

PAR/98/G31
COMUNICACIÓN NACIONAL CAMBIO CLIMATICO

INFORME FINAL

COMPONENTE
VULNERABILIDAD Y ADAPTACION GANADERA

CONSULTOR NACIONAL
HENRY MORIYA

Dirección de Ordenamiento Territorial - MAG/SSRN
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Asunción, 17 de Octubre de 2000

TABLA DE CONTENIDO

I.	ANTECEDENTES.....	1
II.	INTRODUCCION.....	1
III.	OBJETIVOS.....	2
IV.	LIMITACIONES Y RESTRICCIONES.....	2
V.	ACTIVIDADES.....	3
VI.	METODOLOGIA.....	4
VII.	RESULTADOS	5
VIII.	VULNERABILIDAD.....	6
IX.	ADAPTABILIDAD.....	7
X.	CONCLUSIONES.....	7
XI.	RECOMENDACIONES.....	8
XII.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	9

INFORME FINAL

I. ANTECEDENTES

Este documento representa el informe final del componente "**Vulnerabilidad y Adaptación Ganadera**" en el marco del **Proyecto PAR/98/631, "Comunicación Nacional Cambio Climático"**, es presentado con el objeto de dar cumplimiento a lo estipulado en la cláusula **III de Remuneración** y en el **Anexo II del Calendario de Pagos** del contrato suscrito con el **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)**.

II. INTRODUCCION

El sector agropecuario y forestal, incluyendo caza y pesca, aportó el **28% del PIB** global del País en 1.999. Dentro de dicho agregado agropecuario y forestal, la actividad **agrícola aportó al PIB global el 17%**, mientras que la producción **ganadera lo hizo con el 8%**, y la **explotación forestal conjuntamente con las actividades de caza y pesca**, con el **3%**. En los años 90 la participación agrícola en el PIB nacional fluctuó entre el 15% y 17%, y en el PIB sectorial entre el 59% y 62%.

Del total de personas activas, que representan el 36% de la población total del País, las actividades generadoras de bienes agropecuarios (en su mayor parte alimentarios) ocupan al 32%, la industria manufacturera conjuntamente con la construcción y otras actividades del sector secundario ocupan al 18% y los servicios en general lo hacen con el 39%.

Las **existencias** bovinas del país incluyen unas 9,7 millones de cabezas, de las cuales 9 millones corresponden al ganado de carne y 700.000 cabezas a la ganadería de leche .(Ver Anexo I). Las existencias pecuarias incluyen además a 1,76 millones de cabezas de ganado porcino, 15,75 millones de aves, 398.000 ovinos, 351.000 equinos y 122.000 caprinos.

El stock de ganado bovino, cuya producción global emplea unas 25,7 millones de ha, de las cuales 13 millones de ha son pasturas naturales, 4 millones de ha corresponden a pasturas cultivadas, 7,2 millones a montes, y 1,4 millones son esteros, produce un volumen estimado de entre 250.000 toneladas y 270.000 toneladas de carne según distintas estimaciones disponibles, con una tasa de extracción que se habría mantenido estable en alrededor de 12%. (Ver Anexo I).

La **producción lechera**, que aporta el 2% al PIB total es generada a partir de un hato lechero estimado en 700.000 cabezas. La producción diaria por vaca, estimada a partir de datos del censo de 1.991 en 3,6 litros de leche por vaca ordeñada por día, es considerada baja; la parte del hato que se destina a la producción comercial de leche tendría un nivel de producción algo mayor. Se estima que el stock de ganado lechero no ha sufrido variaciones significativas.

De acuerdo a la información del Censo de 1991, las existencias de ganado vacuno para carne se concentran en las explotaciones mayores de 100 hectáreas, que siendo el 12% del total tienen el 75% del ganado del país. Las menores de 100 hectáreas (el 88% del total), por su parte, tienen sólo el 25%.

La carga ganadera en general es baja a escala nacional, y considerando el total de hectáreas de las explotaciones agropecuarias, el ganado vacuno mantiene promedios inferiores a una cabeza por hectárea. El lento y paulatino incremento de este índice es el resultado de la expansión de las pasturas cultivadas y de otras prácticas de manejo.

