

# CALENTAMIENTO GLOBAL, CAMBIO CLIMÁTICO Y RESPUESTA DE ALGUNOS CULTIVOS REGIONALES EN ARGENTINA (\*)

Juan Leonidas Minetti (\*\*), Walter Mario Vargas (\*\*\*)

(\*) Laboratorio Climatológico Sudamericano; (\*\*) CONICET, Dpto. de Geografía, UNT; (\*\*\*) CONICET San Luis 183, 4000- San Miguel de Tucumán

## INTRODUCCIÓN

No existen dudas sobre la existencia de un proceso global de calentamiento de la atmósfera en la Tierra (IPCC, 2001). Quedan pendientes las discusiones sobre si este proceso se lo puede designar como de Cambio Climático (CC) de origen antrópico, ya que hay evidencias que se tienen sobre fluctuaciones largas y naturales del clima, donde se superponen éstas con las posiblemente antrópicas (Minetti y otros, 2007). Algunas de las percepciones que se tienen, es que las precipitaciones en el E de Argentina están creciendo con los años en forma paulatina (tendencias), mientras que en la región continental este cambio se ha presentado como un Salto Climático (SC) ocurrido en la década de 1950, y posiblemente otro en 1970 (Minetti y Vargas, 1998; Minetti y otros, 2004 y Minetti y González, 2006). Se sabe además que los cultivos regionales más difundidos en Argentina, tales como la caña de azúcar, soja y maíz, han mostrado signos de impactos de estos cambios (Minetti y otros, 1982 a; Minetti y Lamelas, 1995 y Minetti y otros, 2007), y se pretende valorarlos cuantitativamente en este trabajo, como una contribución a las discusiones de esta Reunión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha trabajado con tres cultivos regionales ya mencionados, donde sus rendimientos han sido modelados por alguna variable hídrica. En el caso de caña de azúcar, la variable de mayor impacto en sus rindes culturales, ha sido la condición hídrica del período de gran crecimiento del vegetal (EFM), en la soja del E de la provincia de Tucumán la precipitación de diciembre, y en el cultivo del maíz en la P.Húmeda ha sido la condición hídrica del trimestre NDE.

Todos estos cultivos han permitido una modelización multilínea, entre variables climáticas y rendimientos con simulación posterior con los años (Draper y Smith, 1967), de tal manera que se han podido encontrar las tendencias y saltos de sus rendimientos originados por cambios hídricos, siguiendo la metodología mostrada por Minetti y Vargas (1998). Por último se han obtenido las variaciones porcentuales que los cambios largos del clima, han generado en los rindes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra el impacto generado por el cambio hídrico del trimestre EFM en el cultivo de caña de azúcar en S.M. de Tucumán. Este cambio en forma de SC ha permitido un crecimiento en los rindes culturales del orden del +18%. La figura 2 consistente con la anterior muestra a los rindes de soja en el E de la provincia de Tucumán afectados por el SC en la misma década de 1950, produciendo la precipitación de diciembre un incremento simulado de los rindes anuales del orden de +16%. La figura 3 muestra la tendencia de los rindes simulados del maíz en la P.Húmeda con una tendencia no lineal creciente debido a los cambios hídricos del trimestre NDE. Este aumento en la tendencia es del orden de

