

TOMO LVIII

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

ISSN 0327-8093

BUENOS AIRES

REPUBLICA ARGENTINA

Incorporación del Académico de Número Ing. Agr. Antonio J. Pascale



Sesión Pública Extraordinaria
del
13 de Mayo de 2004

Disertación del Ing. Agr. Antonio J. Pascale

Indice Agroclimáticos que determinaron la región sojera en la Argentina

Sr. Presidente,
Sres. Académicos,
Señoras y Señores:

Me resulta grato expresar satisfacción por el honor de integrar esta Academia Nacional, designación que agradezco y, al mismo tiempo, expresar mi propósito de cumplir adecuadamente las obligaciones establecidas en el Estatuto de esta Institución. En primer lugar, corresponde la exposición de un tema de mi elección que, lógicamente, seleccioné entre los relacionados con la soja, cultivo al que dedico mi tarea de investigación desde mediados del siglo pasado.

La producción de cultivos extensivos en la Argentina durante el

siglo XX se desarrolló preferentemente sobre la base de trigo, maíz, girasol y lino, en tanto que la soja, a pesar de repetidos intentos no tuvo una expansión cultural sostenida. Hacia fines de la década del sesenta la producción argentina de soja representaba el 0,05 % del total mundial con sólo 20 toneladas recogidas en focos aislados de las provincias de Misiones, Tucumán y Santa Fe, completando una superficie extrañamente reducida en comparación con la sembrada en otros países americanos, especialmente en Estados Unidos de Norte América (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1. Principales países productores de soja en 1967

País	Superficie cultivada ha	Rendimiento kg/ha	Producción	
			Miles de ton	% del total mundial
E.E.U.U.	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
Canada	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
México	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	27.646.000	1.318	36.456.000	100
Sudamérica	614.000	1.278	797.000	2,2

Las causas del reducido interés de la agricultura argentina por la soja en ese entonces, no eran fáciles de explicar, aunque *a priori* podrían atribuirse a la falta de suficientes estudios experimentales y no a condiciones ecológicas inadecuadas, pues la Argentina era gran productora de maíz y, en EE. UU. intercambiable en la rotación dado que ambos cultivos tienen exigencias bioclimáticas similares. Tampoco eran aceptables razones económicas pues, tanto para consumo interno como para la exportación, hubiera representado una importante fuente de ingresos.

Los estudios bioclimáticos de la soja con base experimental se iniciaron a fines de la década del 50 en la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas de la entonces Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires y se completaron con dos planes de investigación (CAFPTA N° 113 y 128), con la participación durante la década del 60 de la Cátedra de Cultivos Industriales de la misma Facultad.

Dado el gran incremento de este cultivo en los últimos cuarenta años, al punto de ser actualmente el de mayor difusión en la Región Pampeana y con proyección de aumento, teniendo en cuenta su liderazgo en las exportaciones, pareció oportuno dedicar esta disertación a los inicios de la experimentación que culminó con los resultados presentados en 1969 en el "5th International Bioclimatological Congress" de Montreux (Suiza) y, simultáneamente, en la *Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria*. 15(3):29-54. En realidad, mi propósito es señalar que los límites actuales del cultivo son similares a los establecidos en aquella oportunidad, lo cual avala la

metodología adoptada en la investigación para la implantación definitiva de esta oleaginosa.

La siembra de 5 muestras de granos de soja en el campo experimental de la Facultad, puso en evidencia la diferente adaptación de los ciclos biológicos al ambiente de Buenos Aires, desde una muy precoz, sólo 30 días a la floración, hasta otra muy tardía que llegó a madurez luego de 6 meses. Los otros 3 cultivares se comportaron intermedios y diferentes. Esta evidencia alentó la idea de que la especie tenía modalidades biológicas de diferentes necesidades climáticas y que el extenso territorio argentino podría satisfacerlas.

Entonces, el estudio debía caracterizar a la mayor cantidad de cultivares con sus exigencias y tolerancias bioclimáticas las que, determinadas y tipificadas, servirían como material biológico apto para los diferentes complejos climáticos de la Argentina. La introducción de muestras de semillas de soja se fue incrementando anualmente hasta los 400 cultivares en 1975, cuando la colección se transfirió al INTA pues, logrado el propósito de la investigación iniciada 15 años antes, debía continuarla la institución idónea en técnicas culturales adecuadas y en la extensión nacional de los resultados. En verdad, a la luz del resultado logrado por la situación actual del cultivo, ese organismo cumplió eficientemente el cometido, que ubica a la Argentina en el tercer lugar de la producción mundial.

La caracterización de tipos agroclimáticos de una especie agrícola corresponde al ámbito conjunto de la Bioclimatología Agrícola y de la Agroclimatología. La primera determina las exigencias y tolerancias

biológicas y la segunda señala la aptitud regional para satisfacer tales necesidades, marcando los límites del cultivo mediante índices agroclimáticos.

La Bioclimatología Agrícola es la parte de la Agrometeorología que estudia los requerimientos climáticos de una especie y para ello tiene un método de investigación basado en la experimentación a campo de los cultivares que la integran, mediante siembras continuadas que abarcan todo el ciclo de cultivo posible en cada lugar. Si estos experimentos se repiten anualmente en distintos lugares en una región, es fácil comprender que se obtendrán tantas reacciones biológicas como épocas de siembras, lugares geográficos, cultivares ensayados y años de experimentación.

La relación de todos los comportamientos biológicos particulares frente a los complejos atmosféricos actuantes, permite obtener los Índices Biometeorológicos, o expresiones cuantitativas que expresan la dependencia del desarrollo y crecimiento vegetal frente a los factores meteorológicos.

Cuando estos índices biometeorológicos, que señalan los requerimientos y límites climáticos de la especie, quieren confrontarse con disponibilidades regionales para su cultivo, la información climática adecuada genera los Índices Agrometeorológicos o expresiones utilizadas que expresan la posibilidad del cultivo a nivel local, regional o territorial. El esquema de la Figura 1 resume los conceptos anteriores.

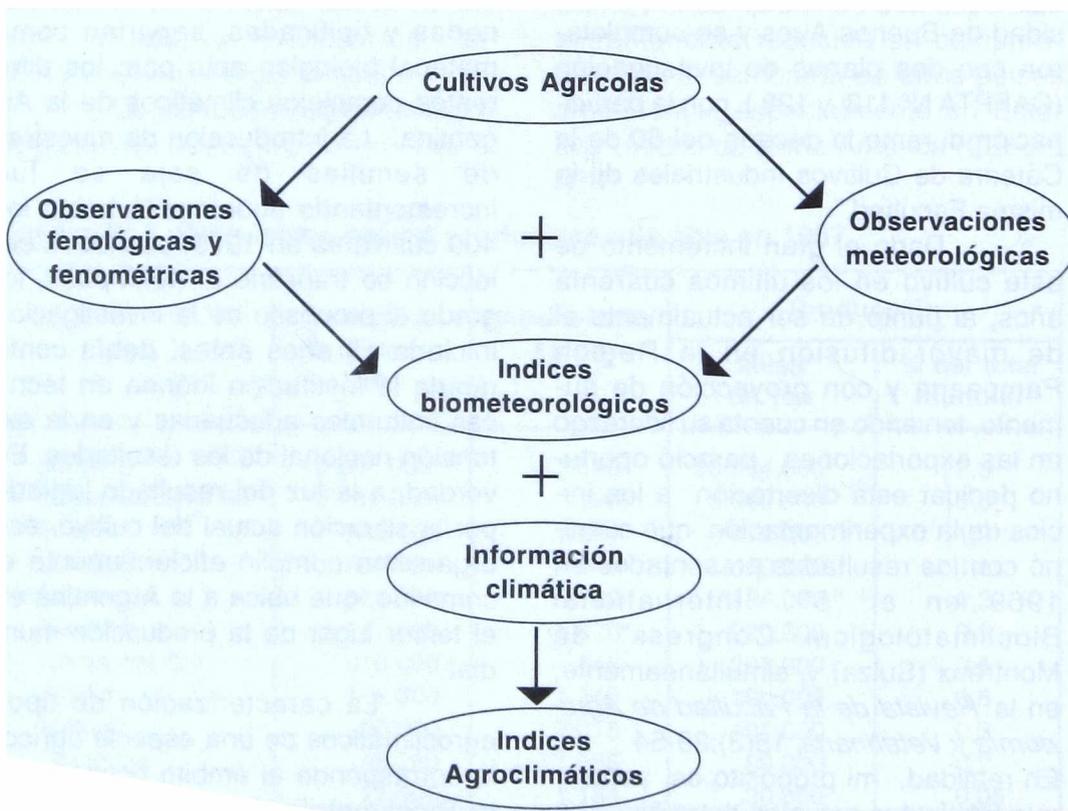


Figura 1. Esquema de la relación entre observaciones biológicas y físicas por medio de Índices Agroclimáticos

Ciertos índices agroclimáticos se establecen sin la necesidad de la experimentación a campo, acordes con los valores del clima de origen de la especie, del clima de las regiones donde el cultivo es exitoso o su experimentación fracasó. Por otra parte, la evaluación de las exigencias meteorológicas determinadas en estudios fisiológicos de las especies, también permite obtener índices biometeorológicos.

La soja es una especie atermocíclica y afotocíclica, es decir, tiene tejidos activos a la temperatura y al fotoperíodo solamente en las

termofase y fotofase positivas de la variación anual de la temperatura y de la duración del día. Por lo tanto, cualquier análisis climático debía referirse a los elementos meteorológicos durante ese lapso, ya que las fases negativas no tienen influencia sobre el cultivo.

