de las más variadas disciplinas. La reunión congregó aproximadamente 300 delegados de diversos países, los que integraron 14 grupos de trabajos. En ellos se analizaron: los efectos de los factores meteorológicos adversos en la vida humana, el efecto del clima sobre las enfermedades humanas, la influencia del factor climático en la arquitectura urbanística, el efecto del tiempo y el clima sobre los insectos, las enfermedades, las plantas y los árboles, así como

otros aspectos más generales que incluyen los efectos biológicos de los campos eléctricos, magnético, electromagnético y de ionización del aire y la fluctuación de los fenómenos con especial referencia a los factores extraterrestres.

Fue nombrado representante de la Facultad de Agronomía y Veterinaria el profesor Ing. Agr. A. J. Pascale quien presentó, en el grupo de trabajo dedicado al estudio de los efectos del tiempo y el clima sobre las plantas y árboles, el trabajo "Tipos agroclimáticos para el cultivo de la soja en la Argentina".

Representantes de la FAO, UNESCO, OMS, OMM, entre otros, señalaron al finalizar el programa de actividades que este Congreso había resultado exitoso tanto por el número de participantes como por el valor de las comunicaciones realizadas.

CULTIVAR, ¿MASCULINO O FEMENINO?

A raíz de diversas consultas que le fueran solicitadas, la Academia Argentina de Letras realizó un estudio filológico con el objeto de aclarar cuál es el género que le corresponde a la palabra "cultivar". A continuación se transcribe el resultado de ese estudio aparecido en el Boletín de la Academia Argentina de Letras, Buenos Aires, t. XXXIII, n° 127-128, p. 101-103, 1969:

El término *cultivar* es un neologismo creado en 1923 por L. W. Bailey mediante la fusión (ingl. *telescoping*) de las palabras *culti* (vated) *var* (iety). En las dos últimas décadas su uso se ha hecho más frecuente. Ha sido adoptado por el *International Code of nomenclature for cultivated plants*, de Utrech, el cual lo define así (ed. junio 1961, p. 11): "The term *cultivar* (abbreviated *cv.*) denotes an assemblage of cultivated individuals which is distinguished by any characters morphological, physiological, cytological, chemical or others) significant for the purposes of agriculture, forestry or horticulture, and which, when reproduced (sexually or asexually), retain their distinguishing features".

En virtud de su precisión, y por lo tanto, de su inclusión en repertorios de tanta importancia internacional, el neologismo es usado hoy por botánicos de todas las lenguas, en las que sustituye con ventaja al inglés *variety*, al francés *variété*, al español *variedad*, al alemán *Sorte*, al ruso *sort*, al

holandés *ras o varieteit*, al italiano *razza o varietà*, formas todas ellas a las que habría que agregar, para evitar ambigüedades, una explicación no siempre breve ni cómoda (cf. *Regnum Vegetabile*, Utrech, vol. XXII, junio 1961, *International code of nomenclature for cultivated plants*, art. 10).

En nuestro país, el término fue adoptado y difundido por el eminente botánico Lorenzo R. Parodi, quien —para citar un solo ejemplo— lo define así en su *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, Bs. As., vol. III, 1964, p. 403: “Conjunto homogéneo de individuos cultivados de una misma especie obtenidos mediante selección artificial o por selección natural en cultivos”.

El género de este término presenta todavía fluctuaciones en las distintas lenguas, e incluso en la nuestra. Parodi, pensando sin duda en la palabra castellana variedad, equivalente exacto al inglés *variety* con el cual compuso Bailey el neologismo, lo usó siempre como femenino. Véanse dos ejemplos: “Se distingue / el término *clon* / de la cultivar porque se multiplica exclusivamente por vía agámica” (*Encicl. arg. de agric. y jardinería*, Bs. As., vol. I, 1959, p. 4. “La cultivar puede ser un híbrido entre dos variedades botánicas o entre dos variedades botánicas o entre dos cultivares” (Prefacio a la obra de W. F. Kluger, M. S. Moro y J. A. Josifovich, *Catálogo de cultivares de plantas agrícolas argentinas*, en Colección agropecuaria, Bs. As., vol. IX, 1963).