III. OBJETIVOS

Los ecosistemas de las tierras de uso ganadero y la ganadería son complejos, existen innumerables interacciones entre los componentes bióticos y abióticos del sistema así como entre los componentes económicos y sociales. Consecuentemente, los efectos de los cambios climáticos tendrán muy probablemente impactos directos (de primer orden) e impactos indirectos (de segundo orden) en diferentes escalas espaciales y temporales. Ejemplos de dichos impactos incluyen cambios en los rendimientos de los forrajes o pasturas, en la productividad del ganado, cambios en los procesos ecológicos, alteraciones en los niveles de rentabilidad de las explotaciones agropecuarias, cambios en los ingresos rurales regionales, y posibles modificaciones en producciones e ingresos a nivel nacional y regional. (Parry and Carter)

Los objetivos generales de evaluar el sector ganadero y las tierras que son ocupadas por dicha actividad son principalmente : a) identificar áreas ganaderas que sean sociológica, económica, y ecológicamente vulnerable a los cambios climáticos, b) evaluar como el clima afecta las prácticas de manejo y los procesos ecológicos de las tierras dedicadas a la ganadería así como los sistemas ganaderos; e c) identificar posibles estrategias de adaptación con el objeto de minimizar los efectos adversos y, cuando ello sea el caso, optimizar los beneficios de los cambios climáticos.

Los objetivos específicos de esta consultoría según los términos de referencia son : a) definir escenarios básicos de vulnerabilidad y adaptación ante los cambios climáticos en el sector pecuario, b) evaluar y definir opciones de adaptación del sector pecuario ante el cambio climático y c) evaluar y definir políticas de vulnerabilidad y adaptación de los rubros Ganado Vacuno de corte y de Leche.

IV. LIMITACIONES Y RESTRICCIONES

Este estudio adolece de las siguientes limitaciones :

No ha sido posible correr los software de modelos biofísicos sofisticados (DSSAT 3.5 o SPUR 2.2 o BIOME), que son los modelos recomendados o ya utilizados por países vecinos en estudios anteriores, debido a las limitaciones de datos y de tiempo con que contaba el consultor internacional contratado para el efecto, Sr. Roger E. Rivero Vega.

En su defecto se ha empleado un programa más sencillo, con el objeto de lograr por lo menos determinar la dirección y el orden de magnitud de los impactos de los cambios climáticos esperados.

Los cuatro cuadrantes (celdas) que cubren casi todo el Territorio paraguayo, resultado de los modelos disponibles en SCENGEN generados por la consultoría encargada de desarrollar los escenarios para los cambios futuros del clima en el Paraguay, son aún demasiados heterogéneos en el sentido en que en una misma celda se incluyen estaciones meteorológicas ubicadas en regiones bastante diferentes como ser por ejemplo Asunción, San Juan Bautista, Encarnación y Villarica, con características edáficas diferentes, cobertura vegetales diferentes, ecosistemas diferentes, etc.

No se tienen todos los datos fenológicos para cada área en particular y para todas las especies de cultivos forrajeros implantados por el hombre y de las especies naturales existentes, ni del comportamiento del ganado en cuanto a su nutrición, sanidad, adaptación y productividad.

Por último los datos de temperatura mensual y precipitaciones generados por los MCG (Modelos de Circulación General) disponibles en SCENGEN para los años 2010, 2030, 2050 y 2100, aún presentan ciertas inconsistencias que en el estado actual de los estudios no han podido ser correctamente interpretados.

V. ACTIVIDADES

Desde el inicio del trabajo se ha procedido a una revisión bibliográfica extensa y profunda de materiales relacionados a la Agrometeorología, Fenología y Fisiología Vegetal y Animal, Meteorología, Cambio Climático y Estrategias de Adaptación, Inventario y efectos de gases de efecto invernadero, modelos climáticos, informes estadísticos, Vulnerabilidad y Adaptación, etc.

Durante el período del 17 al 27 de Agosto de 2.000 se ha acompañado y recibido entrenamiento del experto cubano Roger E. Rivero Vega, en el uso de escenarios climáticos sintéticos basado en modelos de circulación general, así como en el uso de índices bioclimáticos y modelos biofísicos de cultivo, para la evaluación de los impactos directos e indirectos del futuro aumento de la concentración atmosférica de CO₂ (anhídrido carbónico).