El área del origen más probable de la especie, centro y norte de China, presenta temperaturas y fotoperíodos posibles de encontrar reproducidos en determinadas zonas de la Argentina, pero sin definir con ello ninguna característica específica para el cultivo

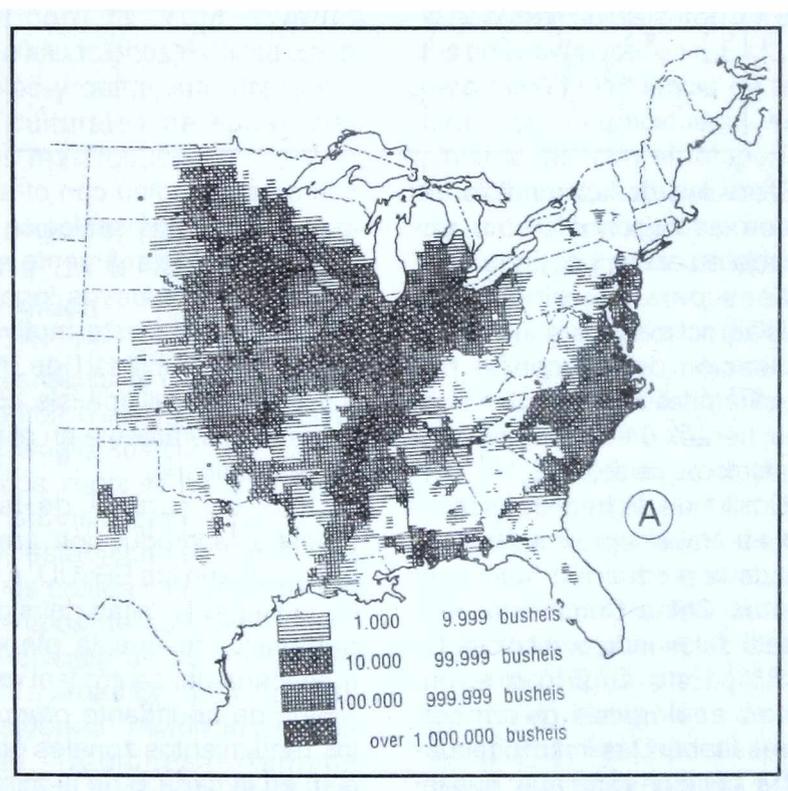
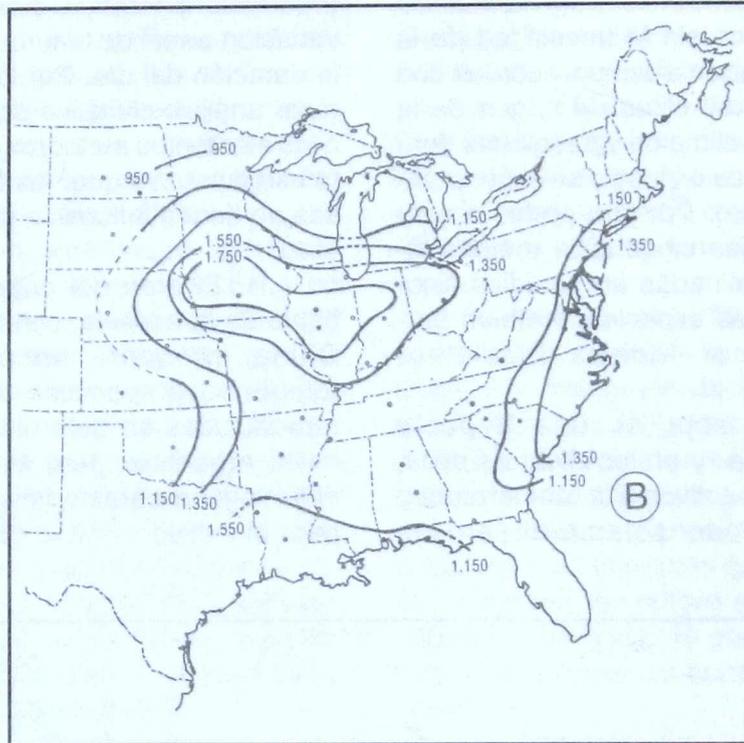


Figura 2. Región en EE.UU. de cultivo de soja en secano A) Producción por condados en 1961. B) Rendimientos regionales en kg/ha, promedio 1958/63.



El análisis de las condiciones climáticas de las regiones en las que se cultiva soja en el mundo, proporcionó las bases para determinar los parámetros agroclimáticos a utilizar en una clasificación de la especie por tipos. Las cifras del Cuadro N° 1 indicaban que dentro de los principales países productores de soja, EE.UU. con más de 16 millones de hectáreas cultivadas representaba, aproximadamente, el 73% de la producción mundial y que junto con China Continental, dejaban al resto del mundo con sólo poco más del 8%. Esto sugirió que las condiciones ecológicas de ambas regiones resultaban las más adecuadas para la soja, y señalaba que el estudio agroclimático debía centrarse en investigar si tales combinaciones climáticas podrían encontrarse en la Argentina. El rendimiento medio por hectárea, señalaba que la soja se había identificado con el clima de la región norteamericana de cultivo, tal

como ha sucedido con otras especies que, alejadas de su región de origen, se adaptaron plenamente a las condiciones de los nuevos lugares de implantación. Por este motivo, y por la mayor disponibilidad de información de todo tipo, el análisis comparativo se basó enteramente en el área sojera norteamericana.

La carta A de la Figura 2 muestra la producción areal de soja en secano en los EE. UU. a comienzos de la segunda mitad del siglo pasado, demostrando que la planicie norteamericana del centro y el este era una región de abundante producción, con los rendimientos zonales que se aprecian en la carta B de la misma Figura.

La posibilidad de iniciar en el territorio de la Argentina el cultivo de la soja sobre bases científicamente sólidas, sólo comenzó a concretarse a partir de la investigación previa sobre las necesidades bioclimáticas de la especie y la posibilidad de satisfacer-

las regionalmente. La investigación adoptada para esta finalidad, se desarrolló con la metodología bioclimática y agroclimática que se señala en cada caso.

Resulta necesario señalar que la cartografía agroclimática de 1969, sólo marcó límites regionales y grandes áreas de aptitud para el cultivo, lo cual representa una clasificación macroclimática de regiones térmicas, hídricas y fotoperiódicas. A partir de 1977, con el reemplazo del balance hidrológico climático, utilizado inicialmente en el estudio, por el balance hidrológico meteorológico, se desarrolló una clasificación mesoagroclimática con la cual pueden computarse situaciones hídricas anuales probables y determinar áreas con aptitudes culturales de superficies geográficas más reducidas.

Índices bioclimáticos y agroclimáticos de la clasificación macroclimática

El análisis de cada uno de los requerimientos bioclimáticos básicos de la soja exigió seleccionar índices bioclimáticos representativos, cuya aplicación en las regiones mundiales de cultivo, establecieran los límites dentro de los cuales fuera posible clasificar los «tipos de agroclimas» respectivos. Por calificar las condiciones de aptitud de áreas geográficas, cada rubro considerado recibe la denominación de «regiones»: térmica, fotoperiódica e hídrica y dentro de ellas, se jerarquizan los índices para diferenciar las «zonas» las que se designan con las primeras letras del alfabeto.

Regiones Térmicas

Por ser una especie termófila la primera división del territorio fue la

separación de la región por aptitud térmica. El análisis de las áreas sojeras mundiales indicó que ninguna tenía temperaturas medias inferiores a 20°C en el mes más caliente del año. Este límite separó prácticamente la mayor parte del país como región térmicamente apta, desde el este hasta las estribaciones andinas occidentales que por aumento de la altitud disminuyen la disponibilidad térmica, y desde el norte hasta comienzos de la región patagónica en el sur, según se indica en las cartas agroclimáticas que se presentarán.

Para conocer como se satisfacían los requerimientos térmicos de la soja apta se utilizaron los experimentos de Brown que, en E.E.U.U., en 1960 determinó la influencia de la temperatura sobre el crecimiento vegetal conjuntamente con el fotoperíodo, dada la característica de ser esta una especie muy influenciada por la duración del día. Generó las unidades de desarrollo de la soja ("Soybean Development Units" = SDU) las que se adaptaron en nuestro estudio como el índice bioclimático de la temperatura (Figura 3 A).

Estudios norteamericanos sobre la ecología de la soja aplicaron este índice en ensayos de campo y lo utilizaron como jerarquización de las temperaturas medias diarias durante el período vegetativo de la soja, a partir de los 15 °C, por ser este el nivel térmico en el momento de siembra en la región de los Grandes Lagos. A pesar de que la temperatura base inicial de crecimiento de la soja es de 10 °C, es conveniente sembrarla a una temperatura más alta lo cual permite un nacimiento y crecimiento vigoroso, minimizando la competencia de las malezas. En los ensayos de siembras continuadas realizados en el campo

experimental de la entonces Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, nunca se produjeron nacimientos antes de que el aire alcanzara los 15 °C.

Actualmente, la utilización de cultivares que pueden germinar a menor temperatura, o los transgénicos que admiten el uso de herbicidas preemergentes de acción total contra las malezas, y la siembra directa, reducen esta valora-

ción térmica inicial del cultivo. Sin embargo, la índole comparativa regional permite continuar con la utilización de este nivel térmico. Se admite también, que la finalización del período vegetativo de la soja ocurre con similar temperatura media de 15 °C y que, según las regiones, coincide aproximadamente con la fecha de ocurrencia de heladas tempranas en el 20 - 25% de los años.

