

## APLICACION DE LOS TIPOS AGROCLIMATICOS MUNDIALES DEL ARROZ (*Oriza sativa* L.) PARA LA ARGENTINA \*

Olga E. Scarpati y J. J. Burgos (1)

Recibido: 29/5/85

Aceptado: 6/8/85

### RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la subdivisión del territorio argentino según sus diferencias fotoperiódicas, térmicas e hidrológicas con vistas a la aplicación de los "Tipos agroclimáticos mundiales del arroz (*Oriza sativa* L.)" Burgos y Scarpati, 1982) que provienen, a su vez, de la "Tipología agroclimática para cultivos" (Burgos, 1958).

El tipo agroclimático correspondiente al fotoperíodo se refiere a la duración del día en la fecha de floración; los referidos a condiciones térmicas son: sumas térmicas sobre 10°C de los 120 días de duración del ciclo del cultivo; temperatura media máxima de los 30 días centrales del período de cultivo y amplitud diaria de los 30 días centrales de un período de 120 días de cultivo. Los referentes a las hidrológicas son: número de meses consecutivos con suelo en capacidad de campo durante el año en agroclimas subtropicales y tropicales y durante el ciclo de 120 días del cultivo en localidades templadas, exceso y deficiencia de agua en los 120 días de duración del ciclo del cultivo.

### WORLD AGROCLIMATIC TYPES OF RICE (*Oriza sativa* L.) APPLIED TO ARGENTINA

#### SUMMARY

In the present work, the Argentine territory has been divided according to its photoperiodical, thermal and hidrological differences, so as to apply the "World agroclimatic types of rice (*Oriza sativa* L.)" (Burgos and Scarpati, 1982) which are, in turn, based on the "Agroclimatic types of crops" (Burgos, 1958).

The agroclimatic type corresponding to photoperiod refers to day length at flowering; those corresponding to thermal conditions are: thermal summation above 10°C for the 120 days long crop cycle, maximum mean temperature corresponding to the 30 central days of the cycle, and mean daily amplitude corresponding to the 30 central days of a 120 days long cycle. The hidrological types are: number of consecutive months with soil at field capacity all round the year, for tropical and subtropical regions, or during the 120 days corresponding to the crop cycle, for temperate regions; and water excess and defitiency during the 120 days long cycle.

\* Trabajo presentado en el IV Congreso de Meteorología (Centro Argentino de Meteorólogos, Buenos Aires, 13-17 Septiembre, 1982).

1) Centro de Investigaciones Biometeorológicas (CONICET), Serrano 669 - (1414) Buenos Aires, Argentina.

## INTRODUCCION

El territorio de uso agrícola en la Argentina presenta, *a priori*, mayor aptitud climática para el cultivo del arroz (*Oriza sativa* L.) que la superficie realmente dedicada a la siembra de este cereal, de amplia difusión en el mundo. Probablemente, la abundancia de otros cereales típicos de climas templados, por un lado, y la raíz étnica de la población argentina procedente en gran parte de los países europeos mediterráneos, por otro, que prefieren como cereal alimenticio al trigo y el maíz, ha determinado que la demanda interna ascienda sólo a 4,5 kg/habitante/año lo cual ha constituido una causa en el menor interés por esta especie. Sin embargo, también puede haber influido en esta situación la propia naturaleza del cultivo exigente bajo la forma de riego, de mayor inversión que otros cereales.

En la Figura 1, se puede observar, en forma comparativa, el costo de producción y el valor internacional obtenido por hectárea

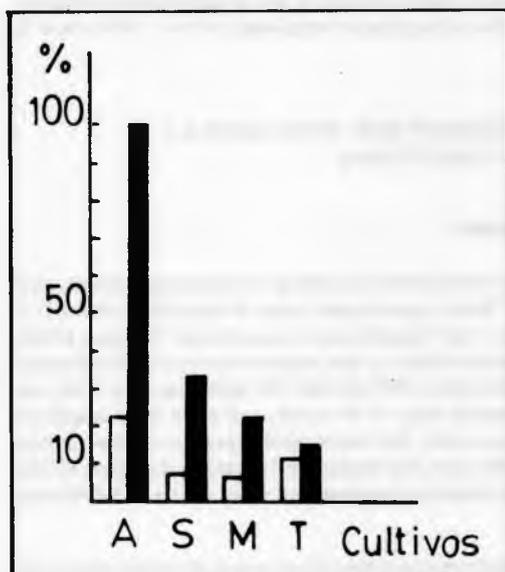


Figura 1: Comparación costos-beneficios del arroz y otros cultivos.

□: Costos; ■: Beneficios; A: arroz; M: maíz; S: soja; T: trigo.

cosechada de algunos granos básicos en la Argentina. Se observa que si bien el costo de implantación del arroz es relativamente mayor al de otros granos, el beneficio es marcadamente superior al del trigo y el maíz.

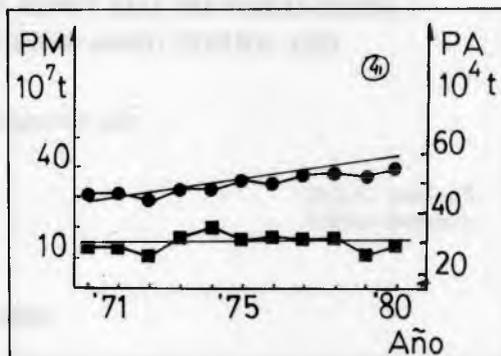


Figura 2: Producción Mundial (PM●) y Producción Argentina (PA□) de arroz. Tendencia (—).

En la Figura 2 se aprecia la tendencia creciente, en el tiempo, de la producción mundial, ( $Y = 29,7 \times 10^7 t + 1,01 \times 10^7 t X$ ; donde  $Y$  = producción en toneladas y  $X$  = año), mientras que en la Argentina ha permanecido bastante estable ( $Y = 30 \times 10^4 t + 0,037 \times 10^4 t X$ ). El análisis de la Figura 3

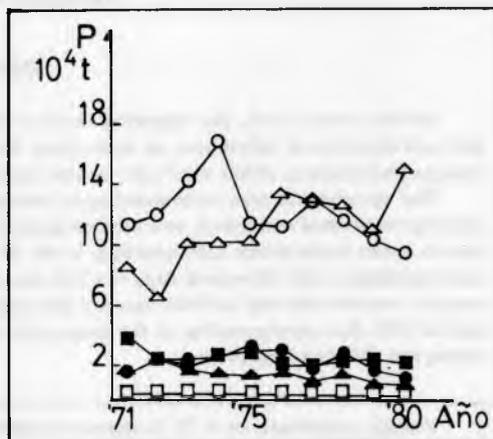


Figura 3: Producción de arroz por provincias. Corrientes (Δ); Chaco (▲); Entre Ríos (○); Formosa (●); Misiones (□); Santa Fé (■).

permite comprobar el estancamiento de la producción argentina, principalmente en las provincias de Entre Ríos, Chaco, Formosa, Misiones y Santa Fe. En cambio, es notable la expansión en la provincia de Corrientes debida preferentemente al aumento del área sembrada.

