

## ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE ARGENTINA Y BRASIL

María Paula Llano <sup>1#</sup> – Walter Mario Vargas <sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Cs. de la Atmósfera y los Océanos –FCEyN– Universidad de Buenos Aires -  
<sup>2</sup>CONICET

# [mpllano@at.fcen.uba.ar](mailto:mpllano@at.fcen.uba.ar) , \* [vargas@at.fcen.uba.ar](mailto:vargas@at.fcen.uba.ar)

### Introducción

El clima es un recurso natural que afecta a la producción agraria. Su influencia en un cultivo determinado depende de las características de la localidad geográfica y de las condiciones de producción. Es sabido que en el mundo existen regiones que por su ubicación geográfica y por las características de su terreno, son similares en la capacidad de producir productos agropecuarios. Ejemplo de estas zonas son las llanuras ubicadas en las latitudes medias y subtropicales. En Argentina, la zona de las pampas y el norte del país y en Brasil, la zona sudeste y el Mato Grosso.

En el presente trabajo se plantea la tipificación de estas regiones, mediante el empleo de variables climáticas mensuales, para intentar preparar las bases para el estudio del cultivo de la soja. Ver como es su relación con el clima a lo largo de las campañas, y en forma específica la coherencia entre particularidades del clima, especialmente la precipitación y las temperaturas máximas. La temperatura es una de las variables que más afectan la tasa de crecimiento del cultivo de la soja. Las temperaturas óptimas para el desarrollo de la misma están comprendidas entre los 20 y 30° C, siendo las temperaturas próximas a 30° C las ideales para su desarrollo. (Infoagro).

Los objetivos planteados son los siguientes: estudiar las coherencias e incoherencias en la precipitación y en la temperatura máximas, en el área de estudio, y estimar los rangos de estas variables que permiten la producción de esta oleaginosa. Determinar la correspondencia de una variable que mide el resultado de las campañas para cultivo de soja (el rendimiento), entre las regiones y tomando con especial interés los extremos de las variables meteorológicas.

### Datos y Metodología

Para la realización de este análisis climático se utilizaron estaciones de referencia ubicadas en las zonas productoras de soja de ambos países, 5 estaciones de Argentina: Formosa (26,20°S – 58,23°W), Reconquista (29,18°S – 59,67°W), Córdoba Aero (31,32°S – 64,22°W), Rosario Aero (32,92°S – 60,78°W) y Junín Aero (34,55°S – 60,95°W), y 5 estaciones de Brasil: Vilhena (12,73°S – 60,13°W), Campo Grande (20,47°S – 54,67°W), Curitiba (25,52°S – 49,17°W), Irai (27,18°S – 53,23°W) y San Luis Gonzaga (28,4°S – 55,02°W), para el período 1979-2006, común entre todas ellas. (Figura 1). La elección de las estaciones de referencia se debió en primer lugar a su ubicación geográfica dentro del área de mayor producción y en segundo lugar a la calidad de la información, ya que al ser datos mensuales no se permitió la presencia de datos faltantes.

Los datos mensuales empleados fueron precipitación acumulada y temperatura máxima, variables energéticas que integran el balance hídrico. La base de datos provienen del Climate Prediction Center (CPC) del National Centers for Environmental Prediction (NCEP).

La campaña de la soja, en ambos países, comprende desde noviembre a mayo, en los

cuales se identifican las diferentes etapas del cultivo: los meses de noviembre y diciembre son los considerados para la siembra; enero, febrero y marzo son los meses llamados de floración, y abril y mayo son los meses empleados para la cosecha. (U.S.D.A.).

Se utilizó a la serie de rendimiento (kilogramos por hectárea) de la soja, los datos fueron suministrados por Food and Agriculture Organization of the United Nations. (F.A.O.).

Al analizar las series climáticas y de rendimiento se observó que las mismas presentan tendencia. En el caso de las variables climáticas la misma se puede deber a la presencia de una onda larga, pero en el caso de la serie de rendimiento la tendencia fue removida debido a que el aumento era constante a lo largo de los años y se estima que en el están incluidos los avances tecnológicos que se produjeron, por tal motivo la tendencia es filtrada mediante un polinomio de segundo grado.