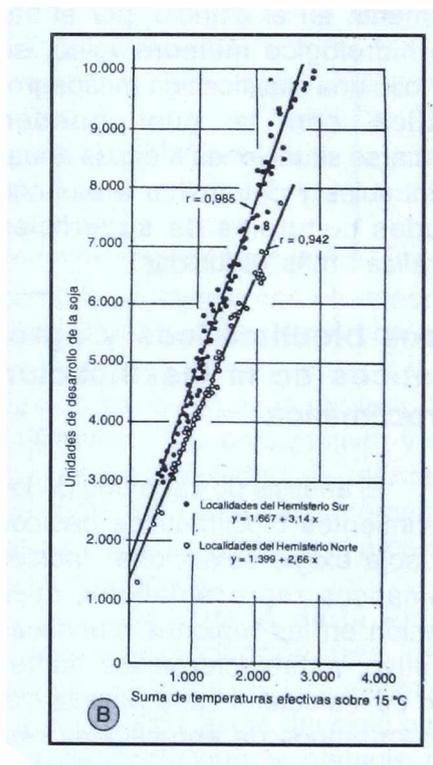
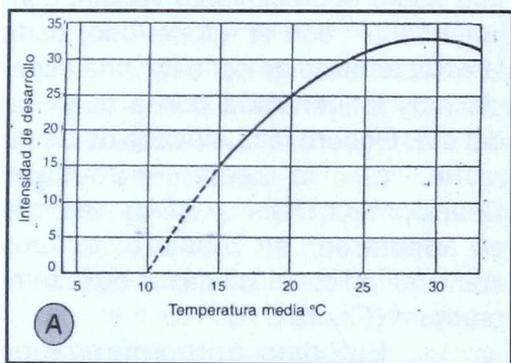


Figura 3. A) Relación promedio entre la temperatura y la velocidad de desarrollo de la soja. B) Correlación entre Unidades de Desarrollo y suma de temperaturas efectivas sobre 15°C.

Para indicar en forma cuantificada la necesidad bioclimática varietal o la aptitud agroclimática regional, resulta aceptable utilizar como índice térmico a la acumulación de las SDU durante el período con temperatura del aire $> 15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Como el valor de SDU no es de uso práctico, se lo reemplazó por otro puramente climático, independiente de la necesidad bioclimática de la soja, pero que permite establecer comparaciones agroclimáticas de similar confiabilidad que las SDU. La sumatoria de temperaturas residuales sobre $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el período vegetativo, fácilmente calculable con la información de estadísticas climáticas corrientes, probó ser el reemplazo adecuado. La confrontación entre los valores calculados por ambos índices durante el bioperíodo de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ mostró elevada correlación en numerosas localidades del Hemisferio Norte y de la Argentina y de Brasil (Figura 3 B). La diferente inclinación de las rectas de regresión para las localidades sudamericanas que muestra la figura se debe, quizás, a la diferente tensión térmica diaria con que se inicia y finaliza el bioperíodo de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ en ambos Hemisferios, y también a la diferente duración de éste bioperíodo en ambas situaciones.

Regiones hídricas

La libre disposición de agua en el suelo es fundamental para el cultivo de la soja. Durante el ciclo de cultivo, hay tres momentos que constituyen otros tantos períodos críticos para agua. La reserva de agua en el suelo en primavera, cuando la temperatura del aire alcanza los $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ es importante, dado que la siembra debe efectuarse con buena humedad pues el nacimiento de la soja es un período hídrico crítico. La deficiencia de agua durante

esta etapa del ciclo, afecta directamente la cantidad y calidad de producción, debido a pérdida de plantas que obliga en casos extremos a la resiembra.

El segundo momento crítico es la condición hídrica en el subperíodo comienzo de fructificación hasta el peso máximo de las vainas. La humedad edáfica favorable para el crecimiento es determinante del rendimiento final. En cambio, los excesos de agua en el suelo durante el período vegetativo pueden modificar el rendimiento final en forma variable. Cuando ocurren acompañados de valores altos de evapotranspiración en suelos con buen drenaje, los rendimientos pueden ser buenos. En condiciones opuestas, es decir, en suelos poco permeables y poco ventilados, los rendimientos sufrirán disminuciones, como sucedió en el año 1968 en los ensayos realizados en la provincia de Tucumán, los cuales mostraron claramente el efecto negativo de los excesos de agua. También el exceso de agua antes de la cosecha resulta perjudicial y constituye el tercer período hídrico crítico, especialmente cuando las temperaturas son superiores a los $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, pues las plantas continúan vegetando, no se produce la defoliación, la semilla no termina de madurar y se favorece el desarrollo de enfermedades. El análisis de los excesos de agua en áreas sojeras mundiales permitió considerar que, sobre suelos franco arcillosos bien preparados, excesos de hasta 100 milímetros durante el período de cultivo, no causarían inconvenientes.

Los balances hidrológicos climáticos (BHC) de localidades de EE.UU. (Figura 2 A) indicaron que los 100 milímetros de deficiencia total de agua en el período vegetativo, coincidían muy aceptablemente con el límite

occidental del área de secano. Se utilizó ese valor para separar las regiones del país que pueden cultivarse en secano de las que requieren irrigación, parcial o total. Obviamente, a deficiencias cada vez menores, por mayor provisión de agua, corresponden rendimientos mejores. En los EE.UU., la región de mayores rendimientos (Figura 2 B) tiene menos de 33 milímetros de deficiencia durante el período vegetativo.

Sin embargo, el criterio de deficiencia en agua durante el bioperíodo de 15 °C no puede generalizarse para todos los regímenes hídricos.

Dentro de las regiones con condiciones térmicas favorables para el cultivo de la soja, existen diferentes regímenes pluviométricos que afectan la estación de cultivo de distinta manera. En áreas donde las precipitaciones invernales llevan la humedad de suelo a capacidad de campo durante uno o más meses, es decir con Evapotranspiración Real igual a la Evapotranspiración Potencial ($ER = EP$), es de aplicación la deficiencia de agua en el bioperíodo de 15 °C como índices agroclimáticos, o sea, 100 milímetros de deficiencia como valor límite para el cultivo de secano siendo los valores decrecientes indicativos de aptitudes favorables.

En otras, en cambio, las precipitaciones anuales se concentran en

el semestre cálido y el invierno sin lluvias produce ER nulas o de escaso valor. Para estas áreas de régimen monzónico, la clasificación por tipos agroclimáticos hídricos necesita la utilización de otro Índice hídrico para limitar y jerarquizar la aptitud agroclimática para el cultivo. En este caso, el valor de la evapotranspiración relativa $[(ER/EP) \cdot 100]$, puede indicar las condiciones de humedad durante el ciclo. La Figura 4 ilustra la ocurrencia de las dos situaciones que pueden presentarse durante el bioperíodo de 15 °C en la región de secano para el cultivo en el territorio argentino. Dentro de la gran región térmicamente apta, se diferencian 2 subregiones. La oriental (A) y la noroccidental (B).

En la subregión oriental, significativamente más extensa y característica de la Región Pampeana, la siembra coincide con la salida del invierno y el comienzo del bioperíodo de 15 °C dispone de humedad del suelo favorable en la mayoría de los años. El período vegetativo lo cumple con deficiencias en agua nulas o variables, por lo cual las diferentes aptitudes para el cultivo pueden jerarquizarse con los milímetros de deficiencias computados con el BHC, tanto más perjudiciales cuanto más sumen en los meses de enero más febrero, coincidentes con el subperíodo comienzo de floración – peso máximo de las vainas, lapso que requiere las mejores condiciones de humedad.

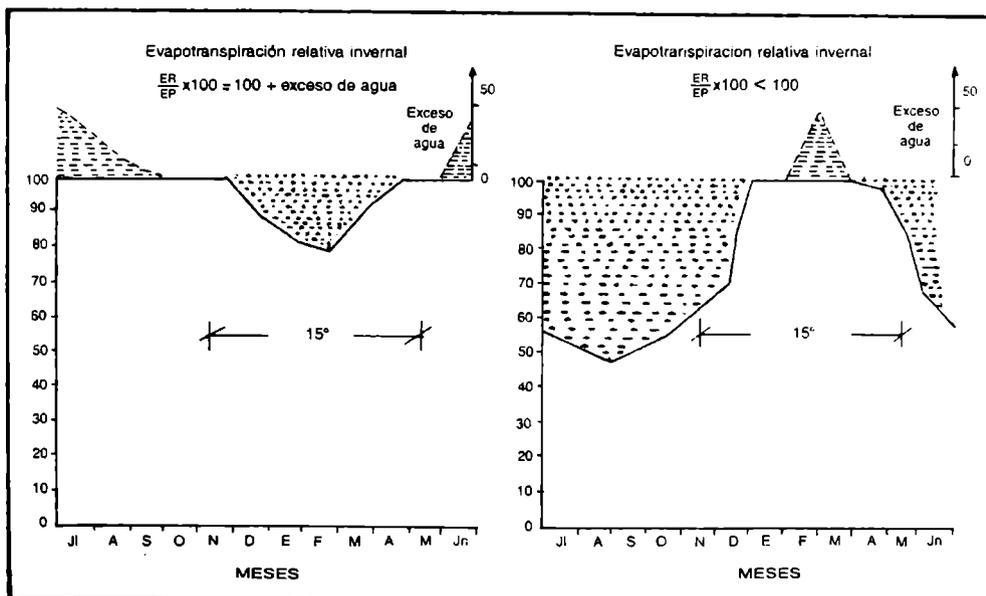


Figura 4. Situaciones hídricas que pueden presentarse para el cultivo de la soja.