En el mapa de la Figura 4 se visualiza la distribución actual del cultivo del arroz en la Argentina, donde cada punto representa 10 hectáreas. La concentración se produce principalmente en la provincia de Corrientes, cuyo rico sistema fluvial y topografía, así como su régimen pluviométrico resultan muy adecuados a las particulares exigencias ecológicas del arroz. También se puede notar segunda en importancia, a la provincia de Entre Ríos, seguida por las de Santa Fé, Formosa, Misiones y Chaco, todas bajo la influencia hidrográfica de los ríos Uruguay, Paraná y Paraguay. En el noroeste argentino aun se conservan restos de lo que fue, en décadas pasadas, en las provincias de Tucumán y Salta, una región importante para el cultivo, y que disminuyó debido a los programas de erradicación del paludismo.

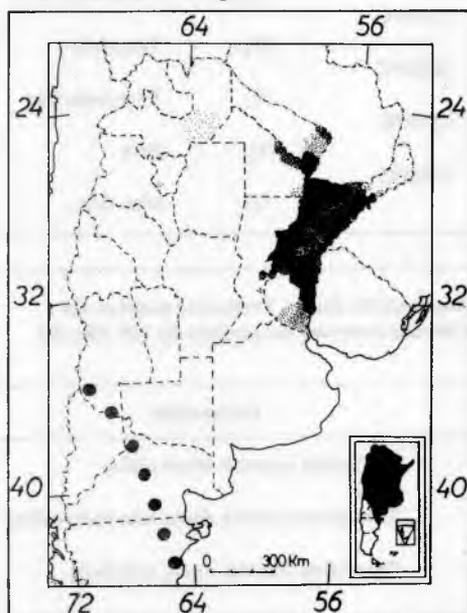


Figura 4: Distribución actual del cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.) en la Argentina. Cada punto representa 10 hectáreas.

## MATERIALES Y METODO

La determinación de regiones agroclimáticas con aptitud para la agricultura es un problema que se ha tratado de resolver con distintas metodologías. En el presente trabajo se ha adoptado la "Tipología agroclimática para cultivos" (Burgos, 1958-a y b-, 1965, 1966, 1982) y los "Tipos agroclimáticos mundiales del arroz (*Oriza sativa* L.)" elaborados en un trabajo anterior (Burgos y Scarpati, 1982).

Este método requiere la modalidad operativa siguiente:

- Determinación del tipo bioclimático de la especie.
- Valoración del agroclima de la región de origen de la misma.
- Valoración del agroclima de las regiones de cultivo de la especie.
- Valoración del agroclima de las regiones en donde la experiencia ha demostrado la imposibilidad del cultivo de la especie.
- Valoración del agroclima por trabajos y experiencias para determinar los requerimientos bioclimáticos de la misma.

El arroz es una especie afotocíclica y atermocíclica (Burgos, 1952) como se desprende del estudio de su fisiología y de su expansión geográfica. El cultivo se realiza a nivel mundial en regiones de clima templado, de clima subtropical y en zonas tropicales donde las temperaturas mínimas anuales medias son inferiores a 0°C, a 10°C y mayores de 10°C, respectivamente. Según esta amplia subdivisión, en la Argentina la mayor extensión de su aptitud se encuentra en climas templados y en una pequeña región en el noroeste con características de agroclima subtropical, lo que permitiría varias cosechas de arroz en el año, según las disponibilidades de agua por riego o inundación.

En el trabajo de los tipos agroclimáticos mundiales del arroz (Burgos y Scarpati, 1982), se adoptó un ciclo mediano de culti-

vo de 120 días que comienza en las regiones templadas cuando la temperatura media del aire alcanza 15°C, aceptada en la bibliografía mundial para una buena germinación. En las regiones subtropicales y tropicales, las épocas de cultivo se establecieron según la disponibilidad de agua en el suelo, estimada por el balance hidrológico, método Thornthwaite-Mather (1955).

El arroz tiene diferentes respuestas al fotoperíodo según la sensibilidad propia del cultivar a la duración del día. En el Cuadro 1

se observan los tipos agroclimáticos correspondientes al fotoperíodo diario, duración del día en la fecha de floración, calculado para el día 60 a partir de la siembra, fecha que se considera con una gran probabilidad de caer dentro de la etapa fotoperiódica sensitiva de la mayoría de los cultivares.

El segundo tipo agroclimático considerado corresponde al nivel térmico general del cultivo, mediante las sumas térmicas sobre 10°C de los 120 días de duración del ciclo del cultivo, (Cuadro 2). La información de

**CUADRO 1: Tipos agroclimáticos correspondientes al fotoperíodo diario: Duración del día en la fecha de floración.**

Índice Agroclimático	Símbolo	Designación
Horas diurnas 15	A	Muy largo
14	B	Largo
13	C	Medio largo
12	D	Medio
11	E	Medio corto
10	F	Corto
	G	Muy corto

**CUADRO 2: Tipos agroclimáticos correspondientes al nivel térmico general del cultivo: Sumas térmicas sobre 10°C de los 120 días de duración del ciclo del cultivo.**

Índice Agroclimático	Símbolo	Designación
$\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ 2.500°C	A <sub>1</sub>	Muy cálido
2200°C	B <sub>1</sub>	Cálido
1900°C	C <sub>1</sub>	Templado cálido
1600°C	D <sub>1</sub>	Templado
1300°C	E <sub>1</sub>	Templado frío
1000°C	F <sub>1</sub>	Frío
	G <sub>1</sub>	Muy frío

**CUADRO 3: Tipos agroclimáticos correspondientes al termoperíodo diario: Termofase positiva del termoperíodo diario: Temperatura media máxima de los 30 días centrales del período de 120 días del cultivo.**

Índice Agroclimático	Símbolo	Designación
T media máxima 35°C	A <sub>2</sub>	Termofase positiva diaria cálida
30°C	B <sub>2</sub>	Termofase positiva diaria templado-cálida
25°C	C <sub>2</sub>	Termofase positiva diaria templada
20°C	D <sub>2</sub>	Termofase positiva diaria templado-fría
	E <sub>2</sub>	Termofase positiva diaria fría

índole térmica se completa con los tipos agroclimáticos correspondientes al termoperíodo diario (Cuadros 3 y 4), y que definen

la magnitud de la termofase positiva y la amplitud de dicho termoperíodo.

