

CAMBIO CLIMATICO Y SU IMPACTO SOBRE LA ENERGETICA DEL  
ECOSISTEMA REGIONAL EN LA PAMPA SEMIARIDA

C. Filippín \* y E. Viglizzo °

RESUMEN

Dada la creciente preocupación que despierta a nivel mundial el cambio climático global que está ocurriendo en el planeta, es necesario bajar el problema a nivel regional con el fin de preveer algunas de sus consecuencias. Tres hipótesis básicas definieron los objetivos de este trabajo: 1) existe un cambio climático medible en la pampa semiárida, 2) el cambio climático tiene un impacto ecológico verificable, y 3) el cambio climático provoca, a través del cambio ecológico, una modificación sustancial en el perfil energético de la región. La metodología de trabajo fue centralizada en tres aspectos: a) el análisis de variables climáticas y productivas a lo largo de una serie histórica de tiempo, b) la valoración del grado de asociación entre las variables climáticas y productivas y c) evaluación del modelo energético regional de la relación insumo-producto (input-output analysis) y del flujo de energía. Los resultados muestran que i) existe un cambio climático que se manifiesta en un incremento de temperaturas y lluvias, y en un descenso de los índices de radiación solar incidente, ii) el cambio climático tiene un impacto ecológico que se refleja en una expansión significativa del área con cultivos de cosecha a expensas del área ganadera, y en un incremento de las tasas de extracción de minerales esenciales del suelo y iii) a raíz de los cambios climáticos y ecológicos, se está alterando sustancialmente el modelo energético regional, mediante un subsidio creciente del ecosistema con energías de origen fósil. Se concluye que el agroecosistema regional está siendo desplazado rápidamente hacia un status energético superior, forzando su funcionamiento dentro de un presupuesto de energía sustancialmente más elevado que da como resultado un mayor rendimiento productivo por hectárea. Pero al no producirse una compensación de la extracción mineral mediante fertilización el nuevo modelo energético pone bajo riesgo, en el mediano plazo, el patrimonio edáfico y aún el propio patrimonio ecológico de la región.

Palabras clave: cambio climático, impacto ecológico, modelo energético regional, pampa semiárida.

\* CONICET. Spinetto 785- 6300 Santa Rosa (La Pampa)

° INTA. Centro Regional La Pampa-San Luis. Spinetto 785-6300 Santa Rosa (L.P).

## INTRODUCCION

Durante los últimos tiempos se percibe a través de bibliografía de circulación internacional un interés creciente por los cambios globales que ocurren actualmente en el planeta, y sus presuntas derivaciones en las próximas décadas. La necesidad del hombre de anticiparse a hechos de importancia vital lo está impulsando a penetrar rápidamente en el ámbito de los denominados procesos globales, conciente de que las direcciones del cambio por venir serán el resultado de interacciones complejas entre componentes múltiples de muy diversa naturaleza. Ni la política, ni la economía, ni la ecología escapan hoy a la idea de globalidad, pero hay que reconocer que, en general, muchos de estos enfoques están todavía transitando por fases de formulación conceptual.

Desde un punto de vista ecológico, la actividad humana ha causado cambios masivos en la biósfera. La deforestación, la degradación de los suelos, la contaminación del aire y del agua, y la erosión de la diversidad ecológica entre otros, son manifestaciones visibles de cambios globales dramáticos que han ocurrido durante el último siglo. A todo ésto se suma la amenaza de un cambio climático a escala planetaria que agrega una nueva dimensión a los problemas globales resultante de la actividad del hombre (SBI, 1991). Es así que hoy se visualiza el cambio climático como una consecuencia y una causa a la vez de un cambio ecológico global que afecta a la biósfera terrestre en su conjunto.

Los procesos ecológicos ejercen un control sobre los balances de la energía y del agua en la superficie del planeta, y éstos son a su vez determinantes críticos del clima global. Los cambios ecológicos resultantes de la modificación del fitoplancton en las aguas y de la vegetación en la tierra, pueden desencadenar cambios en el clima regional y aún en el clima global (Keller et al; 1989; Shuckla, et al, 1990). Pero, por su parte, el cambio climático puede realimentar efectos que generan cambios ecológicos de magnitud. Ciertas modificaciones observadas en la estructura de algunas comunidades vegetales y animales han sido atribuidas a cambios de clima en distintas regiones de la tierra (Davis, 1986; Graham, 1986).