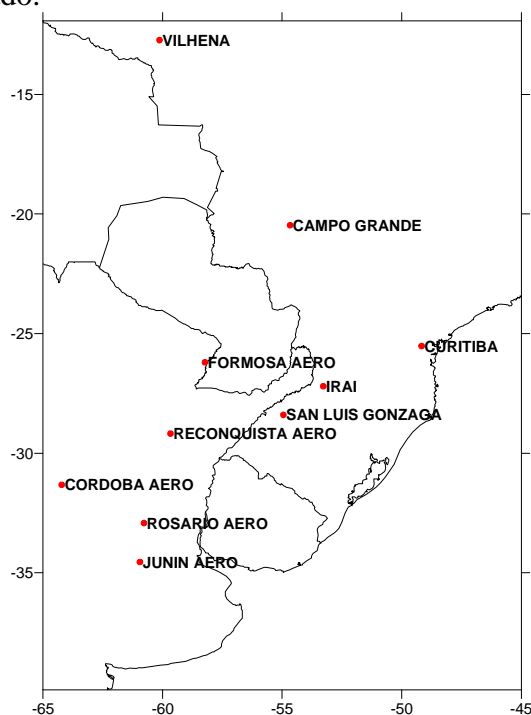


Figura 1: Ubicación de las estaciones de referencia

## Resultados

Para comenzar con el análisis de las condiciones climáticas en esta zona de producción, se tomaron los valores mensuales de las variables analizadas y se estudió como es su comportamiento a lo largo de los meses que forman parte de la campaña de la soja.

En la Figura 2, se observa para Argentina como se distribuye la temperatura máxima y la precipitación durante los meses que comprenden la campaña, las series de las cinco estaciones elegidas actúan de manera similar en las dos variables, pero cabe aclarar que en la precipitación es donde mayores diferencias se pueden encontrar. Si se analiza a la temperatura máxima, no se ven grandes diferencias entre las estaciones de referencia en la forma, pero si en los valores debido a su ubicación geográfica.

En el caso de la precipitación mensual, no se presentan diferencias notorias en los primeros meses de la campaña, pero si puede verse que Formosa difiere del resto en el mes de abril y Córdoba presenta muy poca precipitación durante mayo.

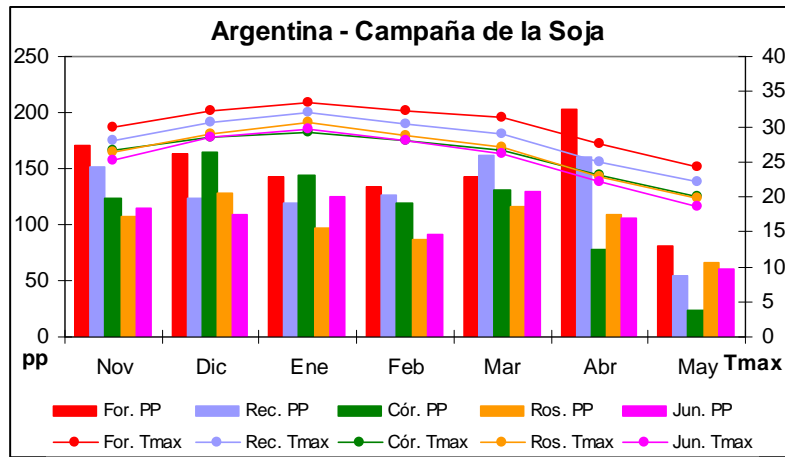


Figura 2: Distribución mensual de la temperatura máxima y precipitación durante los meses de la campaña de la soja en las estaciones de referencia de Argentina.