Los Cuadros 5, 6 y 7 contienen los tipos

**CUADRO 4: Tipos agroclimáticos correspondientes al termoperíodo diario: Amplitud diaria de los 30 días centrales de un período de 120 días de cultivo.**

Índice Agroclimático	Símbolo	Designación
Amplitud °C 20°C	A <sub>3</sub>	Termoperíodo diario de gran amplitud
15°C	B <sub>3</sub>	Termoperíodo diario de medio grande amplitud
10°C	C <sub>3</sub>	Termoperíodo diario de media amplitud
5°C	D <sub>3</sub>	Termoperíodo diario de medio pequeña amplitud
	E <sub>3</sub>	Termoperíodo diario de pequeña amplitud

**CUADRO 5: Tipos agroclimáticos correspondientes a la duración del período húmedo: Número de meses consecutivos con suelo en capacidad de campo durante el año en localidades subtropicales y tropicales y durante el ciclo de 120 días del cultivo en localidades templadas.**

Índice Agroclimático	Símbolo	Designación
Número de meses 4	A <sub>1</sub>	Período húmedo corto
6	B <sub>1</sub>	Período húmedo mediano corto
8	C <sub>1</sub>	Período húmedo mediano
10	D <sub>1</sub>	Período húmedo largo
	E <sub>1</sub>	Período húmedo muy largo

**CUADRO 6: Tipos agroclimáticos correspondientes a la intensidad de la humedad: Exceso de agua en los 120 días de duración del ciclo del cultivo.**

Índice Agroclimático	Símbolo	Designación
Exceso de agua 300 mm	A <sub>2</sub>	Exceso muy intenso
250 mm	B <sub>2</sub>	Exceso intenso
200 mm	C <sub>2</sub>	Exceso mediano intenso
150 mm	D <sub>2</sub>	Exceso mediano moderado
50 mm	E <sub>2</sub>	Exceso moderado
	F <sub>2</sub>	Sin o con ligero exceso

**CUADRO 7: Tipos agroclimáticos correspondientes a la intensidad de la humedad: Deficiencia de agua en los 120 días de duración del ciclo del cultivo.**

Índice Agroclimático	Símbolo	Designación
Deficiencia de agua	A <sub>3</sub>	Sin o con ligera deficiencia
50 mm	B <sub>3</sub>	Deficiencia moderada
150 mm	C <sub>3</sub>	Deficiencia mediana moderada
200 mm	D <sub>3</sub>	Deficiencia mediana
250 mm	E <sub>3</sub>	Deficiencia marcadamente mediana
300 mm	F <sub>3</sub>	Deficiencia muy marcada

agroclimáticos correspondientes a la duración del período húmedo e intensidad del exceso y de la deficiencia de agua durante el ciclo del cultivo.

En el trabajo de los tipos agroclimáticos mundiales para el cultivo del arroz (Burgos y Scarpati, 1982) se desarrolló la modalidad operativa que condujo a las distintas jerarquías fotoperiódicas, térmicas e hídricas de los Cuadros 1 al 7, y se presentan los índices agroclimáticos que definen los tipos para distintas áreas en el mundo. En el Cuadro 8 se transcriben algunos ejemplos, primeramente para regiones templadas y luego para subtropicales y tropicales. En dicho cuadro se visualizan quince ejemplos de agroclima templado, siete de subtropical y seis de tropical.

Con el objeto de aplicar los tipos agroclimáticos a gran extensión de la Argentina, se utilizó la información climatológica de 113 estaciones al norte del Río Negro.

Como límite tanatoclimático del desarrollo agrícola en la región templada, se ha considerado el período libre de heladas de 150 días, aproximadamente coincidente con la línea de puntos que desde el sudoeste de Mendoza cruza en diagonal el territorio argentino hasta el centro-este de Chubut, como se observa en las Figuras 5 a 11. Es decir,

los tipos agroclimáticos resultantes para la Argentina se consideran al Norte y al Este de dicha línea.

Para ajustar los tipos agroclimáticos de un cultivo atermocíclico y afotocíclico, como el del arroz, conviene fijar la fecha de siembra aun en lugares donde no se realiza dicho cultivo. Como fecha de siembra del arroz se eligió la correspondiente con la temperatura media del aire de 15°C en primavera. Sin embargo, de una encuesta realizada en las zonas arroceras argentinas, a Estaciones del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Ministerio de Agricultura de Santa Fe y agricultores, se comprobó que esa fecha resulta más temprana que la normalmente utilizada en la práctica, probablemente por la ocurrencia frecuente de fríos extemporáneos en la rama ascendente de la termofase positiva, determinante de índices crioquindinoscópicos elevados en la región agrícola argentina. Efectivamente, la siembra del arroz en toda la distribución geográfica actual, se efectúa generalmente entre el 1º y el 31 de octubre.

Con la información básica climatológica disponible se computaron los índices agroclimáticos de los Cuadros 1 al 7 y se determinaron los tipos agroclimáticos del arroz.

CUADRO 8: Indices agroclimáticos que definen diferentes tipos agroclimáticos del cultivo de arroz en el mundo.

Localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Concep. del Uruguay (Argentina)	32° 29' S	58° 14' W	21	17/9 - 14/1	14 h 15'	1.260	27,6	12,7	1	23	17	B F <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> A <sub>3</sub>
Monte Caseros (Argentina)	30° 16' S	57° 39' W	51	23/8 - 20/12	13 h 30'	1.166	23,1	11,8	2	77	0	C F <sub>1</sub> D <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>3</sub>
San F. de Laishi (Argentina)	26° 12' S	58° 42' W	75	27/7 - 23/11	12 h 14'	1.231	27,1	13,0	2	24	1	D F <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> A <sub>3</sub>
Plovdiv (Bulgaria)	42° 09' N	24° 45' E	160	30/4 - 27/8	15 h 13'	1.370	29,5	13,9	0	0	165	A E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> C <sub>3</sub>
Kangnūng (Corea)	37° 45' N	128° 54' E	9	10/5 - 6/9	14 h 42'	1.418	27,6	8,0	2	168	1	B E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub> A <sub>1</sub> D <sub>2</sub> A <sub>3</sub>
Suchow (China)	34° 17' N	117° 10' E	4	23/4 - 20/8	14 h 31'	1.732	32,8	13,7	0	0	124	B D <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> B <sub>3</sub>
Tientsin (China)	39° 10' N	117° 10' E	4	22/4 - 19/8	15 h 01'	1.675	31,8	12,0	0	0	205	A D <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> D <sub>3</sub>
Valencia (España)	39° 28' N	0° 22' W	15	15/4 - 12/8	15 h 00'	1.301	25,6	8,4	0	0	291	A E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> E <sub>3</sub>
Memphis (Estados Unidos)	35° 03' N	89° 59' W	80	6/4 - 3/8	14 h 30'	1.586	29,8	12,4	1	61	33	B E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>3</sub>
Sacramento (Estados Unidos)	38° 35' N	121° 29' W	7	17/4 - 14/8	14 h 45'	1.243	28,9	15,6	0	0	192	B F <sub>1</sub> C <sub>2</sub> B <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> C <sub>3</sub>
Vercelli (Italia)	45° 20' N	8° 22' E	135	30/4 - 27/8	15 h 36'	1.375	28,5	11,4	1	4	73	A E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> B <sub>3</sub>
Sapporo (Japón)	43° 04' N	141° 21' E	17	15/6 - 12/10	14 h 03'	905	26,1	10,0	0	9	14	B G <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> A <sub>3</sub>
Novorossiisk (U.R.S.S.)	44° 44' N	37° 49' E	37	15/4 - 11/9	15 h 10'	1.299	26,7	7,8	0	0	122	A F <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> B <sub>3</sub>
Rostov-on-don (U.R.S.S.)	47° 13' N	39° 43' E	48	10/5 - 6/9	15 h 42'	1.274	27,2	9,9	0	0	193	A F <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F <sub>2</sub> C <sub>4</sub>

CUADRO 8: Índices agroclimáticos que definen diferentes tipos agroclimáticos del cultivo de arroz en el mundo (continuación).

Localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Treinta y Tres (Uruguay)	33° 15' S	54° 28' W	57	24/9 - 21/1	14 h 20'	1.232	27,3	13,5	1	37	13	B F <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> ' F <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '
Santo Tomé (Argentina)	28° 34' S	56° 02' W	80	Mar. - Jun.	11 h 07'	1.146	26,2	13,5	8	246	0	E F <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> ' C <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '
				Jul. - Oct.	11 h 37'	879	24,1	13,9	268	0	E G <sub>1</sub> D <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '	
				Nov. - Feb.	13 h 58'	1.858	34,0	15,8	5	13	C D <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>3</sub> D <sub>1</sub> ' F <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '	
Florianópolis (Brasil)	27° 35' S	48° 33' W	29	Dic. - Mar.	12 h 43'	1.750	28,0	5,8	11	107	0	C D <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub> E <sub>1</sub> ' E <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '
				Abr. - Jul.	10 h 30'	1.070	21,6	5,8	125	0	F F <sub>1</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> E <sub>1</sub> ' E <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '	
				Ago. - Nov.	12 h 56'	1.121	21,9	5,9	161	0	D F <sub>1</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> E <sub>1</sub> ' D <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '	
Santos (Brasil)	23° 56' S	46° 19' W	5	Enc. - Abr.	12 h 37'	1.799	28,9	7,5	12	573	0	D D <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub> E <sub>1</sub> ' A <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '
				May. - Ago.	11 h 01'	1.233	29,6	7,8	284	0	E F <sub>1</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> E <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '	
				Set. - Dic.	13 h 14'	1.514	25,3	6,1	318	0	C E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub> E <sub>1</sub> ' A <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '	
Cantón (China)	23° 06' N	113° 18' E	9	Enc. - Abr.	11 h 42'	788	18,9	6,9	5	120	0	E G <sub>1</sub> E <sub>2</sub> D <sub>3</sub> B <sub>1</sub> ' E <sub>1</sub> ' A <sub>3</sub> '
				May. - Ago.	13 h 31'	2.242	31,9	6,9	349	0	C B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> D <sub>3</sub> B <sub>1</sub> ' A <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '	
				Set. - Dic.	11 h 20'	1.481	26,7	8,2	0	8	E E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub> B <sub>1</sub> ' F <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '	
Calcuta (India)	22° 40' N	88° 30' E	6	Jul. - Dic.	12 h 34'	2.276	31,9	6,3	3	302	0	D B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> D <sub>3</sub> A <sub>1</sub> ' A <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '
				Nov. - Feb.	10 h 49'	1.337	26,4	13,6	0	36	F E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> ' F <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> '	
				Mar. - Jun.	13 h 05'	2.356	35,9	11,5	0	166	C B <sub>1</sub> A <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> ' F <sub>2</sub> ' C <sub>3</sub> '	
Multán (Paquistán)	30° 10' N	71° 30' E	126	Enc. - Abr.	11 h 33'	1.204	26,7	15,3	0	0	217	E F <sub>1</sub> C <sub>2</sub> B <sub>3</sub> A <sub>1</sub> ' F <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> '
				May. - Ago.	14 h 03'	2.985	41,1	12,2	0	735	B A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> ' F <sub>2</sub> ' F <sub>3</sub> '	
				Set. - Dic.	10 h 59'	1.651	26,3	16,7	0	349	F D <sub>1</sub> C <sub>2</sub> B <sub>3</sub> A <sub>1</sub> ' F <sub>2</sub> ' F <sub>3</sub> '	

Taipei (Taiwan)	25° 02' N	121° 31' E	9	Jul. - Oct. Nov. - Feb. Mar. - Jun.
Fada N' Gourma (Alto Volta)	12° 04' N	0° 21' E	222	Jul. - Oct. Nov. - Feb. Mar. - Jun.
Belém (Brasil)	1° 28' S	48° 27' W	24	Dic. - Mar. Abr. - Jul. Ago. - Nov.
Manila (Filipinas)	14° 35' N	120° 59' E	19	Jul. - Oct. Nov. - Feb. Mar. - Jun.
Georgetown (Guyana)	6° 50' N	58° 12' W	2	Dic. - Marz. Abr. - Jul. Ago. - Nov.
Medán (Indonesia)	3° 35' N	98° 41' E	25	Ago. - Nov. Dic. - Mar. Abr. - Jul.
Bangkok (Tailandia)	13° 44' N	100° 30' E	2	Jul. - Dic. Nov. - Feb. Mar. - Jun.