También, y por las mismas razones, usa la palabra como femenina el eminente especialista Arturo Burkart, incluso cuando emplea sólo su abreviatura: “*Oriza sativa* Linné... Actualmente la variedad más cultivada es la cv. “chacarero” (A. Burkart, *Flora ilustrada de Entre Ríos*, Bs. As., 1963, p. 116).

El género, como se ha dicho, fluctúa también en otras lenguas: el *International code of botanical nomenclature* ha registrado el término, por ejemplo, como masculino en francés: *le cultivar* (edic. 1952) y como femenino en alemán: *die Cultivar* (edic. 1966). W. T. Stearn, *Botanical Latin*, 1967, 410, lo da como neutro en latín, que es, según se sabe, casi como decir masculino en castellano.

Frente a esta situación contradictoria, es preciso recordar que, no obstante la eminente autoridad que en botánica poseen investigadores como los mencionados, desde el punto de vista lingüístico

hay un argumento de peso que es preciso tener en cuenta, para que el uso no desautorice una decisión adoptada por motivos un tanto artificiales. Lo cierto es que en neologismos formados mediante fusión de elementos diversos, el término resultante es sentido como una voz nueva que no evoca ya en el hablante el recuerdo de sus primitivos componentes, y por lo tanto tiende a agruparse con todas las palabras que presentan en el idioma sus mismas características. Como prácticamente todas las palabras terminadas en *-ar* son en castellano masculinas, el sustantivo *cultivar* tiende a sentirse asimismo como masculino, y así lo emplean hoy, en efecto, muchísimos profesores de la especialidad en nuestro país, según las informaciones recogidas por el Departamento de Investigaciones Filológicas de nuestra Academia. No se trata, como es obvio, de convalidar un error debido al gran número de quienes lo cometen, sino de hacer un principio lingüístico importante, que es el que ha llevado a la Academia Española, por ejemplo, a considerar masculino el término *radar*, formado mediante un procedimiento semejante, y a la Academia Argentina a proponer también el género masculino para la palabra *cuasar* (BAAL, n° 123-124, enero-junio de 1967, p. 275). La posible objeción de que en esta forma podría producirse una confusión entre el sustantivo *cultivar* y el infinitivo sustantivado el *cultivar* en expresiones como “el cultivar tales plantas es conveniente”, queda invalidada por el contexto en que el neologismo siempre se usa, que hace prácticamente imposible tal confusión.

La Academia Argentina de Letras, en consecuencia, sugiere que el sustantivo *cultivar* se emplee en botánica como de género masculino.

Iº CONGRESO FORESTAL ARGENTINO

Entre el 6 y 11 de octubre próximo pasado se desarrollaron las sesiones del Iº Congreso Forestal Argentino en el Palacio del Concejo Deliberante de la ciudad de Buenos Aires, a las que asistieron alrededor de 380 delegados argentinos y extranjeros, concurriendo al acto de inauguración el Presidente de la Nación, Tte. Gral. J. C. Onganía, y el Secretario de Estado de Agricultura y Ganadería, Dr. L. A. Raggio.

