

Monografía 2ª correspondiente a la

CARRERA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS
FAC. DE INGENIERÍA Y CIENCIAS ECONÓMICO-SOCIALES

EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL Y EL FUTURO DE LOS
AGROECOSISTEMAS EXTENSIVOS DE SAN LUIS: UNA MIRADA
PRELIMINAR

Jorge Hugo Veneciano y Elsi del C. Lartigue

1998

Contenido

Resumen

Palabras clave

Introducción

Material y métodos

Resultados

Discusión

A. Agricultura de cosecha

B. Ganadería bovina de carne

B.1. Incidencia sobre los recursos forrajeros

B.2. Incidencia sobre el ganado

Conclusiones

Bibliografía citada

Maestría en Gestión Ambiental, FICES (UNSL): Monografía 2ª

EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL Y EL FUTURO DE LOS AGRO-ECOSISTEMAS EXTENSIVOS DE SAN LUIS: UNA MIRADA PRELIMINAR

Veneciano, J.H.¹ y Lartigue, E. del C.²

RESUMEN

Evidencias experimentales confirman que nos hallamos inmersos en un proceso de cambio climático global desencadenado por las actividades humanas, cuya consecuencia más notable es el incremento de la concentración atmosférica del CO₂ y de la temperatura ambiental. La utilización de modelos predictivos posibilita que nos situemos climáticamente en escenarios futuros, procurando inferir algunas de las repercusiones que habrán de incidir sobre los agro-ecosistemas como consecuencia de dichas alteraciones. Los objetivos propuestos en el trabajo que se presenta fueron: indagar la naturaleza de los cambios previstos para los próximos cincuenta años en lo atinente al clima de San Luis y especular acerca de algunas de las consecuencias que dichas modificaciones podrían acarrear a los agro-ecosistemas extensivos de nuestra provincia. A partir de bibliografía se estimaron valores provinciales promedios de cuatro parámetros climáticos de elevada incidencia en las actividades agropecuarias: temperaturas medias de enero y julio (°C), precipitación media anual (mm) y periodo libre de heladas (días), para tres momentos: actual y años 2010 y 2050. El incremento ostensible en los niveles de los parámetros considerados, sumado al aumento en la concentración atmosférica del CO₂, permiten inferir para la provincia de San Luis cambios muy significativos en las próximas décadas: desde aumentos en la productividad de los cultivos de cosecha (en mayor medida para los de plantas C₃), pasando por la expansión de especies subtropicales y la pérdida de significación de cultivos templados, hasta los cambios previsibles en el panorama de los cultivos forrajeros y de las comunidades vegetales nativas, así como en las características y manejo del ganado bovino.

Palabras clave: agro-ecosistemas, cambio climático, San Luis.

1 INTA San Luis; 2 Actividad privada.

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global del clima como consecuencia del aumento en la concentración atmosférica del anhídrido carbónico (CO₂) y, en menor escala, otros gases raros (metano, óxidos de nitrógeno, etc.), que en conjunto son responsables del denominado “efecto invernáculo”, constituye el problema ecológico más importante de la época moderna (Budyko *et al.*, 1994; Burgos, 1989). El incremento de la temperatura podría acentuarse en las próximas décadas, llegando incluso a superar los niveles alcanzados en los últimos millones de años. Existe absoluto consenso a este respecto, aún cuando algunos investigadores predicen para la próxima década una disminución de la actividad de las manchas solares, que atenuaría en cierto grado el calentamiento antropogénico de la superficie del planeta (Burgos, 1998).

La magnitud del impacto previsto torna imprescindible la realización de estudios prospectivos conducentes a determinar los efectos esperables sobre el escurrimiento fluvial, el nivel del mar, las capas de hielo y nieve, así como sobre la fauna y flora de los continentes, entre otros (Budyko *et al.*, 1994). De igual modo, es también relevante considerar en el mediano plazo los efectos posibles del calentamiento global sobre las actividades económicas en general y sobre las agrícolas en particular, dada la alta dependencia de éstas respecto de las condiciones climáticas.

La presente monografía procura efectuar una prospección preliminar acerca de algunas de las consecuencias que –con la escasa información disponible actualmente– pueden ser inferidas para los agro-ecosistemas sanluiseños en los próximos cincuenta años.

El trabajo plantea como hipótesis que las consecuencias derivadas del cambio climático global habrán de incidir de manera relevante, a mediano plazo, sobre los agro-ecosistemas de San Luis.