12 h 38'	2.078	32,0	8,6	11	298	0	D C <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' E <sub>1</sub> '' B <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
10 h 37'	846	19,7	6,7		189	0	F G <sub>1</sub> ' E <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' E <sub>1</sub> '' D <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
13 h 35'	1.535	26,5	7,7		451	0	C E <sub>1</sub> ' C <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' E <sub>1</sub> '' A <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
12 h 20'	2.156	32,2	11,1	0	0	103	D C <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' C <sub>3</sub> ' A <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' B <sub>3</sub> '''
11 h 40'	2.036	36,1	20,5		0	400	E C <sub>1</sub> ' A <sub>2</sub> ' A <sub>3</sub> ' A <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' F <sub>3</sub> '''
12 h 22'	2.615	40,8	15,8		0	440	D A <sub>1</sub> ' A <sub>2</sub> ' B <sub>3</sub> ' A <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' F <sub>3</sub> '''
12 h 11'	2.004	30,3	8,1	7	814	0	D C <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' C <sub>1</sub> '' A <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
12 h 02'	2.037	31,1	8,6		453	0	D C <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' C <sub>1</sub> '' A <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
12 h 07'	2.037	31,7	10,0		0	12	D C <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' C <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
12 h 24'	2.137	30,8	6,9	5	655	0	D C <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' B <sub>1</sub> '' A <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
11 h 16'	1.896	30,0	9,2		28	57	E D <sub>1</sub> ' C <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' B <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' B <sub>3</sub> '''
12 h 40'	2.226	33,9	10,7		0	195	D B <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' C <sub>3</sub> ' B <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' C <sub>3</sub> '''
11 h 47'	1.967	28,9	5,6	9	121	0	E C <sub>1</sub> ' C <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' D <sub>1</sub> '' E <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
12 h 30'	2.043	29,4	5,5		420	0	D C <sub>1</sub> ' C <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' D <sub>1</sub> '' A <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
12 h 03'	2.111	30,6	6,2		10	39	D C <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' D <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
12 h 05'	2.010	30,6	8,4	5	370	0	D C <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' B <sub>1</sub> '' A <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
12 h 02'	1.944	30,0	8,3		129	4	D C <sub>1</sub> ' C <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' B <sub>1</sub> '' E <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
12 h 17'	2.092	31,7	9,2		0	2	D C <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' B <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
12 h 21'	2.221	32,0	7,6	0	0	0	D B <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' A <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' A <sub>3</sub> '''
11 h 26.	2.036	31,3	8,3		0	236	E C <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' A <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' D <sub>3</sub> '''
12 h 36'	2.349	34,0	9,0		0	203	D B <sub>1</sub> ' B <sub>2</sub> ' D <sub>3</sub> ' A <sub>1</sub> '' F <sub>2</sub> '' D <sub>3</sub> '''

## RESULTADOS Y DISCUSION

En los mapas marcados con la letra a se pueden observar los tipos agroclimáticos mundiales del arroz aplicados a la Argentina, en siembras teóricas efectuadas cuando la temperatura media del aire llega a 15°C, mientras que en los marcados con la letra b, se muestran los tipos agroclimáticos resultantes de considerar como fecha única el 15 de octubre. En los mapas marcados b hay una línea interrumpida que, hacia el sur, separa la parte del país donde la fecha del 15 de octubre tiene una temperatura normal del aire inferior a los 15°C.

No se toman en cuenta los resultados obtenidos en el extremo noroeste de la Argentina porque las estaciones meteorológicas disponibles son poco representativas de la región de cultivo.

En los mapas de las Figuras 5a y 5b se observan los tipos agroclimáticos mundiales del arroz que corresponden al fotoperíodo diario en la fecha de floración. Se comprueba para las siembras tempranas la existencia en el país de los cuatro tipos agroclimáticos mundiales de día más largo. En cambio, si la fecha de siembra se atrasa al 15 de octubre sólo se encuentran los tres tipos de mayor duración del día. La parte norte del área actual del cultivo del arroz, en el caso de siembras tempranas, entra en tipo medio (D) y en el tipo corto (E) y en el medio largo (C) si se considera fecha de siembra el 15 de octubre. La parte sur del área arrocera actual, para ambos casos, entra en el tipo largo (B).

Los tipos agroclimáticos referidos al nivel térmico general del cultivo corresponden a los tipos templado frío ( $E_1'$ ) y frío ( $F_1'$ ) (Figura 6a), mientras que en la Figura 6b, los tipos agroclimáticos se desplazan al templado ( $D_1'$ ) y al templado frío ( $E_1'$ ) según se considere la parte norte o sur del área arrocera actual. Este hecho justificaría el atraso de las siembras mencionadas anteriormente como práctica agrícola para aprovechar las temperaturas estivales más elevadas.

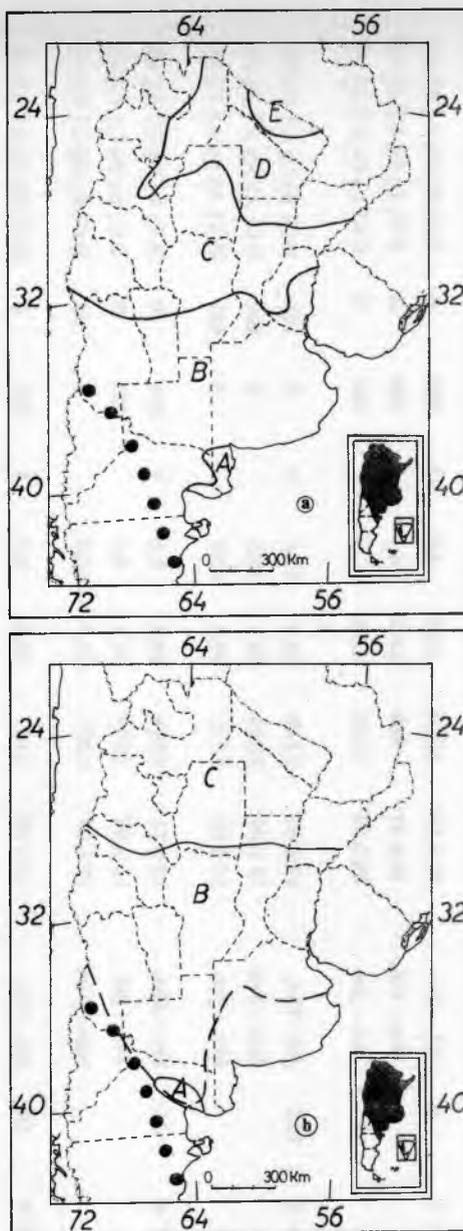


Figura 5: Tipos agroclimáticos correspondientes al fotoperíodo diario: Duración del día en la fecha de floración.

a: siembra Temp. (aire) = 15°C.

b: siembra 15/X.