Se constituyeron cuatro comisiones de trabajo: Bosques cultivados; Política, administración y enseñanza forestal; Bosques espontáneos e Industrias y comercio forestales, las que sesionaron sobre los siguientes temas: El costo de la forestación en la Argentina. Posibilidades de reducción; El control fiscal de bosques. Necesidad de uniformar criterios y métodos de aplicación; Industrias de la celulosa y el papel. Su integración actual y futura con el aprovechamiento de los bosques de Argentina; Mecanización forestal en las distintas regiones del país. Nuevas técnicas, Aspectos económicos, organizativos y sociales; Planificación del desarrollo forestal argentino. Definición de objetivos: Aspectos técnico-económicos del aprovechamiento actual y futuro de los bosques espontáneos; El problema de la madera de obra y de construcción en Argentina. Soluciones silvícolas y tecnológico-industriales; Posibilidades presentes y futuras del manejo técnico-económico de los bosques de cultivo; Necesidad de la enseñanza forestal a nivel superior y medio; Bosques espontáneos de producción. Ubicación y destino; Materiales leñosos compuestos (tableros, compensados, etc.) y su interrelación con la madera sólida; Situación de la producción maderera argentina frente al intercambio en ALALC y con extrazonas; Grado de prioridad que debe asignársele al mejoramiento forestal en relación con el estado actual de la economía argentina; Propósitos mediatos e inmediatos que le corresponde perseguir a la investigación forestal en Argentina. Entidades responsables; Política forestal nacional unificada con acción descentralizada o desarrollos regionales independientes; Protección forestal. Estado actual y medidas más urgentes.

Se expusieron paneles ilustrativos sobre la Argentina forestal y películas sobre temas de la especialidad.

SIMPOSIO DEL TRIGO

HOMENAJE AL INGENIERO AGRÓNOMO Y DOCTOR HONORIS CAUSA ENRIQUE KLEIN

Tal como se anticipara en el número anterior, durante los días 5, 6, 7 y 8 de mayo se llevó a cabo el Simposio del Trigo, realizado en homenaje al Ingeniero Agrónomo y Doctor Honoris Causa Enrique Klein quien se constituyera, en fun-

ción de su poder creativo, en un de los pilares en que se ha fundado la economía argentina en los últimos 50 años, al generar valiosas variedades de trigo y de otras especies de cereales, oleaginosas y también del reino animal.

El día 5 de mayo tuvo lugar la sesión inaugural para la cual brindó magnífico marco el nuevo pabellón de Química de esta Facultad, que fue inaugurado en esa ocasión. Asistieron los Secretarios de Estado de Agricultura y Ganadería, de Educación, el Rector de la Universidad, el Subsecretario de Estado, el presidente y directivos del INTA, Decanos de Facultades, ex ministros y representantes de instituciones extranjeras como CIMEYT, Fundación Ford, Instituto Fitotécnico de La Estanzuela, Universidades de los estados de San Pablo y Rio Grande do Sul (Brasil, etc.

Abrió el acto el Decano de la Facultad de Agronomía y Veterinaria Ing. Agr. Gino A. Tomé, al que siguió el presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Ing. Agr. José M. Bustillo, quien le entregó el diploma académico de dicha institución al Ing. Klein; luego habló el presidente del Centro Argentino de Ingenieros Agrónomos, Agr. Tulio E. L. Palau, entregando al homenajeado el diploma de Socio Honorario del Centro y posteriormente el Dr. Raúl A. Devoto, Rector de la Universidad de Buenos Aires, quien dio por concluido el acto entregándole el diploma de Doctor Honoris Causa que la Universidad le confirió.

El programa continuó con la conferencia pronunciada por el Ing. Agr. Walter F. Kugler, "Contribución de los fitomejoradores al progreso de la agricultura argentina", en la que se hizo una interesante síntesis sobre el desarrollo del mejoramiento varietal en nuestro país, con algunas referencias económicas. A continuación el Dr. Gregorio Caro disertó sobre el tema "Reseña histórica y aportes de los zootecnistas al adelanto de la ganadería argentina".

El día 6 de mayo en el Instituto de Fitotecnia de INTA, Castelar, se iniciaron los temas de debate. "Historia del cultivo de trigo en el país" tuvo por relator al Dr. Ovidio Giménez. El Ing. Agr. Rodolfo Caffera presentó el tema "Comportamiento y difusión de variedades". No pudo llevarse a cabo la exposición del trabajo del doctor Juan Papadakis por encontrarse en el extran-

jero; no obstante, su trabajo "Ecología y suelos de la región triguera" será incluido en actas por haberlo enviado al coordinador Ing. Agr. Antonio J. Pascale. El Ing. Agr. Carlos Puricelli expuso su tema "Rotaciones, técnica del cultivo y fertilización".