Los objetivos propuestos fueron:

1. Indagar la naturaleza de los cambios previstos, con especial énfasis en lo atinente al clima de San Luis.
2. Especular acerca de las consecuencias que dichos cambios podrían acarrear a los agro-ecosistemas extensivos de esta provincia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sobre la base de información disponible se estimaron los valores medios para la provincia de San Luis de cuatro parámetros climáticos de elevada incidencia en las actividades agropecuarias: temperaturas medias de enero y julio (°C), precipitación media anual (mm) y periodo libre de heladas (días).

Los valores se obtuvieron para tres momentos: actual, año 2010, y año 2050.

Actual: Para las temperaturas de enero y julio y para las precipitaciones se promediaron los valores de cuatro localidades que por su situación geográfica se consideró representan apropiadamente el territorio total de la provincia (De Fina, 1992), y lo mismo para el periodo libre de heladas (Atlas agro-climático de Argentina-Servicio Meteorológico Nacional, citado por INTA, 1989). Las cuatro localidades elegidas fueron:

La Maroma (Sudoeste),
Nueva Galia (Sudeste),
San Roque (Noroeste), y
Villa del Carmen (Noreste).

Años 2010 y 2050: Se calcularon de Burgos (1991), para uno de los escenarios previstos (escenario A: duplicación de la concentración atmosférica del CO₂ y calentamiento anual de la superficie del planeta igual a 4° C para el año 2050).

RESULTADOS

Los valores promedios para la provincia de San Luis (calculados o estimados, según el caso) correspondientes a precipitación anual, periodo libre de heladas y temperaturas de enero y julio, se señalan en el Cuadro 1. Puede apreciarse allí que lo que se indica como valores “actuales” corresponde a periodos de tiempo no siempre concordantes ni –paradójicamente- estrictamente actualizados, dada la escasa disponibilidad de información confiable. No obstante, en nada se modifica la evidente percepción de una tendencia clara de incrementos de temperatura, nivel de lluvias y periodo libre de heladas en función de las próximas cinco décadas. A modo de ejemplo baste señalar que para Villa Mercedes la precipitación media del periodo 1983 – 97 fue igual a $677,1 \pm 18,8 \text{ mm año}^{-1}$ (información interna INTA San Luis), esto es, casi 25 % superior al llamado “promedio histórico”, que se corresponde aproximadamente con el segundo tercio de este siglo.

Cuadro 1. Parámetros climáticos medios actuales y futuros para la provincia de San Luis (Adaptado de Burgos, 1998; De Fina, 1992; INTA, 1989).

	Actual*	Año 2010**	Año 2050**
Temperatura media de enero	23,9°C (#)	> 26,0°C	29,5°C
Temperatura media de julio	7,7°C (#)	< 12,0°C	12,0°C
Periodo libre de heladas	215 días °	240 días	> 240 días
Precipitación media anual	447,8 mm °°	> 500,0 mm	600,0 mm
* Valores obtenidos a partir de 4 localidades que en conjunto representan condiciones medias para la provincia. ** Valores estimados a partir de mapas (Burgos, 1991).			
# Valores medios 1941-1950.			
° Atlas agroclimático de Arg. (1952-58), SMN (INTA, 1989). °° Valores medios 1921-50.			

DISCUSIÓN

Los grandes cambios climáticos del pasado han estado ligados a factores solares, planetarios, geológicos y geofísicos que se fueron desarrollando durante milenios. La alteración abrupta que puede introducir el hombre, al duplicar el efecto invernáculo de la atmósfera en no más de cien años, conforma un cambio sin precedentes en la historia de la Tierra. De modo que los valores del pasado ofrecen muchas sugerencias sobre el clima del futuro, pero no constituyen por sí solos una base segura para un pronóstico concreto y detallado del mismo. Sin embargo, los modelos analógicos pueden resultar de gran utilidad para prever cambios regionales del clima hasta tanto se cuente con modelos de mayor consistencia (Burgos, 1989).

La utilización de modelos predictivos como el de Budyko *et al.* (1994) permite situarnos climáticamente en escenarios venideros y, conociendo las características salientes de los sistemas extensivos de producción agropecuaria, nos posibilita inferir algunas consecuencias relevantes derivadas de la modificación de parámetros climáticos tales como los reseñados en el Cuadro 1 para nuestra provincia. Algunas de estas consecuencias podrían ser:

A. Agricultura de cosecha

El aumento en la concentración atmosférica del CO₂ actúa en general como un factor promotor de la producción global de los cultivos. En primer lugar porque ocasiona un incremento en la intensidad de la fotosíntesis, determinando una mayor productividad vegetal, respuesta que es más marcada en plantas del tipo C₃. y además porque el aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera conduce a una menor apertura estomática, que se traduce en mejor economía del agua (por reducción de la transpiración). Esto se trasunta en más alta productividad. En este tipo de plantas (C₃) se ha informado un rendimiento superior de la masa foliar y de los órganos reproductivos (incrementos en ramificaciones y cantidad de flores, que potencialmente conducirían a un mayor desarrollo de semillas), como así también cambios en la duración de las fases fenológicas.

Las estimaciones calculadas para la provincia de San Luis predicen para el año 2050 un incremento en la productividad potencial de plantas C₃ (específicamente trigo: *Triticum aestivum* L.) de 26,7 %, habiendo asumido que la concentración de CO₂ (actualmente igual a 345 ppmv) alcanzaría entonces el nivel de 550 ppmv en la atmósfera. Para el caso de los cultivos del tipo C₄ (específicamente maíz: *Zea mays* L.) se prevé un incremento menor (11,7 %) de la productividad para el mismo año (Budyko

Monografía 2ª, FICES (UNSL), 1998. El cambio climático global y el futuro de los agro-ecosistemas extensivos de San Luis: una mirada preliminar

et al., 1994). Naturalmente, en estas previsiones están contemplados –además de las modificaciones en la composición química de la atmósfera- los cambios aparejados de temperatura y del nivel de lluvias. Pero el modelo supone que los límites geográficos de la producción cerealera no sufrirán alteración, aspecto ciertamente cuestionable. En el escenario descrito es posible prever, por ejemplo, que el principal cultivo de la provincia (maíz) afianzaría su posición, al igual que el sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), extendiéndose hacia el Oeste la frontera agrícola, con los riesgos que implica el laboreo de suelos de incipiente desarrollo. Cultivos del tipo C3 actualmente relevantes (como el girasol: *Helianthus annuus* L.) encontrarían un ambiente más propicio para su expansión. De igual modo, otras especies C3 escasamente significativas hoy para la economía provincial, tales como la soja (*Glycine max* (L.) Merr.) y el maní (*Arachis hypogaea* L.), se verían particularmente favorecidas dada la incidencia que la concentración del CO₂ en atmósfera tiene sobre las leguminosas, a lo cual se sumarían los incrementos de temperatura, nivel de lluvias y el mayor periodo libre de heladas, que posibilitarían trabajar con variedades e híbridos de más prolongado ciclo de crecimiento.

No parece ser éste el caso del trigo, puesto que –considerando la temperatura media de 12°C en julio como límite superior para el desarrollo de los cultivos templados- el desplazamiento de dicha isoterma a latitudes mayores de 32° Sur (Burgos, 1991) habilitaría sólo al extremo Sur de la provincia de San Luis y a los valles serranos para el desarrollo de este cultivo.

En el Norte de San Luis cultivos subtropicales (por ejemplo algodón: *Gossypium sp*) podrían constituir opciones productivas de importancia.

B. Ganadería bovina de carne

B.1. Incidencia sobre los recursos forrajeros

B.1.1. Cultivos forrajeros

B.1.1.1. Especies del tipo C3

Para los cultivos de características análogas al trigo valen las consideraciones efectuadas en el apartado anterior. Esto incluye al centeno (*Secale cereale* L.), el verdeo invernal más importante de la provincia (con alrededor de 100.000 ha sembradas cada año), cuyo cultivo podría ser sustituido gradualmente por especies aptas para desempeñar su mismo rol en las cadenas alimenticias y que cuentan con

Monografía 2ª, FICES (UNSL), 1998. El cambio climático global y el futuro de los agro-ecosistemas extensivos de San Luis: una mirada preliminar

mayor adaptación a ambientes más cálidos. La cebada (*Hordeum vulgare* L.) y muy especialmente la avena (*Avena sativa* L.) podrían cumplir temporalmente esa función, aunque para el año 2050 quedarían todas por igual inhibidas para desarrollar eficientemente con excepción de la porción Sur del territorio provincial y los valles serranos. Esta situación afectaría en especial a los planteos ganaderos convencionales más intensivos, que incluyen en sus esquemas ganancias de peso importantes durante el semestre frío. Otras opciones estarían constituidas por el desarrollo de variedades aptas para ambientes cálidos, y por el uso de reservas forrajeras y suplementos alimenticios de diversa índole.

Otros cultivos C3, como los tréboles de olor (*Melilotus alba* Medikus y *Melilotus officinalis* Lam.), verían muy favorecido su desarrollo y extenderían su difusión hacia el Oeste. El escenario previsto a mediano plazo para la provincia incidiría además de manera positiva en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L. supsp. *sativa*), probablemente sin que se modifique significativamente el área implantada con esta pastura pero sí su productividad y las variedades empleadas. Podrían ganar en importancia las alfalfas de menor latencia como consecuencia del efecto conjunto de valores más elevados de temperatura, lluvia y periodo libre de heladas.

En el Norte de la provincia, por su parte, podrían resultar útiles algunas leguminosas forrajeras subtropicales, hoy no difundidas en San Luis.

B.1.1.2. Especies del tipo C4

Entre los cultivos anuales el maíz seguirá siendo preponderante, en tanto que el sorgo forrajero (*Sorghum x drummondii* (Steudel) Millsp. & Chase), el mijo (*Panicum miliaceum* L.) y la moha (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) se encontrarán con un ambiente muy favorable para su desarrollo, probablemente con tendencia a extenderse hacia el Oeste. De verificarse así, esto comprometería la estabilidad de esos suelos poco estructurados, aún siendo probable que para entonces las tecnologías de siembra y las posibilidades de rotaciones planeadas tengan un grado de evolución superior al actual.

Entre las pasturas plurianuales las gramíneas megatérmicas habrán cobrado importancia en todo el territorio provincial, girando alrededor de especies actualmente difundidas o en proceso de expansión (como el pasto llorón: *Eragrostis curvula* (Schrader) Nees, la digitaria: *Digitaria eriantha* Steudel subsp. *eriantha*, la antéfora: *Antheophora pubescens* Nees, el mijo perenne: *Panicum coloratum* L. y el pasto salinas o buffel grass: *Cenchrus ciliaris* L.), que habrán completado su expansión hasta el límite occidental de San Luis los primeros, y el último ampliaría su expansión al Sur de los 34° de latitud, al encontrarse desplazada la barrera natural que hoy constituyen las

Monografía 2ª, FICES (UNSL), 1998. El cambio climático global y el futuro de los agro-ecosistemas extensivos de San Luis: una mirada preliminar

temperaturas invernales extremas. Otras especies introducidas complementarían a las anteriores (entre ellas probablemente se cuenten *Eragrostis superba* Peyr., *Bothriochloa* sp, *Panicum virgatum* L., *Bouteloua* sp) y continuarían ingresando por el Norte recursos para los cuales las condiciones imperantes en las próximas décadas aparecen como favorables (ej. grama Rhodes: *Chloris gayana* Kunth y otros integrantes del género *Panicum*).

La imposibilidad de contar en buena parte del territorio provincial con cultivos invernales acentuaría la necesidad de recurrir al uso del diferido de pasturas estivales plurianuales, con una dependencia también creciente respecto de la suplementación proteica del ganado.

B.1.2. Pastizal natural

Las comunidades vegetales nativas tienen en su composición un marcado predominio de especies forrajeras estivales (n° especies estivales.100 n° total de especies⁻¹): 70 % (área 5), 75 % (áreas 2 y 7), 90 % (área 3), 90 – 95 % (Oeste y Este del área 1) y 100 % de gramíneas forrajeras estivales las áreas 4 y 6 (INTA, 1989). De manera que situarnos cincuenta años más tarde en un ambiente con un importante incremento de la temperatura media, así como en el periodo libre de heladas y en el nivel de lluvias (siempre con acentuada preeminencia estival), e incluso con mayor deficiencia hídrica que la actual, necesariamente nos conduce a pensar que, a excepción de los pastizales serranos y la porción Sur de la provincia, las comunidades vegetales nativas tenderían a un predominio absoluto de las especies estivales. Los cambios climáticos previstos parecen de magnitud suficiente como para provocar modificaciones decisivas en la conformación de estas comunidades, con retracción de sus componentes gramíneos del tipo C3 (con y sin valor forrajero: *Poa* sp, *Stipa* sp, *Piptochaetium* sp, principalmente) y una profusión mayor de especies no gramíneas valiosas del tipo C3 que en la actualidad son poco relevantes, como por ejemplo *Adesmia* sp (leguminosa). La alta proporción de especies C4 proveería al pastizal de una excelente capacidad de adecuación a las nuevas condiciones imperantes.

A su vez, el ya preocupante grado de invasión de los campos por malezas introducidas del tipo C3 tales como el falso alcanfor (*Heterotheca latifolia* Burk.) podría alcanzar niveles muy graves ante modificaciones en el ambiente que pueden preverse como crecientemente favorables para su desarrollo.