En cuanto al termoperíodo diario, en primer lugar se ha considerado la temperatura media máxima de los 30 días centrales del período de 120 días de cultivo. En la Figura 7a, se observan los tipos agroclimáticos intermedios de los clasificados en el Cuadro 3:  $B_2$ ,  $C_2$  y  $D_2$ , o sea termofase positiva diaria templado-cálida, templada y templado-

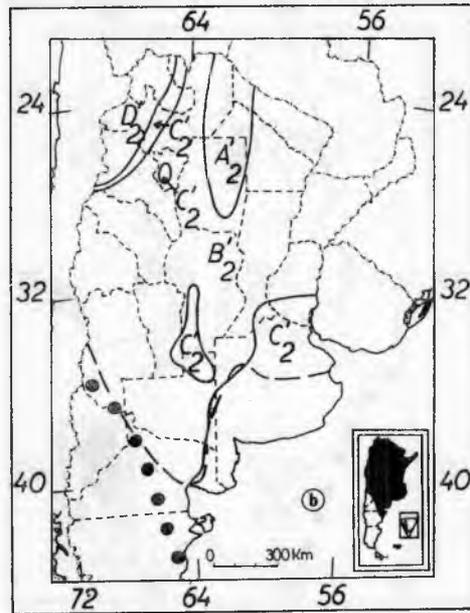
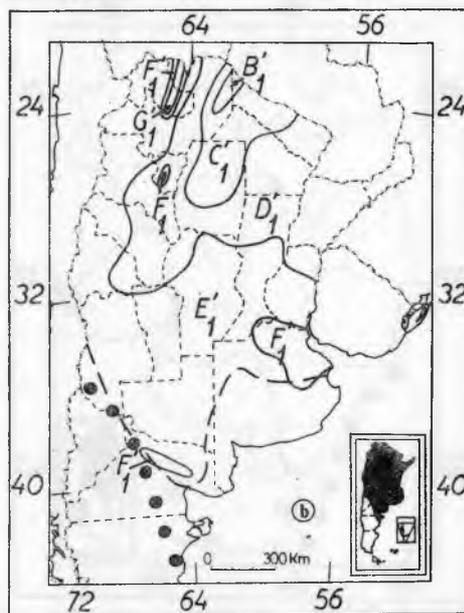
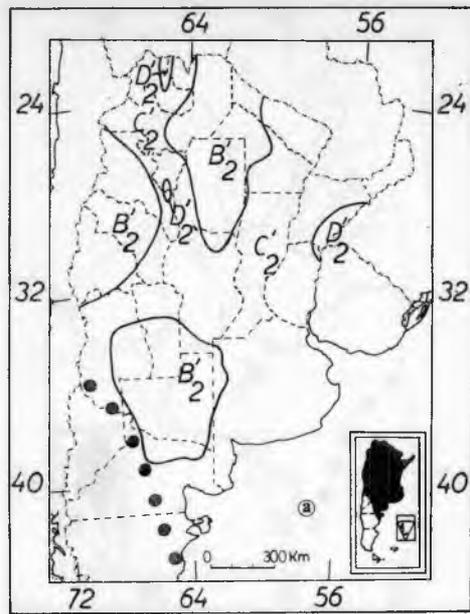
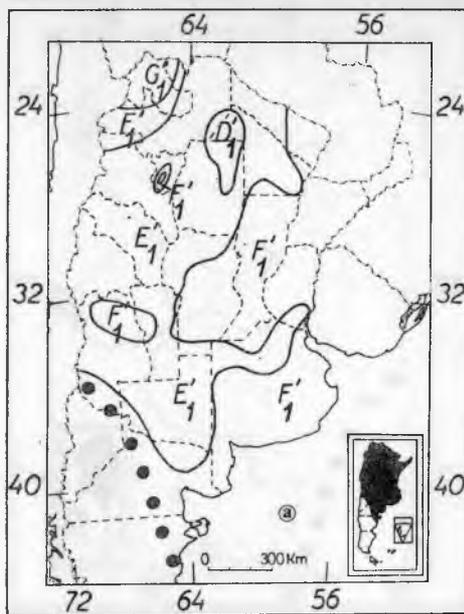


Figura 6: Tipos agroclimáticos correspondientes al nivel térmico general del cultivo: Sumas térmicas sobre 10°C de los 120 días de cultivo.  
a: siembra Temp. (aire) = 15°C.  
b: siembra 15/X.

Figura 7: Tipos agroclimáticos correspondientes al termoperíodo diario: Temperatura media máxima de los 30 días centrales del período de 120 días de cultivo.  
a: siembra Temp. (aire) = 15°C.  
b: siembra 15/X.

fría, en la Figura 7b, se agrega, además, el tipo agroclimático  $A_2$  correspondiente a la termofase positiva diaria cálida.

El otro tipo agroclimático referido al termoperíodo diario correspondiente a la amplitud diaria de los 30 días centrales de un período de 120 días de cultivo, se presentan en los mapas de las Figuras 8a y 8b. En

la primera se observan los tipos agroclimáticos: termoperíodo diario de medio grande amplitud ( $B_3$ ), media amplitud ( $C_3$ ) y medio pequeña amplitud ( $D_3$ ). Y en la segunda sólo aparecen los tipos agroclimáticos  $B_3$  y  $C_3$ .