+13% y no se presenta como un SC brusco. Una de las conclusiones que va surgiendo de este análisis es que los impactos serían mayores en la región continental del país donde se observa el SC, ya que el mismo es de naturaleza brusca y menos permeable al proceso de adaptación sugerido frente al CC. Una segunda conclusión que se puede extraer tiene que ver con los efectos no lineales que se presentan entre tecnología y clima en el largo plazo. Se sabe que la fertilización nitrogenada es una de las innovaciones tecnológicas que favoreció la obtención de crecimientos en los rindes (Thompson, 1969) sobre las praderas del mundo, y este factor no es independiente de la precipitación, de tal manera que ambos se potencian no linealmente. Con esto se hace imposible obtener una valoración más ajustada del cambio de la precipitación promedio sobre los cultivos. Lo que sí se sabe entonces es que éstos serían mayores que los presentados aquí, entre +13 y +18%. Todos saben además que el aumento en las precipitaciones favoreció el desarrollo de la agricultura de grandes regiones subtropicales del país con climas semiáridos, y que sobre la región húmeda pampeana ha aumentado el factor de riesgo por inundación y permanencia del agua en períodos temporales grandes, como los ocurridos en el NO de Bs.As. y SE de Córdoba en un caso, y de inundaciones con fuerte erosión sobre las zonas montañas y pedemontañas del NOA en otro. Aquí se ve que mientras un factor beneficia a la agricultura, el otro lo perjudica, de tal manera que se requiere un gran esfuerzo para poder valorar las ganancias frente a las pérdidas. Otros factores analizados en trabajos precedentes, mostraron que el clima puede interactuar a través de enfermedades y también generar decisiones tecnológicas desacertadas (Minetti y otros, 1982 b), ambas impactando negativamente en los rendimientos. Los importantes aumentos de precipitaciones registrados sobre el final de la primavera y verano, por otro lado han generado un aumento de nubosidad, caída de la temperatura diurna y la modificación de otras variables que pueden intervenir en alguna fase de los cultivos que no fueron evaluadas, ya que aquí sólo se ha tratado de analizar a la variable predictora de mayor peso en el conjunto.

## CONCLUSIONES

Del material analizado se pudo concluir que los cambios largos de la condición hídrica expresados como precipitaciones mensuales, de trimestres y otros índices derivados han impactado positivamente en los rindes de los cultivos regionales aportando cambios del orden del +13 a +18% del total. En este cambio no se ha podido evaluar a otros aspectos no lineales de interacción entre tecnología y clima o de impactos tercerizados entre clima, enfermedades y cultivos, y las debidas a errores tecnológicos inducidas por el clima adverso, con su impacto negativo. Tampoco se han podido evaluar los impactos indirectos en la producción total del país generados por las superficies que se han ido ganando para la

agricultura, por una mejor condición hídrica en regiones semiáridas, y aquellas que comienzan a perderse por inundaciones prolongadas, como las del NO de Bs.As. y SE de Córdoba.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Draper, N. and H.Smith, 1967: Applied Regression Analysis. John Wiley & Sons, INC: 178-195.  
 Inc., Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2001: Climate Change. Synthesis Report. Cambridge University Press, 397 pgs.  
 Minetti,J.L., R.A.Neder, C.A.Gargiulo y J.C.Sal Paz, 1982 a: Respuesta de la caña de azúcar a las condiciones del clima en Tucumán. Pub. Misc. N° 72, 1-44. EEAOC. S.M. de Tucumán.  
 Minetti,J.L., R.A.Neder, C.A.Gargiulo y J.C.Sal Paz, 1982 b: Impacto del clima sobre la producción de caña de azúcar en Tucumán. Pub. Misc. N° 72, 45-93. EEAOC. S.M. de Tucumán.  
 Minetti,J.L. y C.M.Lamelas, 1995: Respuesta regional de la soja en Tucumán a la variabilidad climática. RIAT 72 (1-2), 63-68. EEAOC. S.M. de Tucumán.  
 Minetti,J.L. and W.M.Vargas, 1998: Trends and Jumps in the annual precipitation in South America, south of the 15°S. *Atmósfera* 11, 205-221. México.

