



Valorización económica, social y ambiental de la desertificación en el Departamento Santa María, provincia de Catamarca.

Patricia Maccagno

Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología (Universidad Nacional de Moreno), Av. Bartolomé Mitre 1891, B1744OHC Moreno, Argentina.

patricia_maccagno@yahoo.com.ar

Dr. Trebino

Departamento de Post-Grado (Universidad Nacional de La Matanza), Florencio Varela 1903, B1754JEC San Justo, Argentina.

htrebino@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta los resultados del estudio de valorización integral de la desertificación en el departamento Santa María, provincia de Catamarca. El método de valorización utilizado combina herramientas de la economía ambiental y economía ecológica, realizando un análisis de todo el sistema, a través de la integración de resultados. El trabajo desarrolló un método para valorar la pérdida de secuestro de carbono en la cuenca entre 1997 y 2012. Los resultados obtenidos indican que la desertificación ha aumentado en todos los casos, excepto en una localidad. Se evidencia también, problemas socioeconómicos, como bajos ingresos, alto porcentaje de población que vive bajo la línea de pobreza e indigencia, como así escasa capacitación de los pobladores en temas ambientales y baja percepción de la desertificación como un problema. Las pérdidas por desertificación representan un 2.4% del Producto Bruto Geográfico de la provincia. Las emisiones de CO₂, de la cuenca, representan el 0,14% de las emisiones del país como consecuencia de los procesos de deterioro ambiental que se han producido en la zona. Todos estos resultados indican que se necesitan medidas urgentes para revertir estos procesos.

Palabras claves: *valorización económica, ambiente, sustentabilidad, desertificación y pérdida del GDP*

Abstract

This paper presents the results of the comprehensive valuation of desertification in the Department Santa María, Province of Catamarca. The valuation method used combines tools from environmental and ecological economics, with an analysis of the whole system through the integration of results. The work developed a method to assess the lost of carbon sequestration in the basin between 1997 and 2012. The results show that the desertification has increased in all cases, except in one location. Since socioeconomic systems show high percentage of population living under the poverty and indigence line, and producers' also shows low education in environmental issues and low perception of desertification as a problem. Desertification losses represent 2.4% of the Gross Geographic Product on the province. CO₂ emissions` basin, represent 0.14% of the country's emissions as a result of environmental degradation processes All these results indicate that urgent measures are need to reverse these processes.

Keywords: *Economic Valorization, Environment, Sustainability, Desertification, Loss GDP*

1. Introducción

El hombre siempre ha hecho uso del sistema natural, ya sea en la explotación misma de los



recursos naturales, o mediante el aprovechamiento de la capacidad de adaptación y asimilación del medio natural. Lo nuevo es la escala en que éste se utiliza a través de una explotación de los recursos naturales cada vez más intensiva.

El análisis económico convencional, no alcanza para dar cuenta del deterioro que ocasiona el proceso económico sobre el patrimonio natural, siendo necesario ampliarlo, restableciendo el circuito de información, roto por el análisis económico ordinario, sobre las implicancias del comportamiento material de la sociedad actual (Naredo, 2001).

La relación entre la economía y el ambiente ha originado distintas posiciones. En general las posiciones liberales han percibido la protección ambiental como un impedimento para el crecimiento. Sin embargo a partir de los años ochenta, se ha dado lugar a nuevas posiciones, que postulan que es posible el crecimiento económico junto a la protección ambiental mediante una reconciliación entre la ecología y la economía de mercado (Cherni, 2001).

Resulta paradójico que a la vez que se multiplica la literatura ambiental, persista y hasta, en ocasiones, se agrava la falta de información de base capaz de informar sobre el funcionamiento de los sistemas. La falta de serie de datos denota poco interés en este aspecto que muestra como una contradicción con la sentida preocupación por los temas ambientales. Parece como que si la gestión de este campo no demandara, como ocurre en la economía ordinaria, registros contables que la orienten e indiquen cuales son los resultados (Naredo, 2001).