En cambio, las áreas reducidas del noroeste argentino tienen un régimen hídrico diferente, dado que las precipitaciones se producen en verano. Por ello, la valoración zonal no se hace por deficiencia en agua del bioperíodo de 15 °C., sino por la duración en días de la evapotranspiración relativa (ER/EP) . 100 = 100 según las siguientes expresiones porcentuales computadas del BHC..

a. $(ER/EP).100 < 50$ ó *período invernal seco*. En esta condición no es posible actividad agrícola, aún existiendo condiciones térmicas favorables.

b. $(ER/EP).100$ entre 50 y 75 ó *período seco – subhúmedo*. Permite el comienzo de las tareas de preparación del suelo, la siembra y comienzo del nacimiento.

c. $(ER/EP).100$ entre 75 y 100 ó *período subhúmedo-húmedo*. El cultivo dispone de condiciones hídricas favorables que permiten un buen crecimiento vegetativo.

d. $(ER/EP).100 = 100$ ó *período húmedo*. Lapsó anual con mayor disponibilidad hídrica, en el que se produce la etapa de comienzo de fructificación y formación de granos. La duración y monto de los excesos de agua son determinantes de la aptitud regional para el cultivo pues, por ejemplo, más de 120 días y más de 100 mm de exceso, son perjudiciales para el cumplimiento normal del ciclo vegetativo. Ningún día con $(ER/EP) . 100 = 100$ es el límite para el cultivo en secano. Como el BHC computa los valores mensualmente, la primera aptitud de favorabilidad es de 30 días con esta situación hídrica.

e. (ER/EP).100 entre 100 y 75 ó *período húmedo-subhúmedo*. Etapa de finalización del cultivo, amarilleo de las hojas y maduración, con humedad en decrecimiento para poder realizar la cosecha sin inconvenientes.

Por lo tanto, los límites hídricos del cultivo en seco en ambas subregiones, así como la jerarquización de las aptitudes regionales, se corresponden con los milímetros de deficiencia o la evapotranspiración relativa, respectivamente, según los resultados que brinde el BHC durante la estación de cultivo.

Regiones Fotoperiódicas

Aunque la característica de la especie es ser una 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 debido a un nivel fotoperiódico elevado.

A mediados del siglo pasado se consideraba que un fotoperíodo mayor a 16 horas inhibía la floración de las sojas en cultivo, y que cuando la duración del día durante el solsticio de verano era ligeramente inferior a ese valor, los cultivares podían completar su desarrollo. Con posterioridad, se obtuvieron cultivares con gran indiferencia al fotoperíodo y requerimiento calórico muy reducido. En lugares en los que el fotoperíodo del mes más cálido es mayor que el umbral de

desarrollo de un cultivar, las plantas florecen más tardíamente. Por tal motivo, en las latitudes bajas, los cultivares utilizados son los que satisfacen mejor sus crecientes necesidades en días cortos.

Por otra parte, cuanto más exigentes son los cultivares en fotoperíodos cortos, tanto más lo son en sumas térmicas para completar el ciclo. Por lo tanto, las tolerancias o exigencias fotoperiódicas y las necesidades calóricas de la soja son requerimientos bioclimáticos de magnitudes opuestas.

De acuerdo con la duración del ciclo vegetativo, como consecuencia de sus requerimientos fotoperiódicos y térmicos, los distintos cultivares de soja se han reunido en 12 grupos de precocidad decreciente, escala de 000 a X, siendo las sojas del grupo 000 de ciclo muy corto, y las del X, muy largo. Estos cultivares se ordenan en fajas latitudinales y ese fue el criterio adoptado para ubicarlos en la región de cultivo en la Argentina.

De las consideraciones previamente efectuadas surgió la determinación de los límites culturales en el amplio territorio térmicamente apto, donde la humedad durante el período vegetativo señala dos subregiones para la siembra de soja en seco (Figura 5).

En el Cuadro N° 2, se han ubicado las regiones agroclimáticas y sus índices, con los cuales es posible efectuar la zonificación de las dos subregiones de cultivo de la soja en seco, así como las disponibilidades regionales (Figura 6 A, B, C y D).

Cuadro N° 2. Tipos agroclimáticos para el cultivo de soja.

1. REGIONES TERMICAS - Eficiencia de la temperatura durante el bioperíodo de 15° C				
REGIMEN DE HUMEDAD				
Z O N A S	1a. ER / EP X 100 <100	Z O N A S	1b. ER / EP X 100 -100 (+ exceso de agua)	Tipo Agroclimático (Temperatura efectiva)
	Indice Agroclimático Suma de temperaturas sobre 15°C		Indice Agroclimático Suma de temperaturas sobre 15°C cuando ER/EPx100 >75	
A	< 600	A ₁	< 450	muy frío
B	601 - 1.200	B ₁	451 - 651	templado - frío
C	1.201 - 1.800	C ₁	651 - 850	templado
D	1.801 - 2.400	D ₁	851 - 1.050	templado - caliente
E	> 2.400	E ₁	> 1.050	caliente
2. REGIONES HIDRICAS - Humedad del suelo durante el bioperíodo de 15° C				
Z O N A S	2a. ER / EP x 100 ≤100	Z O N A S	2b. ER / EP x100 =100 (+ exceso de agua)	Tipo Agroclimático (Humedad)
	Indice Agroclimático Deficiencia en agua del suelo (mm)		Indice Agroclimático Número de días con ER/EPx100 = 100	
A'	> 100	A' ₁	0	muy seco
B'	99 - 66	B' ₁	1 - 30	seco
C'	65 - 33	C' ₁	31 - 60	subhúmedo - seco
D'	32 - 0	D' ₁	61 - 90	subhúmedo - húmedo
E'	con pequeño exceso	E' ₁	> 90	húmedo
3. REGIONES FOTOPERIODICOS - Fotoperíodo en el mes más caluroso del año				
Z O N A S	Indice Agroclimático Fotoperíodo durante el solsticio de verano (h y m)	Rango latitudinal de cultivo	Grupo de maduración	Tipo Agroclimático (Fotoperíodo)
A''	> 16:30	> 43°	000 - I	muy largo
B''	15:30 - 16:30	36° - 43°	0 - IV	largo
C''	14:30 - 15:30	26° - 35°	V - VIII	intermedio
D''	13:30 - 14:30	11° - 25°	VII - IX	corto
E''	< 13:30	entre 10° N y 10° S	IX ▶	muy corto

En la Figura 6 A, B, C, y D se señalan las jerarquías de los índices agroclimáticos de las regiones térmicas, hídricas y fotoperiódicas según los estudios bioclimáticos o bibliográficos utilizados en cada caso pero, la confirmación de su aplicación en territorio de la Argentina se logró con la experimentación a campo durante la década del 60.

Como se dijo, la comprobación del comportamiento de un vegetal en distintos complejos ambientales, sea por diferencias geográficas o temporales en cada año de experimentación, posibilita conocer los complejos atmosféricos que satisfacen sus necesidades bioclimáticas, así como la zonificación de las aptitudes regionales para un cultivo económico.

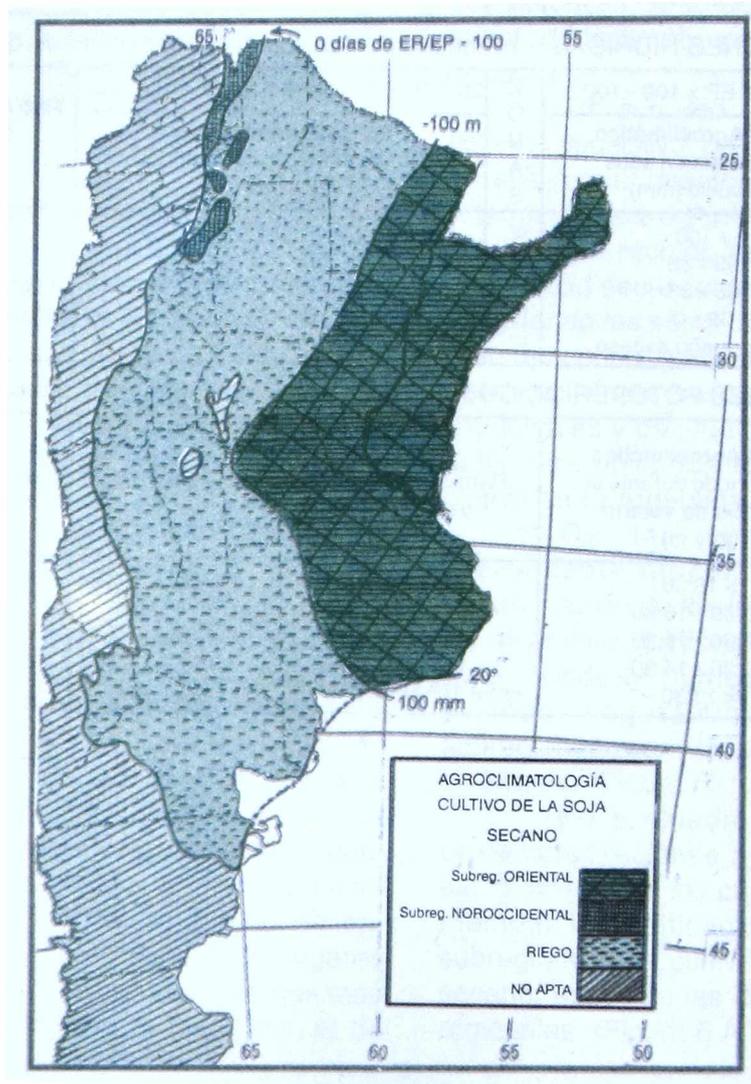


Figura 5. Carta de regiones térmicas e hídricas, límites para el cultivo de soja en la Argentina.

No es motivo de esta disertación entrar en detalles de la tarea desarrollada en 7 años agrícolas, entre 1962/63 y 1968/69, para verificar si los resultados alcanzados brindaban seguridad en los consejos agroclimáticos que motivaron el incremento creciente del cultivo de la soja en la Argentina. Sólo se presentan dos

cartas, que muestran la ubicación regional de los ensayos (Figura 7), y el consejo de siembra varietal (Figura 8), obviamente con cultivares exóticos. Afortunadamente, en pocos años la labor fitogenética nacional, oficial y privada, logró el conjunto de cultivares adecuados para las distintas áreas de las dos subregiones de siembra en seco.