En este trabajo, el régimen agroclimático para el arroz en la Argentina ha sido ca-

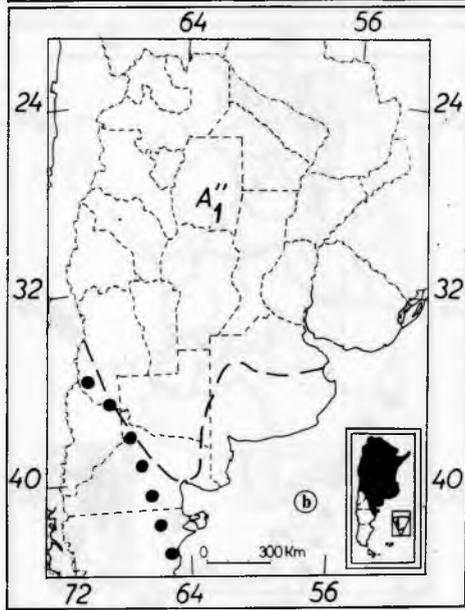
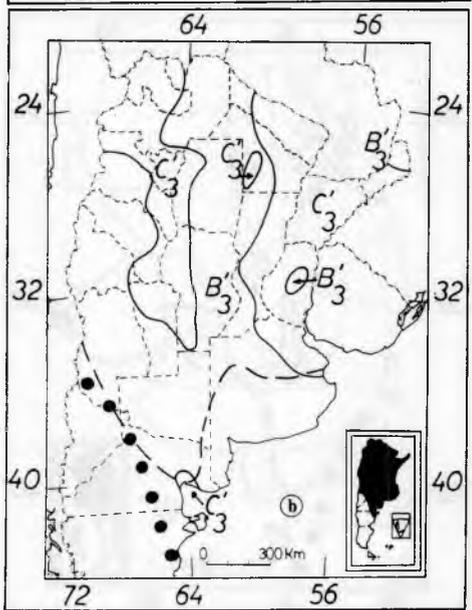
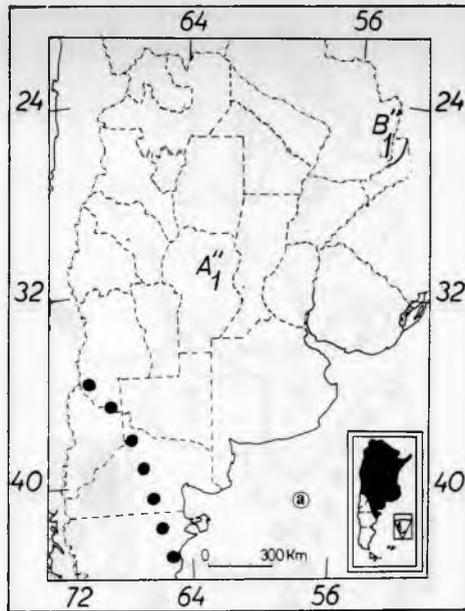
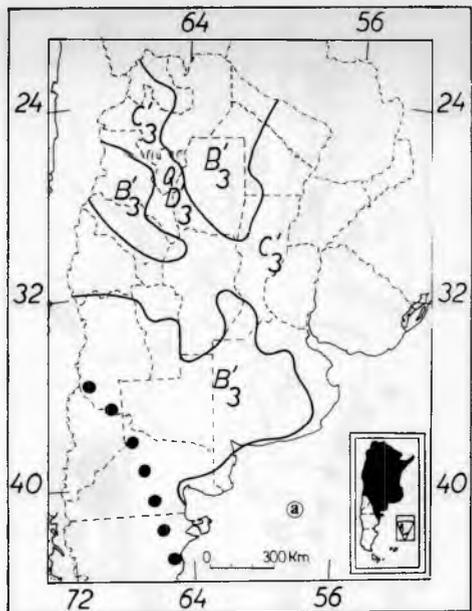


Figura 8: Tipos agroclimáticos correspondientes al termoperíodo diario: Amplitud diaria de los 30 días centrales de un período de 120 días de cultivo.  
a: siembra Temp. (aire) = 15°C.  
b: siembra 15/X.

Figura 9: Tipos agroclimáticos correspondientes a la duración del período húmedo: Número de meses consecutivos con suelo en capacidad de campo durante el ciclo de 120 días del cultivo.  
a: siembra Temp. (aire) = 15°C.  
b: siembra 15/X.

racterizado por el tipo agroclimático que corresponde al número de meses con suelo en capacidad de campo durante el ciclo de 120 días de duración del cultivo. En las Figuras 9a y 9b se observa como el tipo período húmedo corto ( $A''_1$ ) domina casi toda la extensión del área ocupada por el cultivo en ambas fechas de siembra, con excepción de una

pequeña zona en el norte de Misiones con período mediano corto ( $B'_1$ ) (Figura 9a), lo cual indica la necesidad de suministrar riego en casi todo el territorio arrocero del país para tener razonable margen de seguridad en el cultivo.

Lo anterior se ve confirmado con el tipo agroclimático correspondiente al exceso de

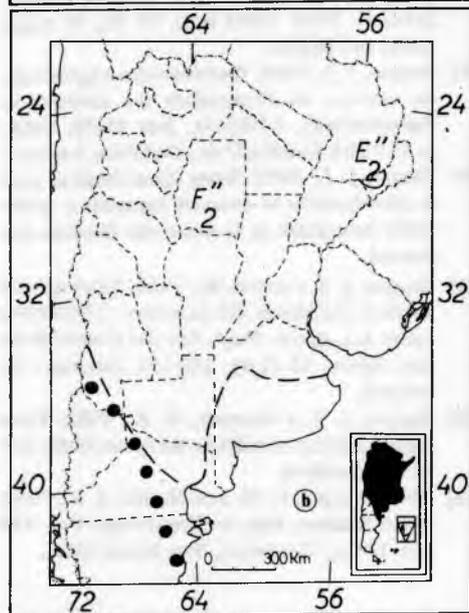
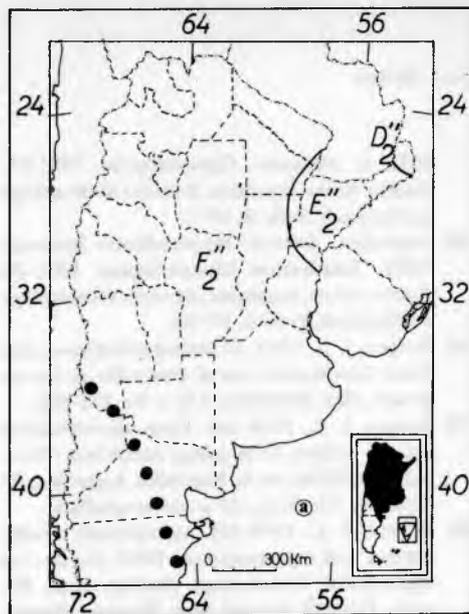


Figura 10: Tipos agroclimáticos correspondientes a la intensidad de la humedad: Exceso de agua en los 120 días de cultivo.  
 a: siembra Temp. (aire) = 15°C.  
 b: siembra 15/X.

agua en los 120 días de duración del cultivo ya que, de los seis tipos agroclimáticos mundiales especificados en el Cuadro 6, sólo existen en el país los más secos: el exceso mediano moderado ( $D''_2$ ), el moderado ( $E''_2$ ) y el sin o con ligero exceso ( $F''_2$ ) según se muestra en la Figura 10a y solamente los dos últimos, en la Figura 10b.