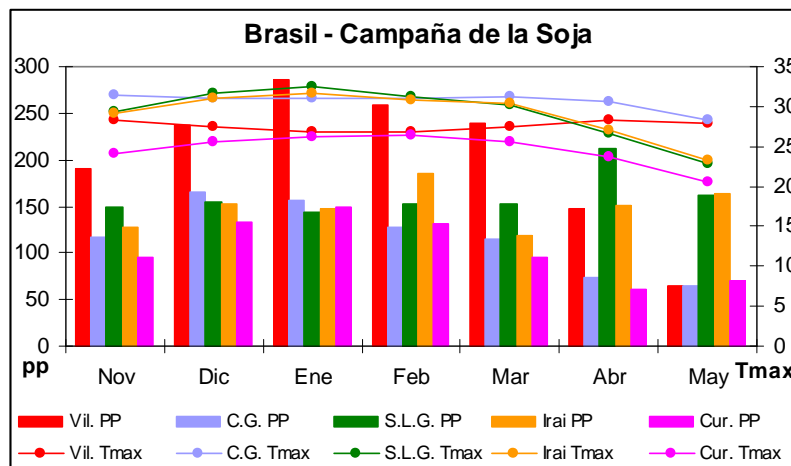


Figura 3: Distribución mensual de la temperatura máxima y precipitación durante los meses de la campaña de la soja en las estaciones de referencia de Brasil.

Para el caso de Brasil, en la Figura 3 se puede ver como hay presente variaciones entre las estaciones, en la temperatura máxima se pueden distinguir varios grupos, por un lado está Curitiba, que por ser la estación más cercana a la costa, difiere del resto en su forma a lo largo de los meses. San Luis Gonzaga e Irai son muy similares en su distribución debido a su cercanía geográfica. Las dos estaciones ubicadas más al norte (Vilhena y Campo Grande) presentan poca variación en los valores de la temperatura máxima a lo largo de los meses.

Si se analiza el comportamiento de la precipitación, Vilhena, estación ubicada en la zona del Mato Grosso, presenta durante los primeros meses de campaña un acumulado mensual mayor que el de las demás estaciones; en estos mismos meses no hay grandes diferencias entre el resto de las estaciones. En los meses de la cosecha, abril y mayo, las dos estaciones del sur se distinguen por tener los mayores acumulados de precipitación.

Los análisis muestran que en principio las ondas de las variables estudiadas (temperatura y precipitación) en las campañas, son similares en ambas regiones, aunque obligan en los países a distinguir sub-regiones.

Como otra forma de representación se realizaron las hodógrafas climáticas de la

temperatura máxima versus la precipitación. Figuras 4 a y b.

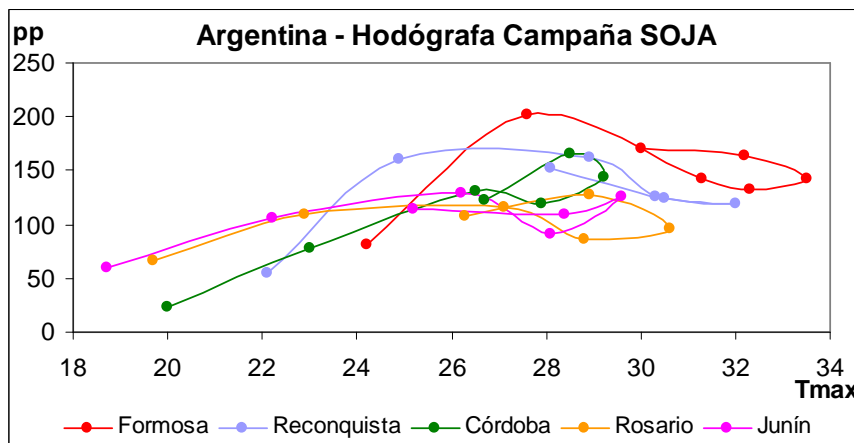


Figura 4 a: Hodógrafas de la temperatura máxima versus la precipitación, para los meses de la campaña de la soja. Para las estaciones de referencia de Argentina.