Una de las variables climáticas que presenta nivel global, señales más evidente de cambio es, sin duda, la temperatura del aire. Con el objeto de estudiar las consecuencias del efecto invernadero, un equipo anglo-americano de investigadores compiló información que permitió demostrar un calentamiento creciente de la superficie terrestre desde 1900 hasta la actualidad, con un agudizamiento en la década de 1980 (Trafil, 1990). Las temperaturas que se predicen para el próximo siglo (Jaeger, 1988) son mayores que las soportadas por los organismos vivientes durante los últimos millones de años. No se sabe exactamente que consecuencias puede este cambio térmico tener sobre los ecosistemas de la tierra, pero los mismos pueden ser de una magnitud tal que la anticipación de los cambios ha pasado a ser una preocupación mayor para los gobiernos de muchos países.

Algunos interrogantes clave dan lugar al desarrollo del presente trabajo en medio de este cambio global del clima en el planeta ¿ se perciben señales detectables de cambio climático en la región pampeana argentina? Si tal cambio estu-

viere ocurriendo ¿qué efectos podría desencadenar en los ecosistemas de la región? ¿qué consecuencias tendrán sobre el modelo energético regional? ¿cómo se verían afectados los flujos de energía dentro y entre ecosistemas?. No es tarea sencilla responder en profundidad estas preguntas, pero sí es factible intentar anticipar algunas consecuencias previsibles del cambio climático. Varias hipótesis surgen de aquellos interrogantes y definen la orientación del trabajo. Primera hipótesis: a pesar de contar con series históricas de datos relativamente cortas (30 años), es posible detectar señales de cambio climático en la región pampeana semiárida. Segunda hipótesis: el cambio climático está provocando alteraciones significativas en la ecología regional ampliando la relación entre agricultura de cosecha y ganadería y la extracción mineral en los agroecosistemas con aptitud agrícola. Tercera hipótesis: el crecimiento relativo de la agricultura de cosecha modifica la intensidad y la tasa de transferencia de los flujos de energía, forzando el funcionamiento del ecosistema dentro de un presupuesto energético más elevado. Los objetivos del trabajo serán en consecuencia: 1) Evaluar la ocurrencia de un cambio climático en la pampa semiárida, 2) Medir el impacto ecológico de ese cambio climático, y 3) Valorar las consecuencias de dicho cambio sobre el modelo energético regional.

#### MATERIALES Y METODOS

El estudio del cambio climático en la región pampeana semiárida se realizó mediante el análisis de series históricas de tiempo, para distintas variables registradas en la E.E.A. Anguil de INTA (Casagrande, 1990). Esta unidad está localizada geográficamente en medio de un área con aptitud para la ganadería y la agricultura de cosecha en la provincia de La Pampa, pudiendo considerarse representativa de la región semiárida central del país. Fig.1.

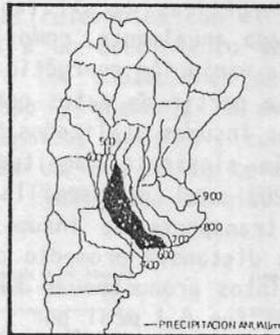


FIGURA 1: LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DE LA REGION PAMPEANA SEMIARIDA

Las variables climáticas incorporadas al análisis de la serie fueron: temperatura (°C) promedio del aire (máxima, media y mínima) lluvias (mm) anual acumulada, y radiación global (caloría/cm<sup>2</sup>) sobre superficie horizontal. Esta información es analizada dentro de la serie histórica 1960-1990, aunque en el caso de las lluvias, debido a mayor disponibilidad de datos, fue posible cubrir un período de 70 años (1921-1990). El análisis de los datos se limita únicamente a considerar la tendencia lineal que presentan las variables dentro de cada serie considerada; las variaciones cíclicas no son en cambio motivo de estudio porque a) no son consistentes con los objetivos específicos del trabajo, y b) las

series no son suficientemente largas para permitir la detección de ciclos. La tendencia temporal de cada variable fue estimada mediante la pendiente representada por el coeficiente de regresión (b) en un análisis de regresión simple.