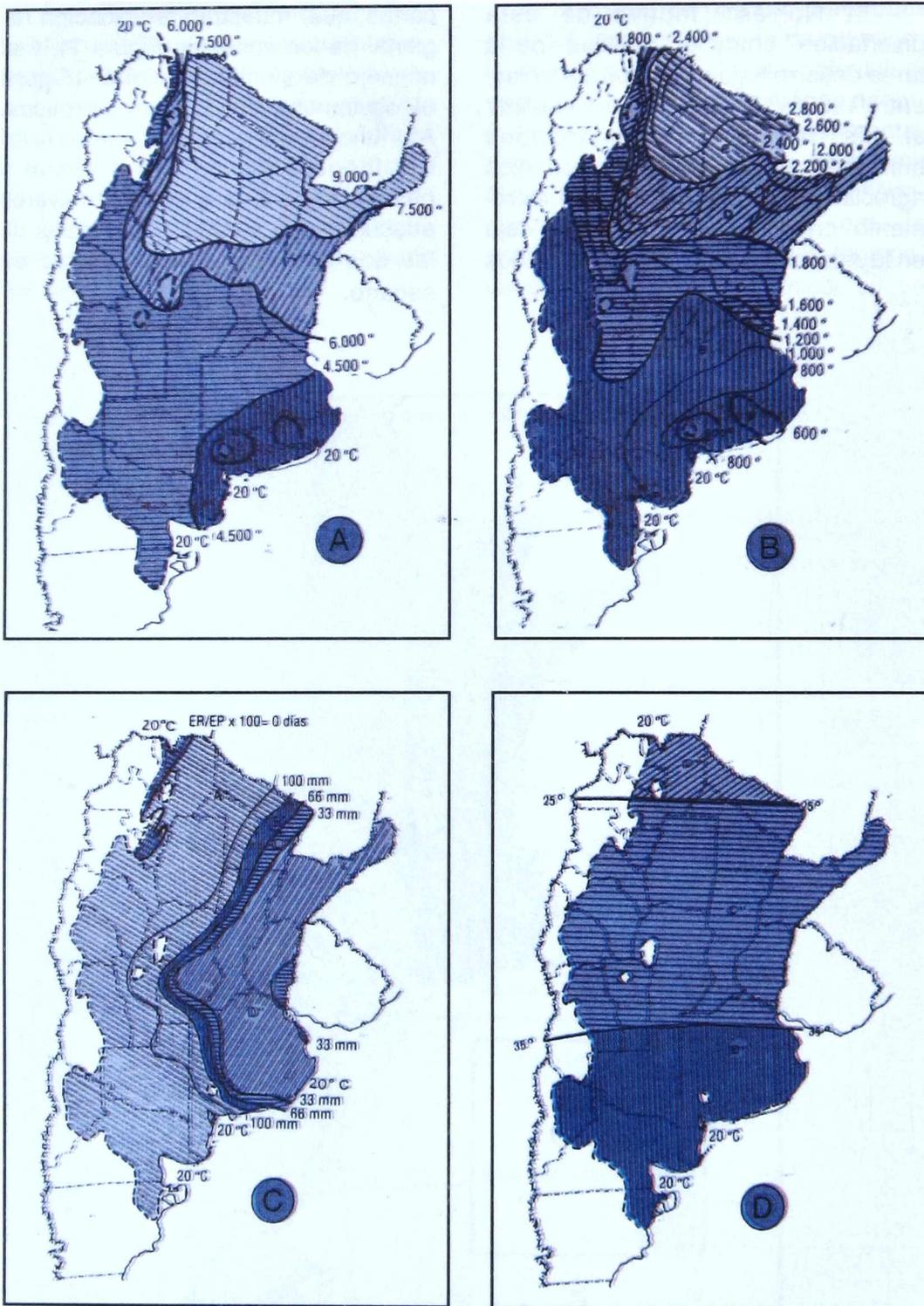


Figura 6. Zonificación del territorio argentino para el cultivo de la soja mediante índices agroclimáticos.

A) Suma de temperaturas efectivas sobre 15 °C. B) Unidades de desarrollo para la soja. C) Regiones hídricas. D) Regiones fotoperiódicas.



Figura 7. Lugares de las siembras geográficas

HOOD W.65 HALESOY-71 BIENVILLE OGDEN LEE	OGDEN W. 65 HALESOY-71 JACKSON HOOD LEE	HOOD HALESOY-71 DORMAN LEE OGDEN W. 65	STUART LEE HALESOY-321 HALESOY-71 JACKSON J.E.W. 45	BIENVILLE HOOD LEE HALESOY-71 JACKSON J.E.W. 45	HALESOY-71 LEE HOOD HILL J.E.W. 45 W. 65	BIENVILLE BRAGG HAMPTON LEE HALESOY-71 HILL
OGDEN LEE HOOD HALESOY-71 W.65 JACKSON						JACKSON W. 65 C.N.S. OGDEN J.E.W. 45 BIENVILLE
HARDEE HARBINSON J.E.W. 45 OGDEN HAMPTON LEE						BRAGG HAMPTON MAJOS BIENVILLE JACKSON HOOD
LEE JACKSON W.65 HALESOY-71 CLARK HALESOY-321						OGDEN HOOD LEE HILL DORMAN HALESOY-71
CLARK SCOTT SHELBY LEE CHIPEWA W.65						BRAGG LEE OGDEN HILL JACKSON HALESOY-321
OGDEN HALESOY-71 BRAGG DORMAN JACKSON LEE						HALESOY-321 BETHEL HILL HALESOY-71 DORMAN LEE
J.E.W. 45 JACKSON HALESOY-71 OGDEN LEE ROANOKE						HOOD OGDEN LEE JACKSON HILL HALESOY-321
OGDEN HALESOY-71 JACKSON HILL BRAGG J.E.W. 45						HOOD JACKSON OGDEN LEE CLARK HILL
J.E.W. 45 OGDEN HALESOY-71 JACKSON LEE BRAGG						HOOD HILL HALESOY-321 OGDEN LEE CLARK
HOOD OGDEN HALESOY-71 LEE CLARK HAWKEYE	HOOD OGDEN CLARK SCOTT HALESOY-71 HILL	CLARK SCOTT HAWKEYE CHIPEWA HARMAN SHELBY	SCOTT HARMAN CHIPEWA HAROSY-63 ADAMS MERIT	HARMAN CLARK SCOTT ACME HAROSY-63 F.A.V. 24	CLARK CHIPEWA SHELBY ADAMS SCOTT DORMAN	HOOD HALESOY-321 DORMAN HILL LEE HALESOY-71

Figura 8. Consejo varietal de siembra

Las cartas de la Figura 6 demuestran claramente las excelentes disponibilidades calóricas de la parte norte del país, mayores que las de las zonas más calientes del área sojera norteamericana. Influye en esta ventaja, la característica climática de esta parte del Hemisferio Sur, que determina un período más dilatado de acumulación de temperaturas efectivas sobre 15 °C, prácticamente todo el año en la parte septentrional del país. Esto confirma que la limitación para el cultivo de la soja en secano, obedece a la disponibilidad de agua durante el período vegetativo y no a la falta de calor estival, ya que dentro del área sojera térmicamente favorable, la deficiencia hídrica es la que fija el límite de cultivo. En la parte patagónica de la región, existen zonas con más de 300 grados de suma de temperaturas efectivas mayores a 15 °C donde podrían prosperar cultivos de soja, con períodos vegetativos mayores a 100 días y con riego. Esta es la razón porque en la subregión noroccidental la fecha de siembra la determina la humedad edáfica.

En la *subregión oriental*, el

gradiente de humedad disminuye de NE a SO, pudiendo considerársela como una continuación de la región sojera brasileña, con disminución de la aptitud favorable para el cultivo en igual sentido, por el aumento de la deficiencia de humedad de suelo durante el verano.

En la Figura 9 A) se presentan los tipos agroclimáticos computados con valores estadísticos disponibles en la década del noventa y en (B) se ha trazado el desplazamiento hacia occidente de la isolínea de deficiencias <100 mm, consecuencia del aumento de las precipitaciones estivales en el último treintenio del siglo pasado. De acuerdo con los tipos agroclimáticos existentes en la dilatada extensión latitudinal de la Región Pampeana, se pueden sembrar cultivares de ciclos largos hasta cortos, eligiendo cultivares que completen su ciclo en forma definida para fines de verano pues, con ciclo largo, la maduración coincidiría con el otoño normalmente húmedo y aún con temperaturas favorables para el crecimiento, condiciones que son inadecuadas en la etapa final del cultivo.

La comparación de los tipos agroclimáticos térmicos de esta subregión oriental con los de los EE.UU., permite comprobar que mientras en el país del norte los tipos A ocupan una superficie muy amplia, en la Argentina quedan reducidos a una pequeña área en el sudeste de la provincia de Buenos Aires y por lo contrario, la zona E de amplio cubrimiento local no se encuentra presente en el territorio sojero norteamericano. Estas diferencias no son importantes ya que para cada zona pueden utilizarse cultivares que satisfacen sus exigencias térmicas de acuerdo con las disponibilidades ambientales.

En lo que se refiere al aspecto hídrico, los resultados de los balances hidrológicos computados con valores climáticos del período 1961/90 en comparación con los iniciales (193 - 1960) (Figura 9 B) reflejan claramente como el aumento de las precipitaciones en el segundo período, con el consiguiente aumento de la disponibilidad de agua edáfica, determinó el desplazamiento hacia occidente del límite del área de cultivo en secano. La superficie que aparece rayada en la carta indica como se amplió la subregión por el criterio valorativo de la disponibilidad de agua. En el noroeste del país también se amplió la región de secano pero, en este caso, se corrió hacia el este la isolínea de 0 días de $ER/EP \cdot 100 = 100$.

Obviamente, para el desarrollo permanente del cultivo de soja en estas nuevas áreas, aparte de los climáticos, deben considerarse otros aspectos relevantes como el tipo de suelo, la aptitud para otros cultivos o destinos agropecuarios y, fundamentalmente, el riesgo que la variabilidad de las precipitaciones pueda transformar una condición hídrica favorable, en una

fluctuación temporaria del régimen de humedad y no una tendencia permanente.

La zonificación agroclimática de un cultivo no es estática sino que puede variar la superficie geográfica de los agroclimas. En este caso, porque la serie climática analizada posteriormente presentó un régimen pluviométrico con humedad más favorable para el cultivo, pero también permitió la creación de nuevos cultivares que pueden sembrarse en áreas consideradas ineptas anteriormente, genera tipos agroclimáticos diferenciados.

Índices agroclimáticos de la clasificación mesoagroclimática

Antes de entrar a considerar el desarrollo de la soja en la Argentina, acorde con los límites agroclimáticos fijados en los estudios iniciados a comienzos de la segunda parte del siglo pasado, parece oportuno señalar que la investigación sobre zonificación de la aptitud regional para el cultivo se continuó con una técnica diferente en el cómputo del balance de agua.

La utilización de valores climáticos normales para la determinación de las regiones térmicas, hídricas y fotoperiódicas de los tipos macroagroclimáticos, al cubrir superficies geográficamente aptas, sólo permite una clasificación por aptitud regional. La creciente y sostenida importancia adquirida por el cultivo mereció una zonificación que considerara, dentro de los límites agroclimáticos normales, la variabilidad anual de los componentes climáticos que caracterizan las regiones. De tal forma, se pasó de una clasificación macroagroclimática a una mesoagroclimática la

que, por la subdivisión de las macrozonas, admite una zonificación más detallada.

La variación anual en las regiones fotoperiódicas resulta poco relevante por la invariabilidad propia del fotoperíodo y de las térmicas, las variaciones anuales en las temperaturas medias mensuales son de escasa magnitud. En cambio, la gran variabilidad interanual de las precipitaciones mensuales determina oscilaciones significativas en las disponibilidades de agua, reflejadas por el balance de agua durante el período vegetativo. Esta variabilidad puede cuantificarse computando el balance hidrológico seriado (BHS).

Por estas consideraciones, se concluyó que la subdivisión mesoagroclimática podría realizarse con índices agroclimáticos de valoración hídrica derivados del cómputo del BHS o balance meteorológico consecutivo. Así, se obtienen situaciones hídricas probables, con las cua-

les es posible jerarquizar aptitudes culturales de superficies geográficas más reducidas que las macrozonas delimitadas por el Balance Hidrológico Climático (BHC).

A partir de investigaciones iniciadas en 1977 se fueron obteniendo Índices Agroclimáticos Hídricos para ambas subregiones del cultivo, que no es del caso detallar pero que se señalan a continuación, porque se utilizaron para definir la aptitud agroecológica regional que se mencionará como cartografía actual de cultivo.

Subregión oriental

Demostrado que la humedad disponible en el subperíodo crítico para el cultivo es fundamental en la producción anual, se determinó cuál era la concentración de la deficiencia hídrica en los meses de enero más la de febrero, por coincidir con el subperíodo floración – peso máximo de las vainas, el de mayor exigencia en agua.

Finalmente , se obtuvieron los valores siguientes:

Índice agroclimático (mm de deficiencia en enero + febrero)	Características productivas	Valoración
0-25 mm	Máxima producción zonal	Año bueno
26-43 mm	} Mediana a reducida producción zonal }	Año regular
44-61 mm		
62 mm o más	Mínima producción zonal o pérdida de cosecha	Año malo

Las probabilidades combinadas de “años buenos” y “años malos” en más del 50%, entre 33 y 20 % y menos del 20 %, definió la aptitud regional que observa en la Figura 10.

Subregión noroccidental

Al considerar, en este caso,

que la definición del rendimiento se produce acorde con la disponibilidad de agua durante el período hídrico entre valores del 75% de la evapotranspiración relativa estival, (período hHH'h'), se dedujeron los Índice de Sequía (Iss) e Índice de Humedad (Ihs).

$$Iss = \frac{\text{mm diferencia en hHH' h' } (\rho=0,50)}{\text{Nº días del hHH' h' } (\rho=0,50)} \times 30$$

$$Ihs = \frac{\text{mm de exceso en hHH' h' } (\rho=0,50)}{\text{Nº días del hHH' h' } (\rho=0,50)} \times 30$$

La combinación de valores de Iss e Ihs del Cuadro siguiente, computado para localidades del noroeste de la Argentina, posibilitó la zonificación mesoagroclimática

Valor del Iss	Denominación zonal	Características hídricas para el cultivo	Valor del Ihs	Denominación zonal	Características hídricas para el cultivo
0	muy húmeda	inepta	0	seca	apta, marginal o inepta
1-4	húmeda	inepta a marginal	1-10	sub-húmeda seca	apta, marginal o inepta
5-8	sub-húmeda húmeda	apta	11-20	sub-húmeda húmeda	apta marginal
9-12	sub-humeda seca	apta a marginal	21-30	húmeda	marginal
+ de 12	seca	inepta	+ de 30	muy húmeda	inepta

La reducida superficie que se obtuvo con los cómputos, no permite presentar una carta que permita visualizar los resultados pero que, ordenados en categorías de zonas aptas, marginales por exceso, marginales por deficiencias y en no aptas, se utilizaron para la cartografía agroecológica.

Clasificación por aptitud agroecológica

Cuando se requiere definir e implementar una política agrícola, resulta imprescindible la regionalización de un territorio mediante la determinación de sus aptitudes para las diferentes actividades de la empresa rural. Este objetivo se logra relevando todos los factores determinantes de sus posibilidades en las distintas regiones en estudio.

Para el cometido propuesto deben prepararse tres zonificaciones básicas: *a)* uso actual de la tierra o distribución espacial de las áreas destinadas a cultivo, a ganadería, a silvicultura, incultas, etc.; *b)* aptitud ecológica para las distintas actividades agrícolas y, *c)* infraestructura y condiciones socioeconómicas existentes.

Si el estudio se realiza para una especie agrícola en la particular, la zonificación de sus posibilidades de expansión cultural también requiere los mismos pasos. En el caso del cultivo de la soja en la Argentina, de las tres zonificaciones básicas previamente enumeradas, no fue necesario considerar la infraestructura ni las condiciones socioeconómicas pues, por ocupar una región de tradición agrícola y, por ser esta oleaginosa un cultivo extensivo semejante a otros de siembra estival, tenía el apoyo técnico necesario para un desarrollo sin incon-

venientes mayores. Además, los aspectos socioeconómicos son eminentemente dinámicos, ya que el hombre puede incentivar el cultivo de una especie en áreas ecológicas no muy propicias y, en otros casos, desalentar la siembra en áreas de relevante aptitud ecológica.

La zonificación ecológica de una región para un cultivo en particular debe considerar las acciones que sobre la especie ejercen en forma conjunta el clima y el suelo, objetivo que se logra comparando las cartas de aptitud respectivas. Como regla, el clima marca los límites geográficos de la región donde puede realizarse extensivamente el cultivo y, dentro de esa superficie climáticamente apta, el suelo señala matices de cantidad y/o calidad de las cosechas al integrarse con el clima para satisfacer las necesidades de la especie.

Como consecuencia, se analizó la aptitud ecológica de la región con condiciones térmicas e hídricas favorables para la soja, con la finalidad de definir las posibles coincidencias con las disponibilidades similares en el uso edafológico del suelo, tanto en las áreas de difusión actual como en las de siembra potencial y, para ello, fue necesario analizar las características de los suelos regionales, como factor sumado al clima en la determinación de la aptitud regional. Por superposición de las cartas de aptitud climática con la de aptitud edáfica, se delimitó una carta de aptitud ecológica con áreas de similar jerarquización.

Sin entrar en detalles, se incluyen las Figuras 10 y 11 con las cartas mesoagroclimáticas de clima y de suelo, las que generaron la disponibilidad ecológica de la subregión oriental (Figura 12), la de mayor superficie del país dedicada al cultivo de la soja.

La carta de la Figura 13 muestra la variación de los rendimientos en la subregión oriental coincidentes con las aptitudes ecológicas señaladas, dentro de los límites agroclimáticos fi-

jados en los estudios iniciados a mediados del siglo anterior.

En la Figura 14 se presenta la carta de aptitud ecológica correspondiente a la subregión noroccidental.

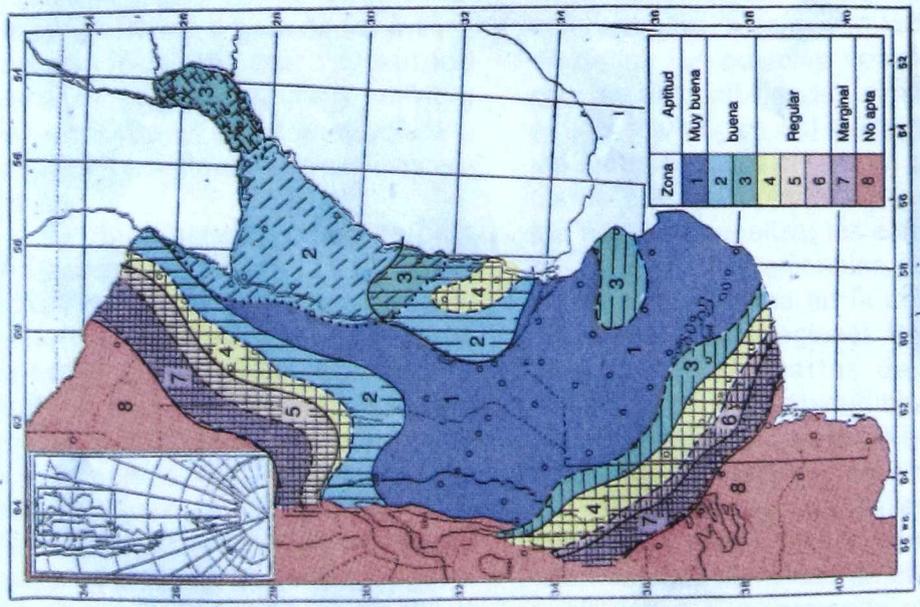


Figura 10. Aptitud climática de la subregión oriental.