Para la aplicación de los índices bioclimáticos en la evaluación del impacto de los cambios climáticos sobre ecosistemas terrestres se decidió utilizar los siguientes programas :

- 1) ECOBUDYK.BAS: para el cálculo de la evapotranspiración potencial y real por los métodos de BUDYKO (Sellers, 1970), el índice radiativo de aridez, el balance hídrico anual y el impacto esperado sobre la productividad primaria neta (PPN) de los ecosistemas (sin y con efecto de fertilización por CO₂) según las ecuaciones de la FAO (Doorenbos y Kassam, 1988) y la formulación utilizada en el modelo CENTURY 4.0 (Parton et al., 1987).

- 2) PRECIPPY.BAS, EVAPORPY.BAS y MARIEPAR.BAS: para el cálculo de las evapotranspiraciones potenciales y reales mensuales mediante la solución de la ecuación de balance hídrico por el método de Budyko-Sellers (Sellers, 1970), y
- 3) PRODECO.BAS: para evaluar el impacto del cambio en los términos de la ecuación de balance hídrico y en la concentración de CO₂, a consecuencia del cambio climático, sobre la productividad primaria neta (PPN) de los ecosistemas.

Todos los programas han sido preparados por el Sr. Rivero Vega en lenguaje QuickBasic 4.5 y esta consultoría ha realizado pequeñas modificaciones al programa original para hacerlos de uso más sencillo a los futuros usuarios.

En fecha 17 de Setiembre del corriente año se ha presentado el informe de avance al Director Nacional del Proyecto.

Durante la primera semana de Octubre se han recibido los datos sobre los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero IS92 a, c y e así como los resultados de los diferentes modelos de circulación general (MCG) generados por MAGIC y SCENGEN. (Ver Anexo II).

Seguidamente se ha concensuado con el Lic. Vazquez los escenarios, los modelos y las estaciones representativas por cuadrante. Luego, se han procesado los datos para correrlos en los programas arriba citados preparados por el Sr. Roger.

Se ha detectado ciertas inconsistencias en los datos generados por los MGC, se ha solicitado la revisión y las aclaraciones pertinentes; y se han validado los resultados obtenidos por el programa.(Ver Anexo III)

VI. METODOLOGIA

Se han utilizado los datos sobre los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero IS92 a, c y e así como los resultados de los diferentes modelos de circulación general (MCG) generados por MAGIC y SCENGEN. (Ver Anexo II).

Para el estudio de sensibilidad, vulnerabilidad y adaptación se ha considerado solo cuatro áreas o estaciones meteorológicas, acorde con los cuatro cuadrantes que cubren el país, proporcionados por los consultores Limia y Vazquez del componente "Construcción de Escenarios Climáticos" del Proyecto. Es así, que se ha tomado los datos de la estación de Mariscal Estigarribia (Dpto de Boqueron Chaco) para representar el cuadrante I, los datos de la ciudad de Concepción para representar la celda II, Asunción (Central) para representar el cuadro III, y a estación meteorológica de Ciudad del Este (Dpto de Alto Paraná) como representativa de la celda IV. Coincidiendo dicha división del país con las zonas ganaderas más importantes, ya que el 6.5 % del ganado para carne y el 12.5 % del ganado lechero se encuentra en el Departamento de Boquerón (Chaco); el 7.6 % del ganado para corte y 3.7 % del ganado lechero se concentra en Concepción, el 1 % del ganado para carne y el 7.8 % del ganado lechero se concentra en el Dpto Central y el 3.7 % de ganado para carne y el 10.3 % del ganado lechero se encuentra en el Dpto de Alto Paraná.(Ver Anexo I) En ese mismo

sentido, los Departamentos escogidos : Boquerón, Concepción, Alto Paraná y Central representan un área significativa del total de pastura cultivada en el país (Ver Anexo I).

Conforme recomendaciones del Sr. Riveros, la evaluación de la sensibilidad y vulnerabilidad de los cultivos y ecosistema de pastizales al cambio climático se ha realizado teniendo en cuenta los rendimientos potenciales, potenciales de regadío y potenciales de secano y no los rendimientos reales en esta fase preliminar. (Anexo III) Estudiando sí, el impacto en presencia del posible efecto de fertilización por CO₂.