El cambio ecológico ocurrido en la región durante los últimos 30 años fue valorado a través de la modificación ocurrida en la relación área ganadera-área agrícola de cosecha. Un crecimiento significativo del área de cultivos de cosecha a expensas del área ganadera tiene consecuencias ecológicas de magnitud en cualquier región semiárida del mundo debido a un uso más intensivo de las labranzas con efectos medibles sobre la integridad de los suelos. Dicha evaluación fue efectuada a través de estadísticas provistas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, referidas a los Departamentos con aptitud mixta de la Pcia. de La Pampa (Capital, Atreucó, Catrileo, Quemú-Quemú Maracó, Conhelo, Realicó, Guatraché, Chapaleufú, Rancul y Toay). Las tres variables analizadas en este caso para cada Departamento dentro de la serie histórica considerada fueron, por un lado, área sembrada (ha) y rendimientos (kg/ha) para todos los cuatro principales cultivos (trigo, maíz, sorgo y girasol) en conjunto, y por el otro, lluvia (mm) anual acumulada. La relación existente entre cambio climático y cambio ecológico fue valorada mediante análisis de correlación simple entre lluvias caídas, por una parte, y áreas sembrada y rendimiento obtenido. El análisis incluyó cada Dpto. y el conjunto del área mixta provincial.

La valoración del impacto que tuvo el cambio climático sobre el ecosistema estudiado fue realizado mediante un análisis de las modificaciones sufridas por el modelo energético regional a través del tiempo. El método utilizado fue un análisis energético de la relación insumo producto y una estimación de los flujos de energía para toda el área en su conjunto. Fue necesario para ello convertir a unidades energéticas (mcal) tanto los insumos asociados al cambio de la superficie sembrada anualmente, como los productos obtenidos (granos) a raíz de dicho cambio. La variación energética debida al empleo de distintos insumos fue dimensionado a partir de datos estimados por Reed et al 1986, según los cuales los diferentes insumos utilizados hacen al ecosistema un aporte energético por hectárea de la siguiente magnitud: 277 mcal por maquinaria, 2126 mcal por combustible, 203 mcal por semilla, 175 mcal por insecticidas y herbicidas, 124 mcal por transporte de insumos y 639 mcal por transporte de los productos, ambos a una distancia promedio de 32 km. El valor energético promedio asignado a los distintos productos en función del calor liberado por combustión total de los mismos fue 6,1 mcal por kilo para girasol, y 3,9 mcal por kilo para los restantes granos (trigo, maíz y sorgo). Es necesario señalar que las variaciones estimadas del modelo energético regional no toman en cuenta, por carencia de información estadística, los cambios ocurridos en términos de producción ganadera. En consecuencia, y admitiendo las limitaciones del caso, se supone una variación igual a cero en los insumos y productos de la ganadería regional. En otros términos, la variabilidad del modelo energético es valorada únicamente a través de la fuente de variación más relevante, que es la agricultura de cosecha. Mediante estimaciones efectuadas a través de datos disponibles, se efectúa una comparación de los flujos de energía entre el ecosistema analizado en su condición actual, y el mismo ecosistema 30 años atrás.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis efectuado muestra, dentro de las series históricas analizadas, cambios sustanciales en el clima, en el ecosistema y en el modelo energético regional.

### Valoración del cambio climático

El primer aspecto analizado fue el comportamiento de las variables térmicas en la región. El estudio incluyó, para cada uno de los meses del año dentro del período 1960-1990, una valoración de los cambios ocurridos en las temperaturas medias, máxima media y mínima media. El cambio fue medido a través de una estimación de las pendientes (coeficiente de regresión,  $b$ ) en un modelo lineal de regresión en el cual las variables independientes fueron los años de la serie histórica analizada. El análisis comparado de los coeficientes de regresión permitió inferir un comportamiento diferencial en las tres variables térmicas consideradas (Cuadro 1). Los datos revelan un comportamiento relativamente similar entre las temperaturas media y mínima media, caracterizado por una tendencia estacional creciente en los meses de primavera y verano, y una tendencia decreciente en los meses de otoño e invierno. La temperatura máxima media, en cambio, manifiesta una tendencia claramente creciente en los meses de primavera, pero declinante en el resto del año. Sin dudas, la persistencia de estas tendencias pueden tener consecuencias ecológicas relevantes. En efecto, durante los últimos 30 años se aprecia un aumento de la temperatura media de alrededor de  $2^{\circ}\text{C}$  en los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre), y una pérdida cercana a  $1^{\circ}\text{C}$  en los meses de otoño-invierno (marzo, abril, mayo, junio y julio). Este cambio aparentemente irrelevante contribuye a modificar el balance entre cultivo de invierno (trigo, avena, centeno) y de verano (maíz, sorgo, girasol) a favor de estos últimos por una mejor condición térmica para la germinación y el crecimiento. Las mayores características extractivas de estos cultivos estivales sobre los nutrientes del suelo por un mayor volumen productivo, tendrán consecuencias ecológicas relevantes con el paso de los años. Otra secuela ecológica importante debida a un crecimiento de los cultivos de verano es un desequilibrio relativo entre las poblaciones de malezas de verano e invierno (expansión de sorgo de alepo y gramón). La evolución de las medias anuales para las tres variables térmicas muestra, como es esperable, una tendencia creciente que ha significado un incremento cercano a  $1^{\circ}\text{C}$  durante los últimos 30 años, consistente con el incremento térmico global que se registra en la biósfera del planeta.

Cuadro 1: Comportamiento Estacional de las Temperaturas Media, Máxima Media y Mínima Media ( $y$ ) en la Serie Histórica 1960-1990 ( $x$ ).

Meses	Valor de la constante (a) y del coeficiente de regresión (b) para temperaturas.					
	Media		Máxima Media		Mínima Media	
	a	b	a	b	a	b
Ene	-34.4	0.028	69.9	-0.010	-74.6	0.045
Feb	-50.3	0.036	92.4	-0.032	-153.0	0.084
Mar	-24.5	0.022	89.1	-0.030	-101.1	0.057
Abr	42.2	-0.010	47.4	-0.010	33.3	-0.010
May	127.9	-0.050	137.7	-0.060	42.7	-0.019
Jun	51.6	-0.022	-54.6	0.034	116.8	-0.058
Jul	101.3	-0.040	65.6	-0.020	80.0	-0.040
Ago	-51.3	0.030	29.7	-0.006	-138.0	0.071
Sep	15.3	-0.002	70.4	-0.020	2.0	0.001
Oct	-99.7	0.058	-58.2	0.040	-103.0	0.056
Nov	-112.5	0.066	-73.9	0.051	-109.0	0.061
Dic	-153.5	0.089	-75.1	0.052	-130.9	0.073
Anual	-51.1	0.033	-18.0	0.020	-68.1	0.038

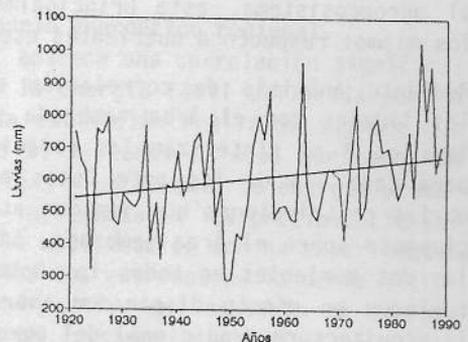


FIGURA 2: TENDENCIAS PLUVIOMETRICAS DE LA REGION SEMIARIDA PAMPEANA EN LA SERIE 1921-1990.

La lluvia anual acumulada es, junto a la temperatura, la otra variable relevante al agroecosistema regional que ha sufrido cambios significativos a través del tiempo. En este caso fue posible ampliar el análisis a una serie histórica de 70 años (1921-1990) debido a la existencia de registros pluviales de más larga data. Un análisis comparado de las tendencias estacionales de lluvia permitió apreciar un comportamiento más bien errático en los distintos meses, sin las características estacionales observadas cuando se analizaron temperaturas. Resulta destacable, no obstante, la tendencia marcadamente creciente registrada en las lluvias anuales de toda la serie, con un incremento medio de 70 mm. Fig. 2. El aumento de las marcas pluviales ha sido particularmente notable en la subserie 1950-1990, con incremento de unos 130 mm en los últimos 40 años, de muy alta significación para cualquier región con características semiárida. Es probable que este empinado aumento corresponda a una fase particularmente benigna dentro de la tendencia general creciente de largo plazo.

La restante variable analizada (de menor importancia agroecológica en la región estudiada) fue la radiación global (R) expresada en cal/cm<sup>2</sup> de superficie horizontal que mostró una tendencia declinante ( $R=6471-3,03*x$ ) a lo largo de la serie 1973-1989 (x). Las tres variables analizadas mostraron, a lo largo de las series estudiadas, señales inequívocas de un cambio climático global que tiene referencias regionales, con lo cual sería posible aceptar provisionalmente la primera de las hipótesis formuladas. La aceptación definitiva de esta hipótesis se hubiera facilitado de contarse con series históricas de mayor duración.

#### **Evaluación del impacto ecológico**

¿Qué fracción del cambio ecológico puede ser atribuida al cambio climático? Sin duda, no tiene esta pregunta una respuesta sencilla. ¿Es el cambio ecológico consecuencia del cambio climático o es el cambio ecológico un agente causal de cambio en el clima regional?. Debido al carácter global del clima, que trasciende a las regiones y a los propios continentes, se tiende en general a reconocer a éste como un factor de modificación en la ecología regional. No obstante, más importante que buscar relaciones causa-efecto de un componente sobre el otro, puede ser evaluar el grado de asociación que existe entre la variancia de ambos componentes. De los tres factores climáticos analizados previamente, fueron las lluvias las que mostraron, a lo largo de la serie estudiada, el grado de relación más elevado con dos variables ecológicas relevantes: el área sembrada con cultivo de cosecha, y el rendimiento de estos cultivos. El impacto ecológico de un cambio en el rendimiento de los cultivos de cosecha incorporados al agroecosistema, está principalmente fundado en el potencial extractivo de los mismos respecto a nutrientes esenciales del suelo.

Mediante análisis de correlación simple se valoró el grado de asociación de las lluvias con el área sembrada y con los rendimientos de los cultivos. En la Fig. 3 se sintetizan las relaciones obtenidas entre lluvia y área sembrada para cada uno de los once Dptos estudiados de la Pcia. de La Pampa. Existen obvias restricciones que impiden atribuir a las lluvias un impacto causal concluyente sobre el área sembrada. Sin embargo, el alto grado de asociación entre las dos variables en todos los Dptos, hace presumir que las lluvias en aumento tuvieron un efecto disparador sobre la expansión del área sembrada, alterando la arquitectura tradicional del agroecosistema regional, más inclinado históricamente hacia las actividades ganaderas que hacia la agricultura de cosecha.

Es evidente, sin embargo, que el aumento del área sembrada no puede ser atribuido totalmente al incremento de las lluvias. Una parte sustancial de la variancia debe ser atribuido a factores de otra naturaleza como pueden ser los económicos (mayor rentabilidad de la agricultura de cosecha en relación a la ganadería). Este primer impacto agroecológico que parece asociado al cambio climático, desencadena además otra secuela no tan visible ni fácil de valorar: es el aumento en la extracción de minerales esenciales del suelo. Debido a los mayores rendimientos unitarios de los productos que son cosechados y exportados fuera del ecosistema regional, la tasa de extracción mineral aparece asociada a la cantidad de lluvia caída. En la Fig. 4 se aprecia una relación positiva de los rendimientos por hectárea con las lluvias caída. No obstante, tal como lo han señalado distintos autores (Mc Quigg, 1981; Salomou, 1986; de Wit, 1987; Thompson, 1988), las lluvias sólo pueden explicar una fracción de la variancia en los rendimientos, siendo atribuida la fracción restante a otros componentes extra-climáticos. De acuerdo a Mc Quigg (1981), los tres principales componentes de la variabilidad de los rendimientos en una serie histórica de años son la variabilidad climática, el cambio tecnológico, y un componente aleatorio que no puede ser especificado y que habitualmente cae dentro del error estadístico en un análisis de la variancia. Sin embargo, es importante puntualizar que al menos una parte significativa de la extracción mineral por efecto de las cosechas puede ser explicada a través del cambio climático ocurrido. Estas evidencias son suficientemente claras para aceptar la segunda de las hipótesis formuladas.

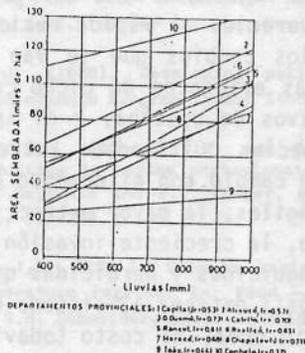
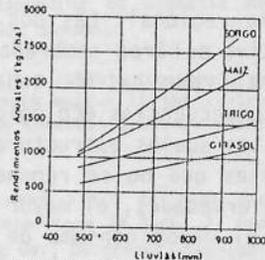


FIGURA 3. CORRELACIONES ESTIMADAS ENTRE LLUVIA CAÍDA Y ÁREA SEMBRADA EN LA SERIE HISTÓRICA 1960-1980 PARA DISTINTOS DEPARTAMENTOS DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA CON APTITUD PRODUCTIVA MIXTA.



LOS COEFICIENTES DE CORRELACIÓN LINEAL FUERON: 0.41, 0.40, 0.47 Y 0.47 PARA TRIGO, MAÍZ, SORGO Y GIRASOL RESPECTIVAMENTE.  
FIGURA 4. CORRELACIONES ESTIMADAS ENTRE LLUVIA CAÍDA Y RENDIMIENTO POR HECTÁREA DE LOS CUATRO CULTIVOS DE COSECHA MÁS DIFUNDIDOS EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA.

**Consecuencia del cambio climático sobre el modelo energético regional.**

En la Fig. 5 se puede apreciar que, en efecto, aparece una correlación significativa entre la cantidad de lluvias caídas y la energía fósil utilizada por un lado, y la energía producida por el otro. La estimación realizada sugiere que el consumo de energía se incrementa en unos 35 millones de mcal por cada 100 mm de incremento en la cantidad de lluvias caídas y un aumento de energía producida de más de 770 mcal por igual fracción de incremento en las precipitaciones. La Fig. 6 ofrece una descripción gráfica de la modificación que ha experimentado el flujo de energía del sistema estudiado en los dos extremos de la serie histórica analizada. Se aprecia un incremento significativo del subsidio de energía fósil recibido, elevando el funcionamiento del sistema a un nivel que está muy por encima del presupuesto energético de origen solar. Se acrecienta la importancia relativa del subsistema urbano como intermediario energético dentro del ecosistema global.

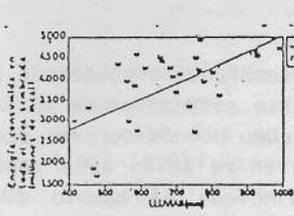
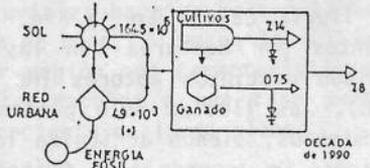
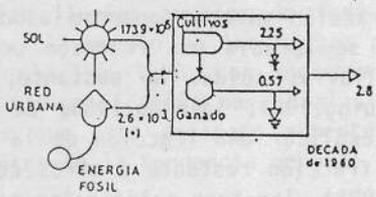
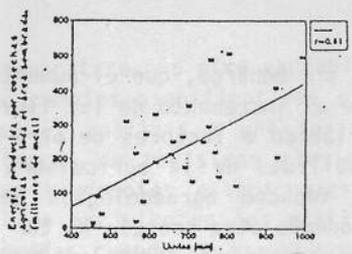


FIGURA 3. RELACIONES PRODUCIDAS ENTRE LLUVIAS, CONSUMO Y PRODUCCION DE ENERGIA EN CULTIVOS AGRICOLAS EN LA PAMPA SEMIARIDA.



Valores expresados en millones de kcal/año/ha y todos los valores normalizados de acuerdo a la energía total llevada en cultivos de cosecha.

FIGURA 4. ESTIMACION DEL FLUJO GLOBAL DE ENERGIA EN EL AREA DESTINADA A CULTIVOS DE COSECHA (22.974 km<sup>2</sup>) EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA EN DOS PERIODOS HISTORICOS DISTINTOS (decadas de 1960 y 1990)

### CONCLUSIONES

El mejoramiento registrado en las condiciones climáticas de la pampa semiárida desencadena, comprensiblemente, un generalizado optimismo en relación a las posibilidades productivas del agroecosistema regional. Si a ello se suman condiciones económicas financieras que han favorecido al rápido reciclado de los recursos monetarios, no deben sorprender los cambios que se van produciendo en la ecología regional. Las dos señales más evidentes de dicho cambio son el aumento relativo del área sembrada con cultivos de cosecha, y el incremento de los rendimientos por ha. de todas las especies cultivadas. Entre otras, las principales consecuencias ecológicas en este cambio son el aumento del potencial erosivo de estos suelos estructuralmente frágiles, la mayor extracción de minerales esenciales que no se reponen al suelo, la creciente invasión de malezas, insectos y enfermedades, el mayor uso de plaguicidas y herbicidas que ello trae aparejado, y el mayor consumo de energía fósil externa al sistema que, además, es contaminante y no renovable. Este es, sin duda, el costo todavía invisible de la expansión de la frontera agrícola en áreas marginales como la considerada en este trabajo.

El cambio del perfil energético a una escala regional parece ser una condición ligada al cambio climático. El ecosistema está siendo desplazado hacia un status energético superior cada vez más alejado del presupuesto energético de origen solar en el que funcionó el ecosistema natural. Para sostener en el tiempo niveles productivos y económicos crecientes sustentados en mejores condiciones climáticas, el sistema está forzado a disipar cantidades también crecientes de energía fósil. Esto, en sí mismo, no sería demasiado riesgoso en tanto el patrimonio mineral de los suelos pudiera ser mantenido en condición estable. Pero las evidencias indican que ni la fertilidad ni la estabilidad estructural de los suelos son sostenidas mediante tecnologías adecuadas.

Las hipótesis de cambio climático, cambio ecológico y modificación del perfil energético pueden ser provisoriamente aceptadas a partir de los resultados obtenidos. Sin duda, la verificación definitiva de las mismas requiere de la formulación de nuevas hipótesis que apunten a profundizar en conocimientos más

específicos sobre el tema planteado. Algunos interrogantes que surgen como disparadores de nuevas hipótesis pueden ser los siguientes: ¿estamos en presencia de un cambio climático de largo plazo, o en la fase de un ciclo eventualmente reversible? ¿qué está ocurriendo con el clima en otras áreas de la región pampeana? ¿cómo interactúa el clima con otros componentes extraclimáticos para desencadenar un cambio ecológico?. De persistir las tendencias en el clima ¿en qué punto debe el hombre "desenganchar" el cambio ecológico por él provocado, del cambio climático que se está registrando? ¿cuáles son los niveles "tolerancia" para distintos ecosistemas?. Los cambios globales que hoy se observan en la biósfera demandan conocimientos que no están disponibles, pero que son necesarios para prevenir y restaurar la sustentabilidad en los ecosistemas más profundamente intervenidos por el hombre.

## BIBLIOGRAFIA

- Casagrande, G. (1990). Comunicación personal.
- Davis, M.B. (1986). Climate instability, time lags and community disequilibrium. En: Colonization, succession, and stability (A.J.Gray, M.J.Crawley, and P.J.Edwards, ed.). Harper and Row, New York, p.269-284.
- deWit, C.T. (1986). Introduction. En: Modelling of Agricultural Production: Weather, soils and Crops (H.van Keulen and J.Wolf, ed.). Pudoc, Wageningen, p.1.
- Graham, R.W. (1986). Response of mammalian communities to environmental changes during the late Quaternary. En: Community ecology (J. Diamond and T. Case, ed.). Harper and Row, New York, p. 300-313.
- Jaeger, J. (1988). Developing policies for responding to climatic change. World climate Program Impact Studies, Stockholm, Sweden.
- Keller, J.R., Bellows, W.K. and Guillard, R.R.L. (1989). Dimethyl sulfide production in marine phytoplankton. En: Biogenic sulfur in the environment (E.S.Saltzman and W.J. Cooper, ed.). American Chemical Society, Washington D.C., 167-182.
- McQuigg, J.D. (1981). Climate variability and crop yield in high and low temperature regions. En: Food - Climate Interactions (W.Bach, J. Pankrath and S.H. Schneider, ed.). D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, 121-137.
- Reed, W., Shu Geng and Hills, F.J. (1986). Energy input and output analysis of four field crops in California. J. Agronomy & Crop Science, 157, 99-104.
- S.B.I. Sustainable Biosphere Initiative (1991). An Ecological Research Agenda. A report from The Ecological Society of America. Ecology, 371-412.
- SEAGP- Secretaría de Estado de Agricultura, Ganadería y Pesca (1990). Serie de estadísticas de cultivos de cosecha en la provincia de La Pampa.
- Shukla, J., Nobre, C. and Sellers, P. (1990). Amazon deforestation and climatic change. Science. 247: 1322-1325.
- Solomou, S. (1986). The impact of climatic variation on British economic growth, 1856-1913. Climatic change, 8: 53-67.
- Thompson, L.M. (1988). Effects of changes in climate and weather variability on the yields of corn and soybeans. J. Prod. Agric., 1: 20-27.
- Trefil, J. (1990). The year in science: an overview. En: Science and the Future, Yearbook 1990 ( Enciclopedia Británica), 280-285.