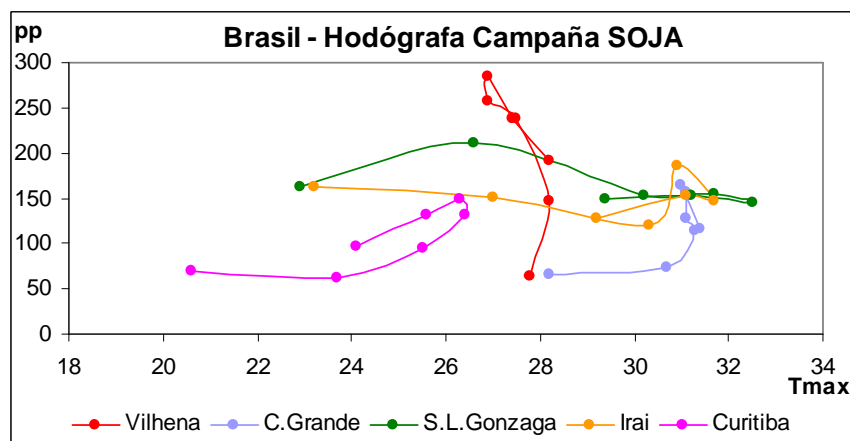


Figura 4 b: Hodógrafas de la temperatura máxima versus la precipitación, para los meses de la campaña de la soja. Para las estaciones de referencia de Brasil.

En las hodógrafas (Figuras 4 a y b), se puede ver como es el comportamiento conjunto de estas dos variables, para la Argentina, la forma de ellas es similar en las cinco estaciones estudiadas, salvo pequeñas variaciones en la magnitud de las variables. En Brasil el comportamiento es diferente y esto nos permite distinguir varias zonas: las dos estaciones del norte (Vilhena y Campo Grande) donde la variación en la precipitación es grande frente a la temperatura máxima que cambia muy poco en sus valores. Por otro lado, se encuentran las dos estaciones del sur (San Luis Gonzaga e Irai) donde la temperatura máxima varía frente a un comportamiento casi constante de la precipitación a lo largo de la campaña de la soja. En un lugar intermedio se ubica Curitiba donde ambas variables varían a lo largo de toda la campaña. Con este análisis se pueden separar dos sub zonas en Brasil, las estaciones del norte y las estaciones del sur a las cuales se puede sumar Curitiba.

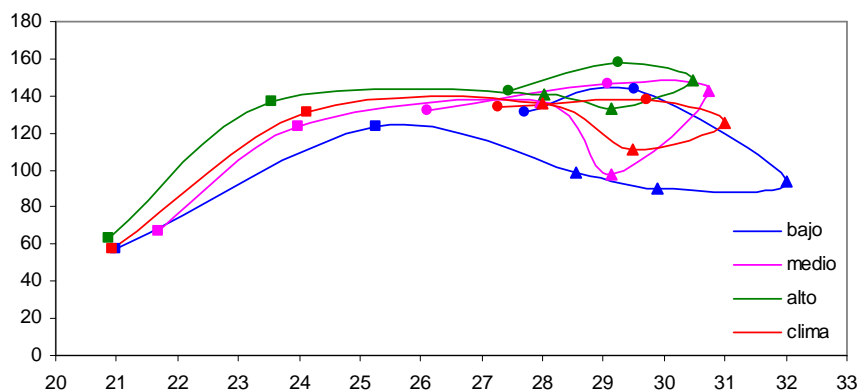


Figura 5: Hodógrafa climática y para rendimiento alto, medio y bajo de la soja en Argentina, promedio espacial de las cinco estaciones de referencia. Diferenciando las etapas del cultivo: siembra – círculo, floración – triángulo, cosecha – cuadrado.

Al trabajar con los datos de rendimientos anuales, se separaron los mismos en tres categorías, se tomaron las cinco campañas de rendimiento más alto y se las promedió, lo mismo para cinco campañas de rendimiento medio y bajo. En una primera aproximación con los promedios para cada tipo de rendimiento se realizó un promedio espacial entre las cinco estaciones de referencia de la Argentina (Figura 5). En el gráfico se puede observar cuales son las diferencias entre los tres tipos de rendimientos con respecto a un valor climático promedio. En los primeros meses de la campaña es cuando se observan las mayores diferencias entre los diferentes casos analizados. Con respecto a la hodógrafa climática, para el caso de rendimiento bajo, las temperaturas son mayores y las precipitaciones menores; en el rendimiento medio, se observa un comportamiento similar al climático y para el rendimiento alto, los valores de temperatura son similares pero las precipitaciones son mayores. En los meses de cosecha los tres tipos de rendimiento se comportan de manera similar al promedio climático.