El día 7 de mayo en el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina se presentaron los temas: "Objetivos y problemas del mejoramiento de trigo" relatado por el Ing. Agr. Carlos Buck; "Métodos de fitomejoramiento", relatado por el Ing. Agr. Enrique Ernie; "Fuentes de germoplasma de resistencia a enfermedades y plagas", relatado por Ing. Agr. Enrique E. Antonelli; "Fuentes y germoplasma para el mejoramiento de la calidad del trigo pan y candeal", relatado por el Ing. Agr. Oscar Klein. Al finalizar el acto el presidente de la Universidad de La Plata, Arq. Joaquín Rodríguez Saumell, entregó el diploma de Doctor Honoris

Causa que dicha institución confirió al Ing Agr. Enrique Klein, quien agradeció la distinción.

El día 8 de mayo en la Bolsa de Cereales de Buenos Aires se presentaron los temas "Calidad industrial del trigo pan y candeal" relatado por el Dr. Juan Häertlein; "Economía de la producción" relatado por el Ing. Agr. Horacio C. Giberti y "Comercialización del trigo en el mercado interno y externo", relatado por el Ing. Agr. Federico Dussel. Al final de los relatos y en presencia del Secretario de Agricultura y Ganadería de la Nación, Ing. Agr. Rafael García Mata, el Presidente de la Bolsa de Comercio, Don Marián Beloqui, entregó al Ing. Klein el diploma de Socio Honorario, quien lo agradeció poniendo de manifiesto el apoyo que recibiera de su esposa e hijos.

En resumen, se puede destacar que todos los relatores trataron sus temas con exposiciones bien documentadas y de elevado nivel técnico.

Necrológicas

PROF. DR. PEDRO JULIO SCHANG

Hondo sentimiento de pesar causó la noticia del fallecimiento del Prof. Dr. en Medicina Veterinaria Pedro Julio Schang, ocurrido sorpresivamente en diciembre de 1969.

La Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires nombró una comisión profesoral que la representó en el velatorio y designó al Prof. Dr. J. J. Monteverde para despedir sus restos en el cementerio de la Recoleta, asociándose así al duelo y rindiendo homenaje a quien fuera relevante miembro de su cuerpo docente y de investigadores.

Dotado de poco comunes valores espirituales y aptitudes profesionales, quienes tuvieron el privilegio de tratar al Dr. Schang durante las varias décadas de su actuación en el nivel universitario, han reconocido en este hombre la posesión de una inquebrantable línea de conducta junto a su trato afectuoso y paternal, a su incansable don de luchador y a la posesión de un destacado sentido de la hombría de bien.

Fue signado por la humildad y sencillez, absorto ante el milagro de la naturaleza, siempre con Dios y consciente de las debilidades y limitaciones humanas. Sus actos estuvieron guiados hacia el perdón y en la lucha de la vida sus metas fueron de ilusión y optimismo. Su fortaleza poco común ante el infortunio y su candor se unieron para reconocer en él un carácter privilegiado.

Fue franco en sus manifestaciones, probo a carta cabal, firme en sus convicciones, no concibió las acciones repudiables y era capaz de valorar el mérito ajeno.

Su "curriculum vitae" demuestra que emprendió tareas difíciles en el plano profesional donde se

le recordará por combativo, tenaz e infatigable; empeñó su tesón y entusiasmo en cada empresa, mereciendo en vida la estima, el respeto y el afecto inclusive de quienes no siempre compartieron sus ideas o conclusiones.

Las muchas cosas buenas en las que intervino el Profesor Schang son reconocidas por el cuerpo docente de la Facultad; y puesto que durante tantos años entregó su entusiasmo y conocimientos al mejoramiento de esta Casa de Estudios, es comprensible que se haya hecho merecedor de un imborrable recuerdo, agregado el compromiso de hacer conocer a las nuevas generaciones quién fue este hombre que quería a su profesión y por la que tanto hizo dentro y fuera de la patria. La veterinaria argentina por él prestigiada y la Facultad que lo cobijó saben que hizo honor a su título y a los cargos que ostentó.