El interés por el estudio de los impactos de la actividad humana sobre el ambiente, se ha extendido sobre distintas disciplinas. Algunas de ellas, como el análisis económico caminaron durante más de un siglo alejadas de esta preocupación, pero en las últimas décadas han surgido distintas corrientes dentro de la misma, cuyo objetivo es, precisamente el estudio de los cambios en la calidad ambiental producidos por la actividad humana. Las denominadas Economía Ambiental (EA) y Economía

Ecológica (EE) son dos disciplinas que desde el análisis económico hacen de su causa la protección del ambiente. La primera de ellas, aplicando herramientas propias del análisis económico convencional, la segunda apostando a una reestructuración más profunda del razonamiento económico (Cuéllar Benito, 2003). Este trabajo se apoya en ambas disciplinas para entender la problemática de la desertificación.

La desertificación, la cual es definida como degradación persistente de los ecosistemas de las tierras secas (que incluye las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas) resultantes de las actividades humanas y las variaciones climáticas, constituye un claro ejemplo de degradación ambiental. Este problema es de alcance global, ya que se estima que las tierras secas ocupan el 41% de la superficie terrestre, considerándose que el 75% de esta superficie esta afectada por desertificación (Stafford Smith y Reynolds. 2005).

Argentina, no escapa a este fenómeno, ya que posee un 75% de su superficie con zonas áridas y semiáridas. La presión antrópica sobre sistemas frágiles lleva al máximo nivel de la degradación de tierras que es la desertificación.

En una primera etapa, la desertificación se concibió sobre la base de visiones estáticas y aisladas de evaluación de los recursos naturales (suelo, agua, vegetación, entre otras), con escasa participación de las comunidades locales, y fomentando programas de cooperación enfocados a la realización de grandes proyectos que minimizaban los impactos (de aplicación en las escalas locales y nacionales), con prácticas asistencialistas que no tenían en cuenta los problemas urgentes de pobreza y degradación (Abraham, *et al.*, 2006).

Con el tiempo, este enfoque sectorial demuestra sus limitaciones, sobre todo en el control de la desertificación. El mismo evoluciona a partir de 1970, cuando comienzan a introducirse conceptos como la visión sistémica, los estudios interdisciplinarios, la planificación integrada. A pesar de este



reconocimiento, es de destacar, que se ha avanzado muy poco en la valorización económica de la desertificación.

El departamento Santa María, Provincia de Catamarca, se ubica en la región de los valles áridos, del noroeste argentino, es un área sujeta a problemas de desertificación. En la misma se han realizado numerosos estudios biofísicos, sociales y ambientales, pero hasta la fecha no se ha valorado económicamente la desertificación.

Es por ello que el objetivo de este trabajo es valorizar física y económicamente las pérdidas por desertificación en el departamento Santa María, realizando un análisis integrado utilizando herramientas de la economía ambiental y economía ecológica.

Descripción del área de estudio.

La región de los Valles Áridos del Noroeste argentino, tiene una superficie aproximada de 14.000.000 de hectáreas en las provincias de Salta, Catamarca, La Rioja, San Juan y Tucumán (SAyDS, 1994; Abraham, *et al.*, 2011).

En los Valles Áridos, se encuentra la cuenca del río Santa María. Dicha cuenca ocupa una superficie de 1.700 km² (Gobierno de la Provincia de Catamarca, 2002). El departamento Santa María, se encuentra en dicha cuenca, ocupa una superficie de 5740 km², siendo el área de estudio de este trabajo

Este departamento presenta un marcado déficit hídrico anual, con precipitaciones que oscilan alrededor de los 180 mm anuales. Las temperaturas en el valle oscilan entre los -10° C en invierno y los 38° C en verano, con una gran amplitud diurna (Maggi y Navone, 2011).

Las plantas herbáceas características del área bajo estudio son xerófitas, hierbas bajas o cortas que cubren de forma discontinua el suelo árido pedregoso y ocasionalmente salino de esta región, que experimenta largos períodos de sequía (Tineo, 2005).

En cuanto a los suelos, predominan los Torripsamentos y Torriortentes, suelos sueltos, poco cohesivos, mayormente arenosos,

permeables, desprovistos de materia orgánica, fácilmente erosionables, de reacción alcalina y a veces salina, con altos contenidos salinos en bajos (Introcaso y Navone, 2006).

La población se concentra fundamentalmente a lo largo de ambas márgenes del río Santa María, alcanzando su mayor densidad al costado de la ruta nacional 40. En toda la región el factor determinante para la localización de la población es la disponibilidad de agua, sobre todo los oasis de riego (Corso *et al.*, 2011).