El incremento de la temperatura y la concentración atmosférica del CO₂ aparecen como condiciones predisponentes para que leñosas arbustivas y arbóreas, particularmente leguminosas (ej. chañar: *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. &

Monografía 2ª, FICES (UNSL), 1998. El cambio climático global y el futuro de los agro-ecosistemas extensivos de San Luis: una mirada preliminar

Arn.) Burkart y caldén: *Prosopis caldenia* Burkart), prosperen favorablemente, al tiempo que la presencia del estrato arbóreo cobraría especial relevancia en un territorio que para el año 2050 presentaría una alta inserción en las áreas de clima subtropical (Burgos, 1991).

Las actuales áreas ecotonales tenderían a definirse, conformándose a la vez nuevas superficies de bordes.

B.2. Incidencia sobre el ganado

La media de 26° C para el mes más cálido (enero) es considerada como umbral térmico para el desarrollo de la ganadería templada y en la actualidad se sitúa alrededor del paralelo de 30° Sur (Carrazzoni, 1982). Para el año 2050 la isoterma de 26° C se habrá desplazado aproximadamente hasta el paralelo de 37° Sur, afectando en su totalidad al territorio sanluiseño (Burgos, 1991). De manera que las condiciones previstas hacen pensar en la necesidad de modificaciones profundas en el manejo futuro del ganado, desde los cambios de mayor sencillez (tales como el corrimiento del periodo de entore o los mayores requerimientos de agua de bebida) hasta los de mayor complejidad (acebuzamiento paulatino de la hacienda, cambios en la problemática sanitaria de los rodeos, etc.).

CONCLUSIONES

La ocurrencia de un cambio climático global –ya en curso- ha sido verificada experimentalmente, así como sus consecuencias más notables: incrementos en la concentración atmosférica del CO₂ y la temperatura ambiental, entre otras. Por constituir los factores climáticos un componente importante del concepto de ajustabilidad de los ecosistemas, necesariamente su alteración habrá de repercutir en la estructura, funcionamiento y estabilidad de los mismos, análisis que excede en mucho los objetivos de esta monografía. Innumerables aspectos de las derivaciones de esta situación no están aquí contemplados: la problemática sanitaria de los cultivos, la necesidad creciente de restitución de nutrientes al suelo, las producciones agropecuarias alternativas, los efectos inducidos a la fauna nativa, entre otros, requieren de un enfoque multidisciplinario para abarcar el problema en su complejidad. Sin embargo, es válido intentar un esbozo preliminar de algunas de las modificaciones que es posible prever para los sistemas extensivos de producción de la provincia en el transcurso de las próximas décadas. No tanto con la pretensión de aportar precisiones acerca del escenario futuro de los agro-ecosistemas sanluiseños, pero sí con la intención de someter el tema a discusión, en el convencimiento de que buena parte de

Monografía 2ª, FICES (UNSL), 1998. El cambio climático global y el futuro de los agro-ecosistemas extensivos de San Luis:
una mirada preliminar

la responsabilidad de las instituciones de capacitación y desarrollo tecnológico así como de las instancias gubernamentales de planificación debe estar puesta precisamente en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Budyko, M.I.; Borzenkova, I.I.; Menzhulin, G.V. y Shiklomanov, I.A. 1994. Cambios antropogénicos del clima en América del Sur. Serie de la Acad. Nac. de Agr. y Vet. 19: 223 p.

Burgos, J.J. 1989. Efecto de la actividad humana sobre el cambio global del clima. Comunic. 6 Acad. Nac. Agr. y Vet.: 28 p.

----- 1991. Escenarios del impacto económico social del cambio global del clima en la Rep. Argentina. Comunic. 9 Acad. Nac. Agr. y Vet.: 25 p.

----- 1998. Factores atmosféricos y climáticos (Conf.). Curso de especialización en gestión ambiental. FICES (UNSL): 64 p.

Carrazzoni, J.A. 1982. Ganadería subtropical argentina: experiencias con vacunos. Ed. Hemisferio Sur (1ª reimpresión actualizada): 232 p.

De Fina, A.L. 1992. Aptitud agroclimática de la Rep. Argentina. Acad. Nac. de Agr. y Vet.: 191-194.

INTA 1989. Mapas descriptivos de variables relacionadas con la producción agropecuaria de la prov. de San Luis. CR La Pampa-San Luis, INTA San Luis: 78 p.