Fueron aulas universitarias, academias nacionales y extranjeras, sociedades científicas, congresos, jornadas, asociaciones rurales, etc., donde se escuchó la inolvidable voz del Dr. Schang comunicando trabajos científicos o no, discutiendo resultados, siempre inquieto y con afán constructivo. No olvidó el quehacer social y las obras piadosas; mostró un profundo amor hacia su familia y amigos.

Pedro Julio Schang alcanzó los honrosos títulos de Profesor Titular y Profesor Consulto de las Universidad de Buenos Aires, de Académico en las Academias Nacionales de Agronomía y Veterinaria y de Medicina, de Académico correspondiente de la de Veterinaria de Francia, siendo miembro de varias entidades profesionales y científicas. Estas cúspides, difíciles de conquistar dan la pauta de sus valores y del reconocimiento para con este destacado representante de la profesión veterinaria.
— *J. J. Monteverde.*

Normas para la presentación de trabajos

1ª La Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria es el órgano oficial de dicha Casa de Estudios.

2ª El Comité de Redacción considerará para su publicación en ella los manuscritos en castellano, no publicados anteriormente, que le sean sometidos a su consideración por el personal docente y de investigación de la Facultad, de otras Universidades y/o de instituciones dedicadas al estudio de temas agronómicos y veterinarios del país. También podrán incluirse trabajos procedentes de otros países que se ajusten a las presentes normas.

3ª El criterio fundamental para la aceptación de los manuscritos presentados será el interés y valor del trabajo descripto y la calidad de su presentación.

4ª Los autores deberán ajustarse estrictamente a las normas que siguen para la preparación y presentación de sus trabajos. De ese modo contribuirán a aliviar la tarea de los editores evitando que los originales sean devueltos.

5ª Los trabajos deberán ser presentados en la Mesa de Entradas de la Facultad en triplicado, escritos a máquina de un solo lado y a doble espacio, en hojas tamaño carta de papel no transparente.

6ª Los títulos de los capítulos o partes se colocarán en el centro de la página y los de los sub-capítulos hacia el margen izquierdo. En el texto se dejará un margen aproximado de tres centímetros a la izquierda y parte superior e inferior en cada hoja; éstas serán numeradas sucesivamente, llevando cada una la firma del autor o autores.

7ª Deberá procurarse que el título del trabajo comience con una palabra que oriente acerca del contenido, evitando términos como: «contribución», «estudio», «investigación», etc.

8ª Los autores agotarán las posibilidades de presentar su trabajo en la mínima extensión. El máximo de ilustraciones y gráficos que se aceptarán será de un 20% del total de páginas, no debiendo tener más de un 10% de tablas. No se aceptará que los mismos datos sean presentados gráficamente y en forma de tablas. Salvo casos excepcionales, las referencias casuísticas deberán ser sintéticas y aparecerán en caracteres más pequeños.

9ª Los manuscritos llevarán el nombre y dirección postal del autor o autores, nombre de la institución donde fue realizado y el cargo que tiene en la misma.

Los nombres latinos de taxones llevarán la sigla del autor sólo en los casos que traten específicamente problemas taxonómicos.

10ª Los llamados al pie de la página, se indicarán con números arábigos, entre paréntesis y a continuación de la palabra correspondiente; la nota respectiva se colocará entre dos rayas intercaladas en el texto, a continuación de la línea en que se encuentra la llamada.

11ª Se evitarán abreviaturas y símbolos en los encabezamientos de títulos, cuadros, capítulos, etc.

Las fechas serán abreviadas. Se evitará el uso de abreviaturas no consagradas y si se usa alguna, las mismas serán explicadas.

12ª Se indicará con números arábigos toda cifra que designe cuadros, láminas, tiempo, peso, etc., salvo casos especiales (recetas, etc.) que podrán ir con números romanos. Si la iniciación de un párrafo corresponde a una cifra, esta irá escrita en letras.