Estos oasis tienen como actividades principales el cultivo de la vid, los frutales de carozo, pimiento para pimentón, ají y forrajeras. La limitación principal para la expansión de las áreas cultivadas es la escasa disponibilidad de agua para riego y su uso inapropiado (Navone, *et al.*, 2002).

Las migraciones se producen sobre todo en el sector de la población entre 17 y 25 años. La mayoría de las migraciones en la edad mencionada se deben a búsqueda de oportunidades laborales tanto en el sector rural como a centros urbanos (Maggi y Navone, 2011).

En cuanto al sector agropecuario, según datos Cooperativa Agroganadera Diaguita Limitada (creada en el área de estudio en 2007) la unidad económica es de 5 ha con agua.

En el año 1982 se aprobó la Ley 22.702, “de Desarrollo Económico”. A partir de su implementación se posibilitó la instalación de grandes empresas agropecuarias de capitales foráneos en Catamarca (Caeiro, 2008), situación que afectó también al área bajo estudio.

La implementación de estos emprendimientos en el departamento de Santa María, se basó sobre todo en la deforestación del bosque nativo remanente. Esto ha puesto en peligro la sustentabilidad del ecosistema, por pérdidas de biodiversidad y la probabilidad que se aceleren los procesos de desertificación (Caeiro, 2008), así también aumentó la emisión de CO₂, ya que la deforestación limita la capacidad de



almacenamiento de CO₂ en la biomasa (Gaspari y Manghi, 2004).

La producción se desarrolla con un bajo nivel de insumos, predominando la labranza tradicional, con maquinaria obsoleta en la mayoría de los casos. La mano de obra es netamente familiar, sólo contratándose mano de obra por jornales en época de cosecha.

La mayoría de los productores tienen acceso a pensiones, jubilaciones, subsidios, microcréditos o préstamos familiares que ayudan a aumentar su ingreso familiar.

El acceso a los mercados de los pequeños productores es limitado. En cuanto al pimiento para pimentón, comino y otras aromáticas, históricamente se realiza en mercados informales. Los productores venden en la puerta de su finca o a acopiadores o molineros que procesan el producto.

En el caso de la vitivinicultura existen dos bodegas de mediana escala, las que fueron analizadas en este trabajo. Una de ellas realiza el procesamiento del producto en el

establecimiento, la otra envía sus productos a Tucumán para realizar el procesamiento.

En cuanto a los productos pecuarios, se venden enteramente en el mercado local, en este rubro es donde más se percibe el intercambio de productores.

La aparición de la Cooperativa Agroganadera Diaguitas Limitada, ha iniciado una mejora en los canales de comercialización, tratando de diversificar la producción y dar valor agregado a los productos. Cuenta con 75 productores asociados.

Las principales causas de desertificación en el departamento Santa María son: erosión hídrica (49.5%), erosión eólica (11.7%), presión humana (5.3%), presión animal (18.4%) y salinización (14.5%) (Espoz-Alsina *et al*, 2002).

En este departamento las prácticas de manejo inadecuadas aumentan los impactos negativos sobre los ecosistemas secos que por naturaleza son frágiles, disminuyendo su productividad y consecuentemente sus ingresos (Corso, *et. al*; 2011).

2. Metodología

El diseño metodológico de este trabajo consta de cinco etapas:

a) Captura la información de base (recopilación de antecedentes, trabajo de campo y análisis comparativo de fuentes secundarias con datos recopilados en terreno).

Procesamiento de los datos tomados a campo, para evaluar el grado de desertificación utilizando indicadores biofísicos y comparación con datos históricos.

b) Aplicación a campo de una encuesta a fin obtener datos para construir indicadores económicos, sociales e institucionales.

c) Aplicación de metodologías de valoración económica

d) Análisis integrado de la desertificación

3. Captura la información de base

Consistió en la caracterización del área estudiada y la elaboración de la línea de base, para establecer la comparación con datos históricos y actuales, a fin de evaluar el avance de la desertificación entre 1997 y la fecha de realización de este estudio (2012).

El departamento Santa María cuenta con seis unidades cartográficas, cada una de ellas caracterizada por su homogeneidad en cuanto al tipo de suelo y uso de los mismos. En cada una de estas unidades se evaluó el grado de desertificación y aplicó la encuesta que se describe en el punto 3.

4. Procesamiento de datos de campo para evaluar el grado de desertificación

Se partió de una recopilación de datos existentes en la región sobre el estado de la



desertificación. Los datos históricos están disponibles para el año 1997. La actualización se realizó en agosto de 2012. El nuevo estudio, cubrió los mismos estratos que en el primer estudio.

La metodología utilizada fue descripta por Navone *et al* (2006) y Maccagno *et al* (2015).

5. Aplicación a campo de una encuesta a fin obtener datos para construir indicadores económicos, sociales e institucionales y valoración económica.

Para la realización de encuestas se seleccionaron las seis unidades cartográficas ubicadas en el departamento Santa María. Se diseñó de un modelo de encuesta, con el fin de identificar las variables de relevancia teniendo en cuenta otras encuestas realizadas en la zona (Corso *et al*, 2012). Se analizaron además documentos del gobierno de la provincia de Catamarca (2005 y 2007) y trabajos realizados en los últimos años en la zona (Maggi y Navone, 2011).

Las variables relevadas tienen en cuenta las características del productor y de su establecimiento con el objeto de conocer las principales actividades productivas, ubicación y superficie total del establecimiento. Se indagó sobre el precio de la tierra y también se consultó sobre el tipo de tenencia de la tierra.

Se construyó una serie indicativa de los problemas ambientales, para que los productores identifiquen cuáles son los que más los afectan.

Una parte de la encuesta se dedica a conocer las características socioeconómicas de los productores, tales como composición familiar, grado de escolaridad alcanzado, enfermedades prevalentes, así como el nivel de capacitación, trabajos fuera del establecimiento y subsidios recibidos.

Las encuestas fueron realizadas en el mes de agosto de 2012. Para estimar el número de la muestra, se partió de los datos preliminares del Censo Nacional Agropecuario 2008. A partir de la cantidad de establecimientos agropecuarios

en el departamento, se determinó que 41 encuestas era un número representativo de la población total.

Para la zona bajo estudio se realizó un muestreo aleatorio estratificado, siendo cada una de las unidades cartográficas un estrato (características del suelo y actividad predominante) (Mason y Lind, 2000).

Los datos de las encuestas han sido codificados y procesados en una base de datos en Excel para luego exportarlo al *Statiscal Package for the Social Science* (SPSS) a partir del cual se obtuvieron datos sociales y económicos, de la región de estudio.

6. Valorización económica

Se utilizó la metodología de los Precios Hedónicos, el mismo parte de la siguiente ecuación lineal (Azqueta Oyarzun, 2002):

$$P_t = f_t (S_t, N_t, X_t)$$

donde:

P_t es el precio estadístico del precio del bien privado, en este trabajo el **precio de la hectárea de la tierra agrícola**.

S_t , es el vector de características estructurales del bien, superficie, en este caso, **superficie de las explotaciones y falta de nutrientes**.

N_t , es el vector de características del vecindario, composición de la población, proximidad de carretera, para este trabajo, **proximidad a Santa María**.

X_t , es el vector de características ambientales del entorno, en esta investigación, **grado de desertificación**.

Se construyó una regresión lineal de mínimos cuadrados ordinarios, de la siguiente forma:

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 (\text{superficie de las explotaciones}) - \hat{\beta}_2 (\text{faltanutrientes}) - \hat{\beta}_3 (\text{desert2}) - \hat{\beta}_4 (\text{desert3}) - \hat{\beta}_5 (\text{desert4}) - \hat{\beta}_6 (\text{km}) \quad (1)$$

Dónde:

\hat{Y}_i = precio de la ha agrícola con riego



$\hat{\beta}$ = los coeficientes de la regresión

Falta de nutrientes, fertilizantes y desert (desertificación), son variables *dummy*¹.

desrt2= indica grado de desertificación 2

desrt3= indica grado de desertificación 3

desrt4= indica grado de desertificación 4

Km= representa la distancia a Santa María.

El Planteo de Hipótesis para este método es:

H₀: $\beta_0 = 0$ (no hay relación lineal)

H₁: $\beta_0 \neq 0$ (al menos una variable independiente afecta a Y)

Para obtener el precio hedónico, se calculó la derivada parcial de la función seleccionada (1) que muestra como varía el precio de la tierra en relación al grado de desertificación más elevado, o sea 4, de acuerdo a la fórmula.

$$W_1 = \partial P / \partial \beta_5$$

El cálculo del precio hedónico se realizó para todos los estratos en su conjunto y para cada estrato en particular. Trabajos anteriores, muestran que es posible la correlación de variables provenientes de distinta estratos (.Piñeiro-Guerra *et al*, 2014)

Se calculó además la pérdida de la fijación de CO₂ como consecuencia de la deforestación.

Se realizó un análisis de imágenes satelitales para estimar la pérdida de bosque nativo en el departamento de estudio y evaluar en forma indirecta la pérdida de secuestro de carbono. Se utilizaron Imágenes Landsat 5 TM del mes de setiembre de 1997 y 2012 (GloVIS, USGS, 2011).

Para el proceso de clasificación se definieron 3 clases (Bosque, Bosque Ralo, No Bosque). Una vez obtenida las 3 clases se generaron los polígonos utilizando el módulo *Raster to Polygon* del software ArcGIS. Se estableció como unidad mínima a considerar 10000 m² (1 ha).

Para la constatación de las clases con la realidad se utilizó como información de respaldo mediciones de campo realizadas en 1997 por el Centro de Investigación y Aplicación a la Teledetección (CIATE), Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires (FAUBA) y en 2012 en el marco de trabajo.

Para la elaboración de los mapas de ubicación, así como para las distintas referencias utilizadas se utilizó las capas vectoriales en formato *shapefile* del SIG 250 del Instituto Geográfico Nacional (2012). Con esta información se obtuvieron mapas de las has con bosque para 1997 y 2012.

Para calcular la pérdida de secuestro de carbono se transforman las ha en biomasa (Gaspari y Manghi, 2004). El coeficiente para transformar las has en biomasa, que se utiliza en este trabajo es el correspondiente al parque chaqueño, por ser una región con características similares a la cuenca bajo estudio. El coeficiente es de 139.341 t/ha (Gaspari y Manghi, 2004).

Para estimar el contenido de carbono de la biomasa, la misma se transforman en toneladas de carbono a partir de coeficiente 110.45 (Gaspari y Manghi, 2004).

El procedimiento para transformar el contenido de carbono de la biomasa en CO₂ fijado, según Manghi (comunicación personal, 2012) es a partir del peso atómico de la molécula de CO₂, a partir de la siguiente conversión:

$$1 \text{ TN C} = 3,66 \text{ TN de CO}_2.$$

Una vez transformados las has en CO₂ se valorizó económicamente a partir del CER (Créditos de Carbono). Los valores económicos de los mismos se tomaros de la página <http://www.blunext.eu/>, el 11 de enero de 2013.

7. Integración de los resultados

El análisis de los resultados, se realiza analizando el sistema en su conjunto, a través



de indicadores sociales, económicos, ambientales e institucionales.

8. Resultados

Construcción de indicadores sociales, ambientales e institucionales

Los indicadores seleccionados son los más representativos posibles de construir con la realización de las encuestas.

Composición familiar: el 53% de las mismas están compuestas por 5 y 6 miembros, los padres y dos, tres o cuatro hijos, sólo el 30% superan a los 8 miembros que habitan en el mismo hogar.

Nivel educativo: se constata que en el caso de los jefes de familia menores de 50 años, en su totalidad saben leer y escribir. En la mayoría de los casos no han especificado el grado de escolaridad, sólo el 16,25% han aclarado que finalizaron la secundaria y son los que han conseguido trabajo en la función pública y docencia. Los hijos de los encuestados han terminado todos la educación primaria y un 60% esta cursando o terminó la escuela secundaria; sólo existen tres casos en los cuales los hijos se encuentran cursando estudios universitarios.

Salud: el 30% de las familias comentan que se han incrementado los problemas de salud a causa de los aspectos ambientales,

aumentando los problemas respiratorios, tanto alergias como bronquitis, también se constató un aumento de las diarreas (datos de las encuestas y del hospital de Santa María, 2012). Este aspecto no se evaluó económicamente como una externalidad por la falta de datos.

Composición etaria: la frecuencia de las edades para todos los miembros que trabajan en el establecimiento es 4% entre 15-39 años, 73% entre 40 y 64 años y 23% de 65 a 84 años. Esto da un perfil de envejecimiento del trabajador rural e indica la falta de recambio, fruto del desinterés de las nuevas generaciones en este tipo de actividades (varias veces repetido por los encuestados).

La mano de obra es casi netamente familiar, contratándose trabajadores eventuales para las tareas de siembra y cosecha, a excepción de las dos empresas presentes en el área donde toda la mano de obra es asalariada.