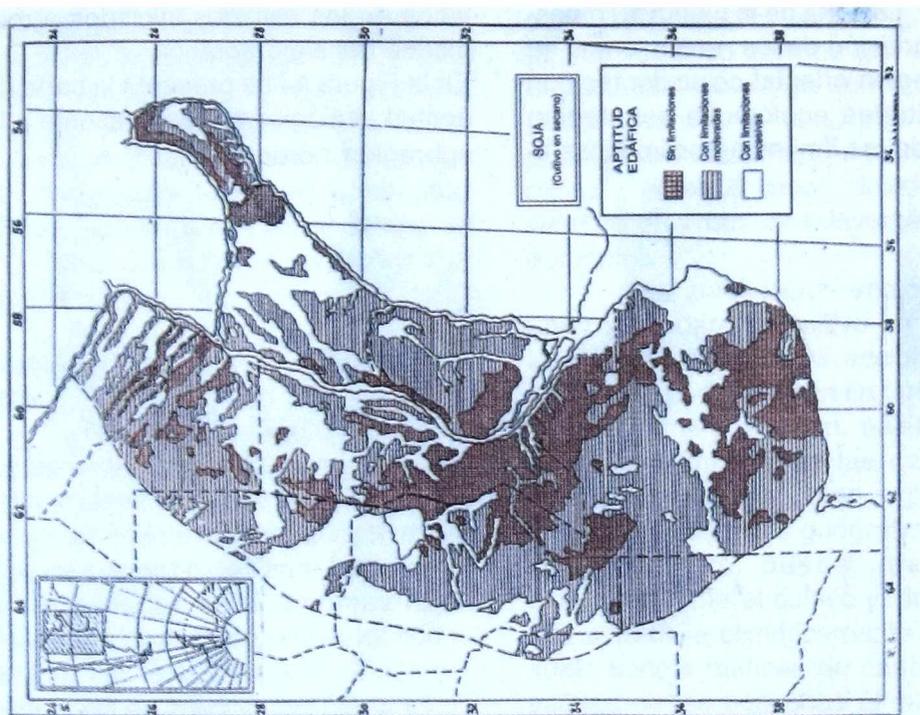


Figura 11. Aptitud edáfica de la subregión oriental.

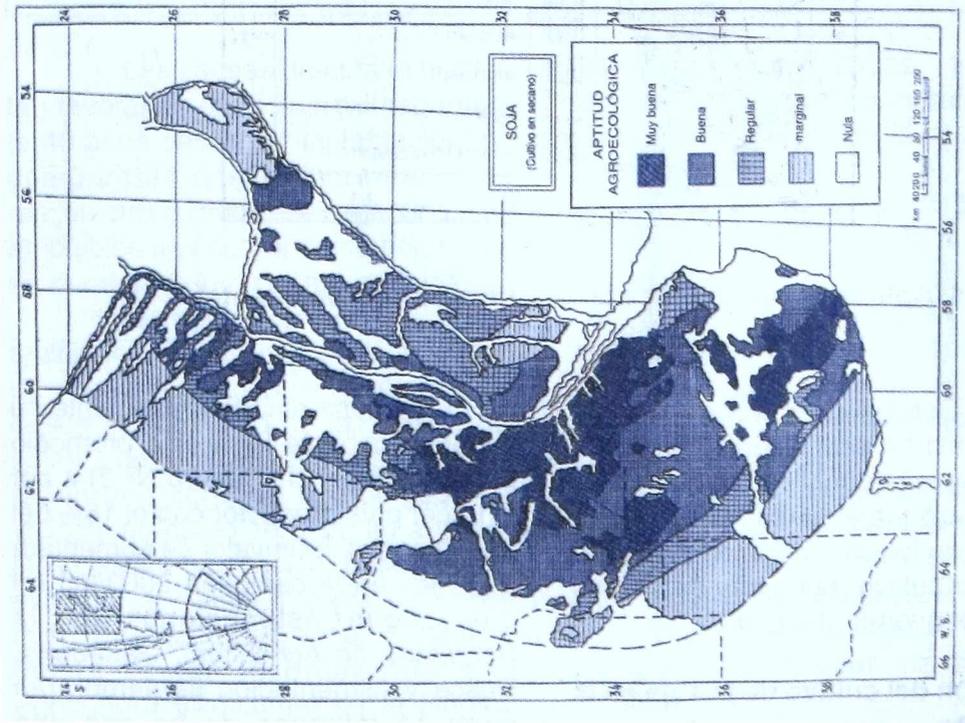


Figura 12. Aptitud agroecológica de la subregión oriental.

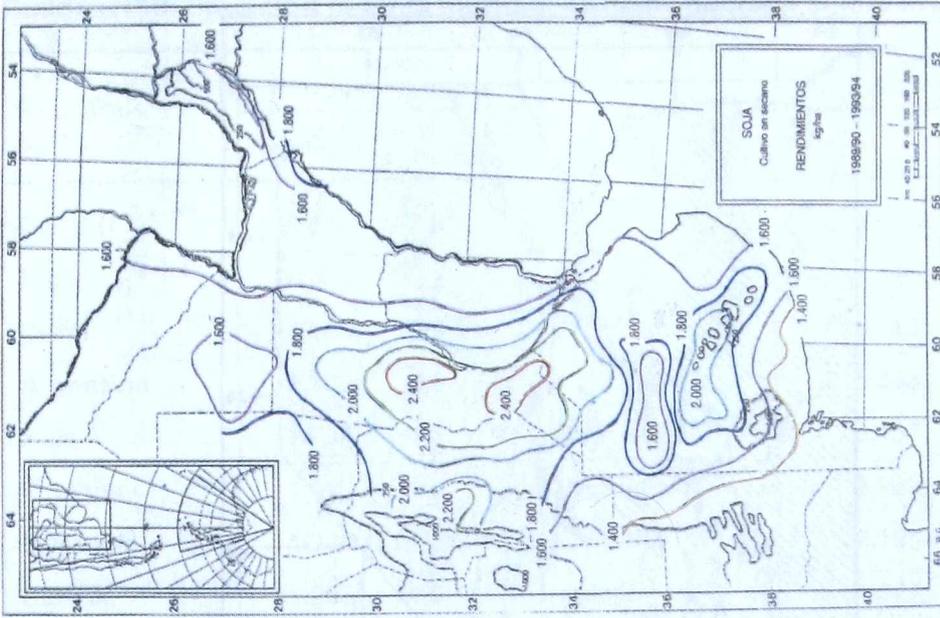


Figura 13. Rendimientos acordes con la disponibilidad agroecológica de la subregión oriental.

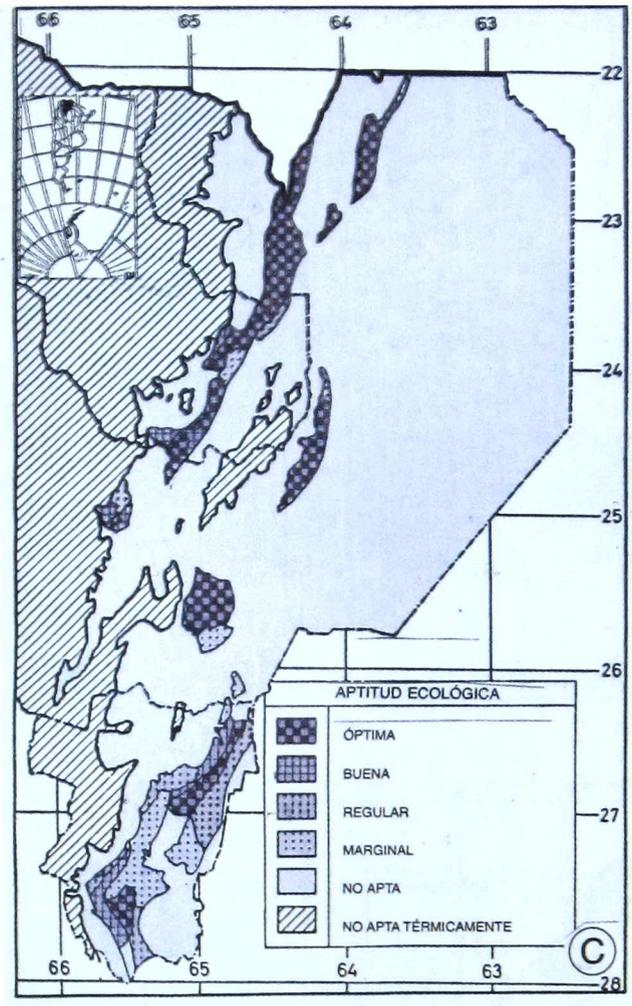


Figura 14. Aptitud agroecológica de la subregión noroccidental.

Concluido el propósito motivo del título de esta disertación, resulta de interés informativo mostrar cómo fue evolucionando el cultivo de la soja a través de los casi 35 años de su inicio como cultivo altamente redituable para la economía del país.

Evolución del cultivo de la soja en la Argentina

El cultivo, prácticamente desconocido en la Argentina (Cuadro

Nº 1) fue aumentando anualmente su importancia hasta llegar en el promedio trienal 1999/2001 (Cuadro Nº 3) a ser el tercer país productor con el 15% del total mundial. Este valor se aumentará aún más en la campaña 2003/04, en que según estimaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación se sembrarán unos 11 millones de ha con una producción que rondará los 35.000.000 de toneladas, de no mediar condiciones meteorológicas adversas.

Cuadro N° 3. Situación relativa mundial de la producción sojera argentina.