Las proporciones que expresan por cien o por mil, se representarán con los símbolos % y ‰. Las cifras que indican millares se separarán con un punto, excepto los casos en que representen años. Los decimales se separarán con una coma. Las fórmulas químicas estructurales así como las relaciones químicas figurarán solamente en casos necesarios evitando su repetición. Las fórmulas estructurales de un mismo trabajo deben agruparse e identificarse con números romanos que servirán de abreviatura en caso de repetirse en el texto.

Las fórmulas químicas corrientes no deben emplearse en reemplazo de las correspondientes palabras.

13ª Toda transcripción se pondrá entre comillas. Cuando hubiera que hacer resaltar o señalar algún término o expresión se pondrá entre comillas. Si se transcriben cartas, leyes, decretos, etc., íntegramente, con fechas, firmas, no es necesario usar comillas siendo preferible en estos casos modificar el tipo de imprenta.

14ª Las ilustraciones y gráficos se harán en tinta china sobre el papel grueso, cartulina o papel transparente de dibujo.

El sombreado se logrará con líneas o puntos y no mediante lavado. Las letras, número y flechas se indicarán con lápiz dejando su inserción definitiva a los responsables de la publicación a fin de que pueda ser uniformada. Las leyendas deben ser reunidas, escritas a máquina, agregadas al final del manuscrito.

En el reverso de cada ilustración o al pie según el tipo de papel usado deberá escribirse a lápiz, el nombre del autor, el título del trabajo abreviado y el número correspondiente a la figura.

15ª En caso de incluirse fotografías en blanco y negro, estas deberán remitirse en copias brillantes claras, que muestren bien los detalles pero sin contraste excesivo. Los mismos datos que en el caso de las ilustraciones deberán ser anotados con lápiz en el reverso.

16ª En lo que se refiere a la acentuación y ortografía, los autores tendrán presente que la autoridad está constituida por la última edición del Diccionario de la Real Academia Española.

17ª Los trabajos deberán estar compuestos con el siguiente orden :

Título.

Nombre del autor (con llamada al pie que indique : lugar en que fue realizado el trabajo, cargo que ocupa y otros detalles juzgados necesarios).

Resúmenes (castellano e inglés).

Introducción.

Materiales y Métodos.

Resultados.

Discusión o consideraciones.

Conclusiones.

Bibliografía.

Si fueran necesarios los « Agradecimientos » se incluirán antes de la « Bibliografía ».

18ª En la bibliografía sólo figurarán las fuentes citadas en el texto y esa referencia se hará insertando en el lugar que corresponda entre paréntesis el nombre del autor seguido por el año de publicación.

Las citas en la bibliografía deberán contener los siguientes datos :

- a) Autor (mayúscula).
- b) Título del artículo.
- c) Nombre de la revista o publicación donde aparece el artículo.
- d) Volumen y número de la publicación o revista.
- e) Páginas que comprende el artículo.
- f) Fecha de publicación.

En el caso de tratarse de obras, deberán contener los siguientes datos :

- a) Nombre del Autor (mayúscula).
- b) Título del libro y subtítulo tal como aparecen en la portada.
- c) Traductor (si lo hay).
- d) Número de la edición, otra que no sea la primera.
- e) Lugar de publicación.
- f) Editor.
- g) Año de publicación.
- h) Número de páginas o número de volúmenes si hay más de uno. (Aquí también pueden ponerse las páginas citadas o consultadas).

19ª Los autores recibirán las pruebas de página para su corrección. Dichas pruebas deberán ser devueltas dentro del término de los 10 días hábiles. Se evitará alterar el texto original con correcciones extensas.

20ª Los autores recibirán gratuitamente 50 apartados de sus trabajos. En los casos en que requieran un número mayor podrán adquirirlos por sus medios haciéndolo saber mediante nota al devolver las pruebas.

ESTE NUMERO
SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 20 DE MARZO DE 1970
EN LA IMPRENTA CONI S. A. C. I. F. I., PERU 684
BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA