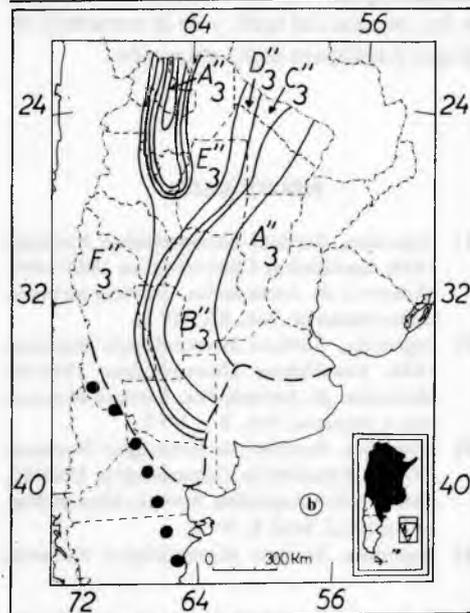
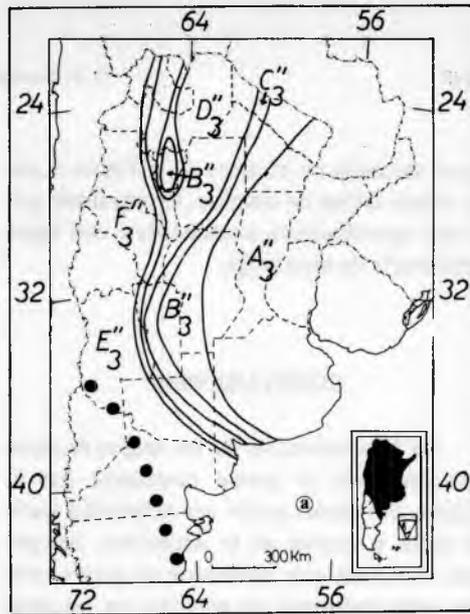


Figura 11: Tipos agroclimáticos correspondientes a la intensidad de la humedad: Deficiencia de agua en los 120 días de cultivo.  
 a: siembra Temp. (aire) = 15°C.  
 b: siembra 15/X.

Las Figuras 11a y 11b permiten observar la distribución de los tipos agroclimáticos referidos a la deficiencia de agua en los 120 días de duración del cultivo, en las dos fechas de siembras fijadas anteriormente. En ambas se comprueba que la deficiencia de agua en el período considerado aumenta de Este a Oeste y que la región de cultivo del

arroz señalada en el mapa de la Figura 4, para ambas fechas de siembra, determinada por el tipo agroclimático mundial sin o con ligera deficiencia de agua (A<sub>3</sub>).

### CONCLUSIONES

De la observación de los mapas de tipos agroclimáticos se puede considerar que el cultivo del arroz puede ser extendido hacia el oeste y centro de la Argentina, siempre que se cuente con elementos de juicio basados principalmente en estudios en las áreas de las ciencias del suelo y de la economía rural que justifiquen dicha extensión.

### BIBLIOGRAFIA

- 1) Argentina, Servicio Meteorológico Nacional, 1958. Estadísticas Climatológicas 1901-1950. Ministerio de Aeronáutica. Servicio Meteorológico Nacional. Pub. B 1, N° 1.
- 2) Argentina, Servicio Meteorológico Nacional, 1958. Estadísticas Climatológicas 1941-50. Ministerio de Aeronáutica. Servicio Meteorológico Nacional. Pub. B 1, N° 3.
- 3) Argentina, Servicio Meteorológico Nacional, 1972 a. Estadísticas Climatológicas 1951-60. Fuerza Aérea Argentina. Servicio Meteorológico Nacional. Serie B, N° 6.
- 4) Argentina, Servicio Meteorológico Nacional, 1972 b. Normales Climatológicas 1931-60. Fuerza Aérea Argentina. Servicio Meteorológico Nacional. Serie B, N° 7.
- 5) Argentina, Servicio Meteorológico Nacional, 1981. Estadísticas Climatológicas 1961-70. Fuerza Aérea Argentina. Servicio Meteorológico Nacional. Serie B, N° 35.
- 6) Burgos, J. J., 1952. El termoperiodismo como factor bioclimático en el desarrollo de los vegetales, *Rev. Meteoros*, 2 (3 y 4): 215-242.
- 7) Burgos, J. J., 1958 (a). Tipos agroclimáticos para el cultivo de la palma dactilífera (*Phoenix dactylifera*) en la República Argentina, 3° Congreso Frutícola, 25 p. mimeografiado.
- 8) Burgos, J. J., 1958 (b). Agroclimatic classifications and representations WMO Comm. for Agricultural Meteorology Abridge Final Report, Doc 18 Second Sess, Warsaw, Poland, Set-Oct. 1958. WMO Publ. N° 83, 48 maps, tables and graphs.
- 9) Burgos, J. J., 1966. World trends in agroclimatic surveys. In Symposium on methods in Agroclimatology, UNESCO, July 23-30, 1966, p. 213-224, Reading Univ., Berkshire, England.
- 10) Burgos, J. J., 1982. Bases climatológicas para la planificación de recursos naturales y artificiales renovables en la Amazonia Brasileira (en prensa).
- 11) Burgos, J. J. y Reyes, M., 1965. Tipos agroclimáticos mundiales del cacaoero (*Theobroma cacao* L.), *Agron. Trop. Rev. del Centro de Inves. Agron.* 15 (1-4): 169-191, Maracay, Venezuela.
- 12) Burgos, J. J. y Scarpati, O. E., 1982. Tipos agroclimáticos mundiales del arroz (*Oriza sativa* L.), (inédito).
- 13) Thornthwaite, C. W. and Mather, J. R., 1955. Water balance, Pub. in *Climatology* Vol. VIII (1): 104 p., Centerton, New Jersey, USA.