Para ello es importante distinguir entre plantas del tipo fotosintético C₃ y C₄ . Definiéndose las plantas C₃ como las de más básico mecanismo fotosintético, y son llamadas C₃, porque, el primer compuesto en el que el CO₂ es incorporado es un compuesto con tres átomos de Carbono. Las plantas C₃ representan la mayoría de las especies globalmente hablando, especialmente de hábitats templado a frío, incluyen la mayoría de los árboles y cultivos tales como : trigo, arroz, cebada, papa, etc. En cambio las plantas C₄ tienen un mecanismo especial para concentrar CO₂ en sus hojas por el cual pueden aumentar varias veces la concentración de CO₂ por encima de los niveles atmosféricos. Esto es realizado primeramente incorporando el CO₂ en un compuesto de cuatro carbonos. Esto permite mantener a estas plantas concentraciones intercelulares de CO₂ más bajas que las plantas C₃. Las plantas C₄ tienden a crecer en climas más cálidos, regiones más áridas, e incluyen muchos pastos tropicales y especies agrícolas muy importantes tales como el maíz, la caña de azúcar y el sorgo.

La evaluación de impacto sobre los ecosistemas de pastizales se realizó mediante el uso del índice bioclimático E/E₀ (donde E = Evapotranspiración real y E₀ = Evapotranspiración potencial), la relación de Doorenbos y Kassam (1988), y la expresión que toma en cuenta la concentración del CO₂ que fuera incluida en el modelo de ciclos biogeoquímicos CENTURY 4.0 (Parton et al., 1987). Para el caso de ecosistemas naturales se toma los valores Beta 0.0 al 0.7, en intervalos de 0.1 unidades, para el parámetro adimensional de sensibilidad al CO₂ (efecto fertilización). Los valores del parámetro Beta para las especies vegetales perennes con patrones fotosintético C₄ oscilan entre 0.0 y 0.3, mientras que para las especies de patrones fotosintético C₃ Beta se encuentra entre valores 0.4 y 0.7.

VII. RESULTADOS

Los resultados para las distintas localidades citadas más arriba se presentan en el ANEXO III, donde PPN es la productividad primaria neta del ecosistema en las condiciones climáticas especificadas y PPPN la productividad potencial primaria neta del ecosistema asumiendo que este tiene todas sus necesidades de agua satisfechas.

Según Doorenbos y Kassam, 1988, la hipótesis asumida es que la productividad potencial primaria neta (PPPN), dependiente de la temperatura, la radiación solar global y la concentración atmosférica de CO₂, va a variar mucho menos con el cambio de temperatura que lo que lo hará la productividad primaria neta con el cambio del abastecimiento de agua al ecosistema.

Así, para el análisis de los resultados obtenidos se debe tener en cuenta que aumentos de la razón PPN/PPPN en relación a las actuales implica un mejoramiento en la productividad

biofísica del ecosistema, en cambio una disminución en la relación implica un impacto negativo en la productividad relativa del ecosistema, cuya magnitud varía según su composición florística y patrones fotosintéticos (diferentes niveles de Beta).

En lo que respecta al análisis de los resultados para los escenarios IS92 a, c y e para los modelos UKTR, HadCM2 y CCCEQ de sensibilidad climática baja, media y alta respectivamente, para los años 2010, 2030, 2050 y 2100 (ver Anexo III) se puede inferir de que los cambios en los valores de la precipitación y temperatura media aplicados en el modelo biofísico utilizado, muestran en todos los casos una disminución de la razón PPN y PPPN, sin considerar la fertilización por el CO₂. En Cambio si se toma en cuenta la fertilización del CO₂ en casi todas las localidades y casos se aprecia un mejoramiento de la relación del modelo biofísico.

Si bien el cambio climático proyectado por los diferentes modelos para los diferentes escenarios de emisión de gases de efecto invernadero IS 92 a,c y e, pronostican incrementos de temperatura y en algunos casos disminución de las precipitaciones, estas condiciones climatológicas afectan al ganado tanto para carne como el lechero pero considerando especialmente la sensibilidad de los dos tipos de ganados, se ha priorizado el estudio en forma más profunda sobre la vulnerabilidad y adaptación del ganado tipo lechero. Esto es porque, un gran porcentaje de la existencia ganadera para carne está compuesta por ganado de raza de origen indú, como lo son todas las razas provenientes del cebú, la cual se halla muy bien adaptada a climas más áridos y calientes que los prevalencientes actualmente en el país. En cambio la existencia ganadera lechera se halla compuesta mayoritariamente por ganado de raza Holstein de origen europeo proveniente de un clima más templado o frío, lo cual hace que sea más sensible al cambio climático proyectado. Y sobre todo porque una de las cuencas lecheras más importantes en el país se halla localizada en un área que actualmente ya ofrece restricciones o limitaciones a la producción tanto forrajera como lechera, se hace referencia en este caso específico a la cuenca lechera de las colonias Mennonitas establecidas en el Chaco Central y cuyas condiciones climatológicas serían bastante similares a las de la estación Mariscal Estigarribia del Dpto de Boquerón.

VIII. VULNERABILIDAD

El stress calórico en el ganado lechero es un problema común en un país como el Paraguay con temperaturas de por sí elevadas. Esta circunstancia hace que si no se maneja correctamente el ganado lechero, puede producir una merma entre el 15 al 25 % de la producción y lo que es más grave una disminución en la preñez (alrededor del 10 %) en la primera inseminación o hasta abortos o nacimientos prematuros debido al stress calórico.(según el experto americano Fred Bowman).¹

El clima ideal para la producción lechera es entre 5 a 26 grados Celcius, y a partir de la graduación superior de temperatura se manifiesta el stress calórico en las vacas lecheras.

¹ Agronegocios. Año No 1 - No 0. Ricor Grafic S.A. Diciembre de 1.998.

Con 25.5 grados la vaca come el 100 % de lo previsto, pero con 32 grados solo el 75 % y si llega a 40 grados cae a 60 % el consumo. El efecto final del stress es la disminución de la producción lechera.

Considerando estas informaciones debemos señalar que en el escenario IS92 a, con sensibilidad climática media, a partir del año 2.050 se proyecta que en la localidad de Mariscal Estigarribia 7 de los 12 meses del año la temperatura media mensual se encontrará por encima de los 26 grados y que en el peor de los escenarios IS92 e con sensibilidad climática alta 9 de 12 meses en el año la temperatura media también excedera los 26 grados, lo que podría significar la insostenibilidad de la producción lactea en el Chaco Central en el futuro o una pérdida de rentabilidad debido a la merma causada por el stress calórico en el ganado lechero.

IX. ADAPTABILIDAD

La combinación de la temperatura ambiente y la humedad relativa es la que determina la sensación térmica externa de las vacas. También el régimen alimenticio de la vaca determina un mayor o menor calor corporal interno, como así también la agitación a la que está expuesta el animal, en el sentido del manejo y su traslado

Planificar lugares para sombra, buena agua para refrescar y tomar en abundancia (el consumo de agua en tiempos de calor tiene un incremento de 30 a 100 %). Debe de estar cerca del lugar de ordeño para que no necesiten caminar demasiado. La alimentación en verano debe evitar ser intensiva en fibras (forrajes, heno), disminuir la cantidad de harina de maíz , sorgo y de ser posible suministrar en la ración cascara de cítricos. Aumentar entre 2 a 3 % el bicarbonato en la ración). Regadíos y ventiladores. Diseño adecuado de los establos y galpones, bien orientados y aireados. Se pueden utilizar también "lagunas" o dispositivo para baños de inmersión. Planificar y distribuir los piquetes siempre dejando lugares para sombraje de los animales.

X. CONCLUSIONES

La radiación solar, temperatura, precipitación, la humedad del aire, y la concentración de CO2 en la atmósfera son algunos de los factores externos más importantes que dirigen los procesos del ecosistema. Precipitaciones, humedad del aire, y otras variables meteorológicas determinan juntas la disponibilidad de agua para las plantas. De estos, cambios en temperatura, disponibilidad de agua y concentración de CO2 son lo que más probablemente contituyan los cambios más significativos para los ecosistemas terrestres en la siguiente centuria.

La utilidad de las estadísticas climatológicas y de las predicciones de los posibles escenarios climáticos futuros, el cálculo de las probabilidades de que ocurran, en un lugar, eventos desfavorables para un cultivo, permite ofrecer alternativas y soluciones más firmes y racionales a ser aconsejadas por los técnicos.

La agricultura o ganadería en un lugar será tanto más racional cuanto más se acomode a los eventos atmosféricos que caracterizan o caracterizarán en el futuro a la localidad. Pero también es obvio que un mismo evento meteorológico puede ser perjudicial o no, y aún ser favorable, según el momento del ciclo vegetal en que ocurre; de ahí, que para analizar los datos de cambios climáticos haya que agrupar los datos de acuerdo a los subperíodos vegetativos de la planta en cuestión; para ello hace falta saber cuándo se siembra, cuándo germina, cuándo florece, cuándo madura, cuándo se cosecha la especie cultivada en el lugar. Es decir, que para realizar el análisis de las proyecciones climatológicas con respecto a un cultivo, también hay que disponer del registro de las observaciones fenológicas (fechas de siembra, germinación, floración, etc) acerca de la planta motivo del estudio. Indudablemente lo mismo cabe afirmar para los cultivos que no son de siembra anual como las plantas forrajeras, frutales y las forestales.