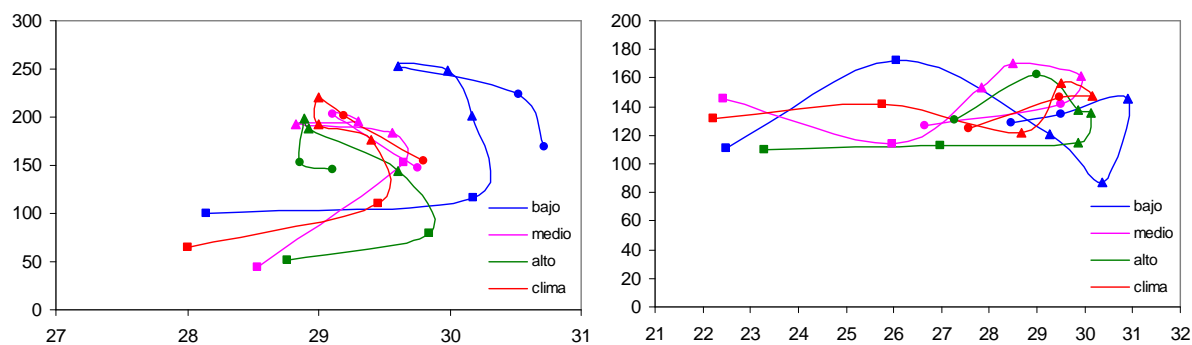


Figura 6: Hodógrafa climática y para rendimiento alto, medio y bajo de la soja en Brasil, promedio espacial de dos estaciones de referencia ubicadas en el norte (Vilhena y Campo Grande) izquierda y tres estaciones de referencia ubicadas en el sur (Irai, San Luis Gonzaga y Curitiba) derecha. Diferenciando las etapas del cultivo: siembra – círculo, floración – triángulo, cosecha – cuadrado.

Para el caso de Brasil se decidió dividir en dos regiones, ya que las diferencias entre ellas son muy notorias, por un lado se tomaron a las dos estaciones del norte, Vilhena y Campo Grande (Figura 6 izq.) y se compararon las diferentes hodógrafas. En una primera aproximación las curvas de rendimiento alto y medio son similares a la climática, en lo que respecta a la temperatura máxima las diferencias son menores a un grado centígrado y en la precipitación las diferencias las encontramos en los meses de la cosecha. La hodógrafa que se destaca por sus diferencias es la de rendimiento bajo, ya que en los primeros meses de la campaña de la soja presenta temperaturas levemente mayores y precipitaciones por encima de los valores climáticos medios. Por otro lado se agruparon a las tres estaciones restantes (Figura 6 der.), en esta oportunidad las cuatro hodógrafas son similares, con un amplio rango de temperatura máxima a lo largo de la campaña y muy poca variación en lo que se refiere a la precipitación. Se puede destacar el rendimiento bajo donde en los primeros meses de la campaña presenta precipitaciones menores y en los de la cosecha mayores al valor medio climático.

### **Conclusiones**

Del análisis de dos de las principales zonas productoras de soja del mundo (Food and Agriculture Organization of the United Nations) se pueden identificar zonas climáticas homogéneas, con ciertas particularidades. Por ello, se propone que la representatividad de esas sub-regiones pueda ser estimada mediante estaciones de referencia. No obstante de ciertas diferencias de localización geográfica de las regiones se observa que las campañas de la soja están en rangos similares de temperaturas máximas y precipitación en la Argentina y en el Brasil a excepción de la zona del Mato Grosso.

El análisis que categoriza a las muestras en tres estados del rendimiento (alto, medio y bajo) esta indicando que la temperatura máxima (que representa una variabilidad importante en la evaporación), y la precipitación nos permiten discriminar las relaciones existentes entre el clima y el cultivo.

Este análisis nos permite fijar las bases para los siguientes estudios que relacionen al clima y a diferentes cultivos, durante las campañas y en las diferentes etapas de la misma dentro de las sub-regiones y entre ellas. Además, nos posibilita plantear el esquema de una climatología sinóptica que pueda discriminar la escala de rendimiento y por ende, tipificar los eventos climáticos que acompañan los distintos estados del mismo. Y luego establecer un mapa de riesgos climáticos para las regiones.

### **Referencias:**

FAO, (<http://faostat.fao.org>).

Infoagro, (<http://www.infoagro.com>).

U.S.D.A., Major World Crop Areas and Climate Profiles. World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Agricultural Handbook N° 664.