Minetti,J.L., W.M.Vargas, A.G.Poblete, L.R.Acuña and G.Casagrande, 2004: Non-linear trends and low frequency oscillations in annual precipitation over Argentina and Chile, 1931-1999. *Atmósfera* 16, 119-135.  
 Minetti,J.L. y J.A.González, 2006: El Cambio Climático en Tucumán. Sus Impactos. Serie Conservación de la Naturaleza N° 17. Fundación Lillo. S.M. de Tucumán.  
 Minetti,J.L., W.M.Vargas, A.G.Poblete y E.A.Mendoza, 2007: Posición latitudinal del anticiclón del Pacífico Sur ("L") y su impacto en cambios de larga escala del derrame anual de los ríos en Argentina. *Rev. de Geo.*, Año IX, N° 11, 55-62.  
 Minetti,J.L., W.M.Vargas, B.Vega, y M.C.Costa, 2007: Las sequías en la Pampa Húmeda: Impacto en la productividad del maíz. *Rev.Bra. de Met.* 22, N° 2, 218-232. R. de Janeiro.  
 Thompson, L.M., 1969: Weather and Technology in the Production of corn in the U.S. Corn Belt. *Agron. Jour.* 61: 453-456.

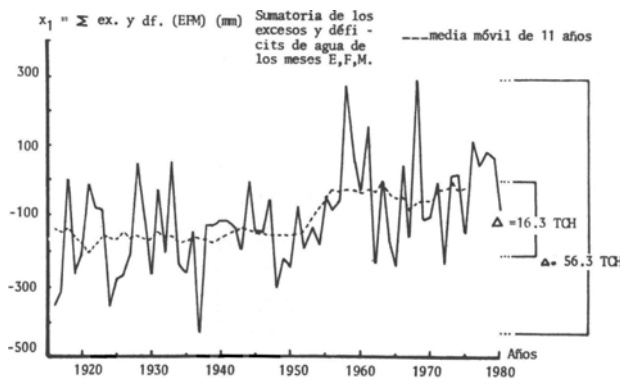


Figura 1(arr.): Rendimientos culturales en caña de azúcar al año simulados por la condición hídrica del trimestre EFM en S.M. de Tucumán y P. Móvil de 11 años.

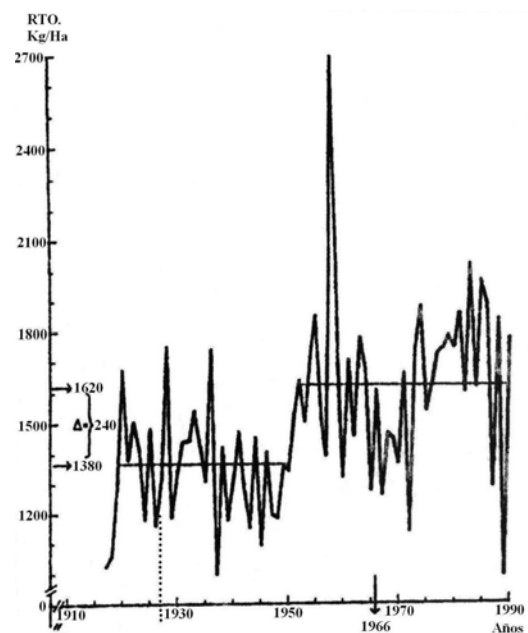


Figura 2(arr.): Rendimientos simulados de soja por año en el E de la provincia de Tucumán simulados por la condición hídrica del mes de diciembre, con promedios antes y después del salto climático.

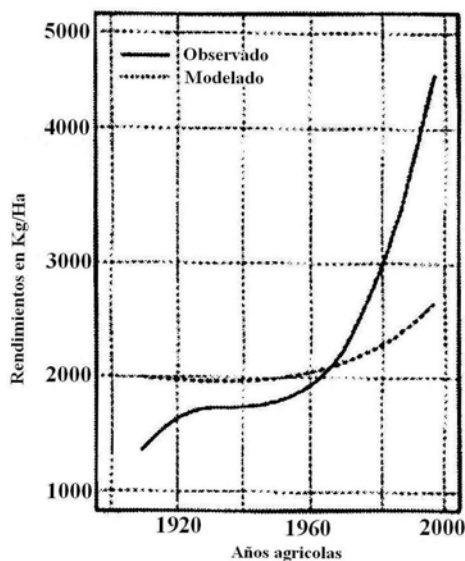


Figura 3(izq.): Tendencia de los rendimientos anuales simulados de maíz en la Pampa Húmeda por la condición hídrica del trimestre NDE y tendencia de los rindes observados.