Las proyecciones climatológicas también nos permitirán conocer sobre la factibilidad o no de un cultivo nuevo que se desee introducir, así como la sustentabilidad de la producción en el futuro, de los cultivos que actualmente se encuentran en producción en una localidad determinada.

En el estado actual de la ciencia las predicciones de cambio climático nos pueden dar una orientación de la dirección y sentido de los cambios con cierta probabilidad de certeza en la magnitud de dichos cambios, lo que puede servir de base para una producción agrícola y ganadera futura más racional.

Además pueden indicarnos sobre las limitaciones futuras para los nuevos asentamientos humanos en diferentes regiones del país, así como indicaciones sobre las áreas más favorables para el cultivo de los rubros tradicionales como de especies exóticas. También pueden orientar los programas de investigación agropecuaria para la obtención de nuevas variedades o razas en el largo plazo. Así como la probabilidad de que las futuras condiciones climatológicas hagan más importantes ciertas plagas y enfermedades de determinados cultivos. También ayudarán a establecer las labores culturales, tales como las aradas, carpidas, aporques, podas, raleos, etc más adecuadas para mitigar los efectos negativos del cambio climático así como las nuevas épocas más propicias para aplicarlas. Por último para proyectar y calcular apropiadamente las infraestructuras de riego y provisión de agua potable..

XI. RECOMENDACIONES

Primeramente se debe continuar perfeccionando y profundizando los conocimientos sobre los modelos de circulación general (MCG), los cuales podrían ser más específicos para cada localidad aumentando el número de cuadrantes que cubre el país.

Se debe iniciar la colección de datos tanto meteorológicos como fenológicos específicos para cada localidad y especie, con el fin de aumentar la exactitud de las proyecciones futuras, así como la capacidad para implementar paquetes más sofisticados de simulación.

Se recomienda además adquirir los paquetes informáticos para modelos biofísicos más sofisticados como el DSSAT 3.5 o SPUR 2.2 o BIOME, e ir preparando la base de datos requerida para ejecutar dichos programas.

Se debería programar realizar una revisión completa y un ajuste cada 10 años de las proyecciones derivadas de los datos de los últimos 30 años, con el objeto de corregir desvíos de las proyecciones resultantes de los diversos modelos y escenarios.

XII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Agronegocios. Año 1 - No 0. Diciembre de 1998. Ricor Grafic S.A.
2. Climate Change 1995 : Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change : Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. ISBN 0-521-56437-9
3. Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies. Editors : Jan F. Feenstra, Ian Burton, Joel B. Smith and Others. Version 2.0. October, 1998. UNEP & Institute for Environmental Studies.
4. De Fina, Armando L y Ravelo Andrés C. Climatología y Fenología Agrícolas. 4 a ed. Buenos Aires: EUDEBA S.E.M., 1985. XXII, 354 p. : il. ISBN 950-23-0123-4
5. Limia, Mirian. Informe sobre Escenarios Climáticos. PAR/98/G31. San Lorenzo : Setiembre de 2000.
6. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias. Producción Agropecuaria : 1998/99, Sintesis Estadística. Informe Final. Asunción : Diciembre de 1999.
7. The Regional Impacts of Climate Change : An Assessment of Vulnerability. A Special Report of Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC Working Group II. WMO & UNEP. Cambridge University Press : 1998. ISBN 0-521-634555
8. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Secretaria Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Subsecretaría de medio Ambiente Programa Nacional de Cambios Climáticos. Vulnerabilidad y Adaptación de los Ecosistemas al posible Cambio Climático y Análisis de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). U.S. Country Studies Program. Artes Gráficas Latinas.
9. Vazquez, Miguel Angel. Construcción de Escenarios Climáticos para la Rca del Paraguay : Informe Preliminar. Comunicación Nacional Cambio Climático. PAR/98/G31. Setiembre de 2000.
10. Doorenbos J. & Kassan A.H: Yield response to water. FAO irrigation and drainage paper 33. FAO 1979. ISBN 92-5-100744-6
11. Land Use, Land-Use Change, and Forestry. IPCC. WMO. UNEP. Cambridge University Press : 2000. ISBN 0 521 80495 7