País	Período 1988-89 / 1990-91		País	Período 1999-00 / 2001-02	
	Promedio	% sobre el total mundial		Promedio	% sobre el total mundial
E.E.U.U.	48.937	47,5	E.E.U.U.	75.750	44,4
Brasil	20.685	20,1	Brasil	37.440	21,9
China	11.135	10,8	Argentina	25.715	15,1
Argentina	9.100	8,8	China	15.833	9,3
India	1.734	1,7	India	5.457	3,2
Paraguay	1.616	1,6	Paraguay	3.229	1,9
Indonesia	1.328	1,3	Canadá	2.196	1,3
Canadá	1.233	1,2	Indonesia	927	0,5
U.R.S.S.	921	0,9	Nigeria	434	0,2
Tailandia	618	0,6	R.P.D. Corea	363	0,2
Resto del Mundo	5.703	5,5	Resto del Mundo	3.412	2,0
Total Mundial	103.010	100	Total Mundial	170.629	100

Las causas de esta evolución tan favorable, en los aproximadamente 40 años desde su implantación, no comparable con el incremento de ningún otro cultivo en la Argentina, son atribuibles a varias circunstancias, que se pueden resumir como principales.

En primer término, las investigaciones conducidas en la Facultad de Agronomía de Buenos Aires, que desde el comienzo de la década del setenta del siglo pasado puso a disposición una carta de aptitud regional valiosa, tal como se explicitó a principios de esta disertación. Esto permitió extender el cultivo que por el conocimiento de las áreas aptas, paulatinamente se fue incorporando a la agricultura tradicional de la Región Pampeana sin incurrir en errores experimentales en áreas decididamente ineptas. Más aún, la tecnología agropecuaria fue incorporando

cultivares y metodologías tecnológicas que ampliaron el panorama cultural hasta lograr el actual cultivo eficiente.

La labor técnica del INTA, los grupos CREA, los técnicos, instituciones particulares, productores de semillas, junto a la masiva utilización de agroquímicos, fueron los responsables de la expansión regional del cultivo y de los elevados rendimientos alcanzados.

No es menos importante el aliciente de los precios que se fueron alcanzando a nivel internacional debido a la necesidad proteica, lo cual elevó a la soja y sus derivados al estatus de principales fuentes de divisas de la Argentina.

La zonificación ecológica o aptitud climato-edáfica presentada en las dos subregiones de cultivo en seco, señalaron la superficie

regional con posibilidades de expansión la que, obviamente, también da cabida a otros cultivos estivales. Si bien este intercambio de especies es positivo en una rotación adecuada, no es beneficiosa si se transforma en un monocultivo o produce un desplazamiento de cultivos tradicionales, como el poroto en Salta o el algodónero en Chaco.

El cultivo de soja sobre soja en la Región Pampeana no debería extenderse a riesgo de la pérdida de aptitud edáfica. Una correcta rotación con maíz y trigo debería estabilizar la expansión incontrolada del cultivo de la soja pero, sin duda, por ser de siembra estival más tardía es una alternativa efectiva para reemplazar al maíz o al girasol, cuando dificultades meteorológicas impidan la siembra de estas dos oleaginosas.

El cultivo en secano, según se estableció en las respectivas cartas de clasificaciones agroclimáticas, tuvo sus límites señalados por distintos índices hídricos. Es preciso señalar que en el último treintenio del siglo pasado, esos límites fueron desplazándose hacia el oeste en la Región Oriental, a favor de un generalizado aumento de las precipitaciones, especialmente las estivales. Esta variación climática influyó en el aumento de la superficie cultivable en detrimento, especialmente, en las dedicadas a distintos usos de la ganadería, lo cual indica que, además de la sustitución de cultivos, la soja avanzó hacia tierras con otros destinos, inclusive para la silvicultura.

En las clasificaciones agroecológicas descritas, se

presentaron posibles superficies potenciales para el incremento de las distintas áreas, respondiendo a la aptitud para satisfacer necesidades bioclimáticas y edáficas de la especie. No debe considerarse esa superficie potencial totalmente para el cultivo de soja, sin tener en cuenta que en ella están incluidos otros cultivos con exigencias similares o diferentes destinos de la tierra. Igualmente, debería tomarse con cautela el aumento cultural en los últimos años en áreas con mayores disponibilidades hídricas, ya que el incremento de las precipitaciones puede ser una variación temporal respondiendo a un ciclo hidrológico positivo y no a una tendencia permanente. La historia agrícola registra casos de áreas destinadas a cultivos en secano, en las cuales la capacidad productiva va disminuyendo por ocupación de superficies climáticamente lábiles por variabilidad pluviométrica. No debe olvidarse la aridez y semiaridez que afecta a gran parte del territorio de la Argentina.

Realizadas estas consideraciones previas, la Figura 15 muestra la evolución del cultivo hasta la fecha, por superficie sembrada, rendimiento y producción.

Resulta evidente que tanto la superficie sembrada como la producción tuvieron un aumento constante y paralelo, aunque en los últimos años se produjo una diferencia a favor de la producción debido, sin duda al aumento del rendimiento unitario, como se verá en el análisis del Cuadro N° 4.

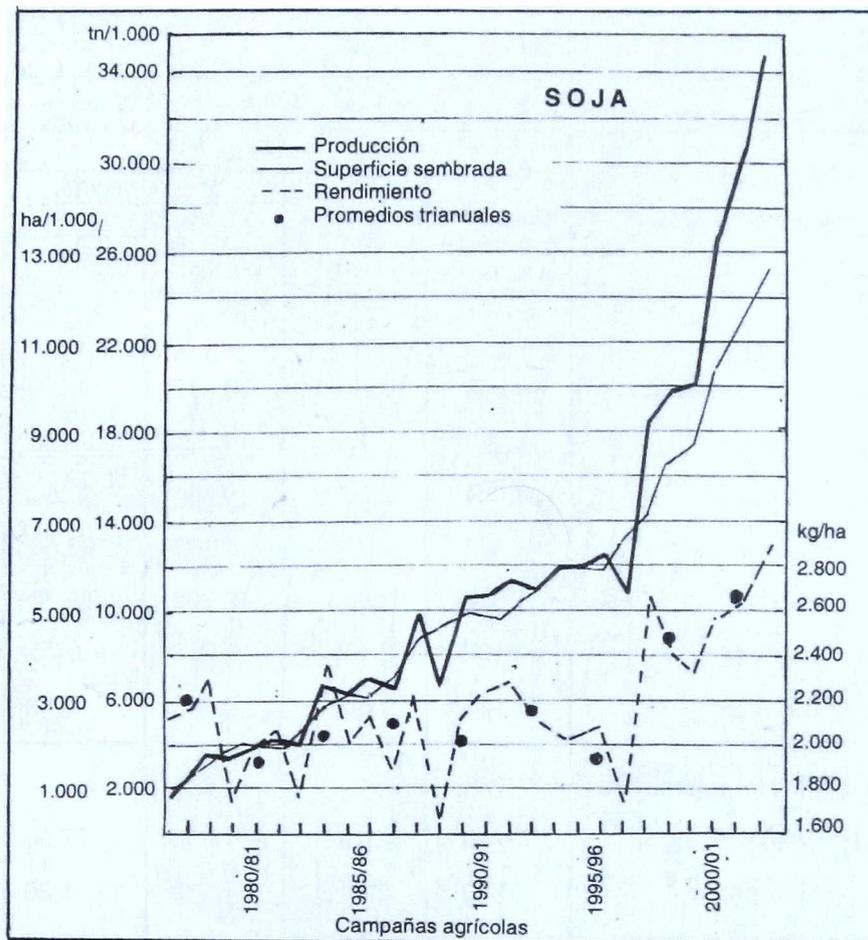


Figura 15. Evolución del cultivo de la soja en la Argentina desde su iniciación hasta la fecha

Finalmente, el panorama favorable de la región argentina para el cultivo de soja en secano aparece en el Cuadro N° N° 4, en el que se observa que en los últimos años la superficie sembrada se duplicó y los rendimientos aumentaron aproximadamente 700 kg/ha. Esto para el total del país, mientras que por zonas queda evidenciada la predominancia de la producción pampeana de la región oriental, a pesar de cierta disminución a favor de su subregión

noroccidental y la región noroccidental. Son destacables los aumentos relativos en las provincias de Córdoba y Buenos Aires, así como en la de Chaco de cultivo reducido hace una década. También es de notar la importancia que adquirió la región noroccidental, cuya producción alcanza 8% del total nacional, con incrementos provinciales pronunciados acorde con las causas mencionadas en las clasificaciones agroclimáticas.

Cuadro N° 4. El cultivo de la soja (2002/03) en la región de secano en la argentina.

Situación actual de la producción de soja en la Argentina					
Región y Provincia	2002 / 03				
	Superficie sembrada (miles de ha)	Rendimiento medio (kg/ ha)	Total (miles de ton.)	Producción	
				% sobre el total	
				de la subregión	del país
1. REGION ORIENTAL					
a) Subregión Pampeana	10.542		30.277		87
Prov. de: Santa Fe	3.319	3.136	10.224	33,80	
Córdoba	3.564	2.780	9.851	32,60	
Buenos Aires	2.476	2.914	7.142	23,60	
Entre Ríos	1.055	2.682	2.209	9,30	
La Pampa	103	2.155	206	0,70	
San Luis	25	1.800	45	0,10	
b) Subregión Nor-oriental	788		1.641		5
Prov. de: Chaco	768	2.154	1.606	97,90	
Corrientes	10	2.016	19	1,20	
Misiones	2	2.272	1	0,10	
Formosa	8	1.933	15	0,90	
2. REGION NOR-OCCIDENTAL	1.275		2.901		8
Prov. de: Salta	320	2.566	743	25,60	
Sgo. del Estero	654	2.278	1.474	50,80	
Tucumán	260	2.218	570	19,60	
Catamarca	40	2.800	112	3,90	
Jujuy	1	1.950	2	0,10	
TOTAL DEL PAIS	12.607	2.803	34.818		100

Estimada audiencia, agradezco la atención dispensada y pido disculpas por haber dilatado mi exposición, quizás por el entusiasmo que me produce el hablar sobre este tema.