Ingresos: el análisis de los ingresos se realizó a través del ingreso predial (ingreso proveniente de la venta de lo producido) y del ingreso familiar (que incluye además los ingresos extraprediales y subsidios), agrupándolos según el salario mínimo vital y móvil, correspondiente a agosto de 2012. Este análisis se aconseja en la bibliografía de análisis de unidades de producción pequeñas (Maccagno y Karlin, 2000). En la Tabla 1, presenta el porcentaje de productores, según su ingreso y por localidad.

Tabla 1. Porcentaje de los ingresos prediales, por rango de ingreso y por localidad

	San José	Loro Huasi	El Puesto	Las Mojarras	La Soledad	Chañar de Punco
Ingresos mensuales menores a un salario mínimo	28.57	21.43	60.00	75.00		
Ingresos mensuales iguales a un salario mínimo	0.00	7.14	20.00	12.50		
Ingresos mensuales mayores a un salario mínimo	71.43	71.43	20.00	12.50	100.00	100.00



Se observa que en la localidad de Las Mojarras y El Puesto presentan el mayor porcentaje con productores que poseen ingresos menores a un salario mínimo vital y móvil.

El 77% de los encuestados cuenta con algún ingreso proveniente de otras fuentes por lo que el nivel de ingresos se eleva al considerar los

ingresos extraprediales. El 5% de los productores cuenta con algún plan asistencial, sea nacional o provincial que le brinda un ingreso adicional. Es esta la razón por la cual se presenta el porcentaje de productores, por rango de ingresos prediales y extraprediales por localidad (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de los ingresos prediales y extraprediales, por rango de ingreso y por localidad

	San José	Loro Huasi	El Puesto	Las Mojarras	La Soledad	Chañar de Punco
Ingresos mensuales menores a un salario mínimo	28.57	0.00	40.00	62.50		
Ingresos mensuales iguales a un salario mínimo	0.00	21.43	40.00	0.00		
Ingresos mensuales mayores a un salario mínimo	71.43	78.57	20.00	37.50	100.00	100.00

Como se desprende de la Tabla 2, si bien Las Mojarras y El Puesto, presentan el mayor porcentaje con ingreso menores al salario mínimo, su porcentaje es menor que en la tabla anterior, producto de los ingresos provenientes de otras fuentes.

Otro aspecto importante que hace a la sustentabilidad, es evaluar los indicadores Línea de Pobreza e Indigencia. Para este caso se excluyeron dos de las encuestas (los dos empresarios) y el análisis se realiza sobre 39 encuestas que corresponden a los pequeños productores. Para este caso también se realizaron dos análisis: el ingreso predial y ingreso predial más ingresos extraprediales y subsidios por persona. Estos valores se compraron con la canasta básica de pobreza e indigencia para el mismo momento en que se realizó la encuesta, agosto de 2012. La línea de pobreza cuando se consideran sólo los ingresos prediales indican que es del 20,51% en tanto la línea de indigencia es del 15,75%.

Si analizamos la línea de pobreza e indigencia, incluyendo los ingresos extraprediales y subsidios se observa un marcado descenso de la línea de pobreza a 7,69%, en tanto la línea de indigencia desciende a 2,56%.

Superficie de las explotaciones agropecuarias: menos del 47% de los encuestados cuentan con una superficie menor a la unidad económica. Por lo cual la mayoría de los productores realizan actividades de subsistencia. En la muestra seleccionada, el 46,34% de los encuestados poseen menos de 5 ha, entre 5 y 10 el 32,50% y más de 10, el 19,51%.

El procesamiento de las encuestas indica que El Puesto, Loro Huasi y Las Mojarras presentan la mayor frecuencia en el rango de menos de 5 ha.

En cuanto a la tenencia de la tierra, los resultados indican que el 78,05% de los productores son propietarios, aunque muchas



veces en la práctica, son sucesiones familiares indivisas en donde cada uno de los herederos maneja una sección de la finca como una unidad independiente, luego le siguen los medieros y por último los arrendatarios.

En cuanto a los rendimientos, se seleccionó el pimiento para pimentón, por ser el cultivo más representativo del área bajo estudio. En todas las localidades hubo una variación negativa del rendimiento de pimiento para pimentón, destacándose Loro Huasi, donde la variación

fue negativa de 272,73%. Esto tiene relación con la escasa superficie que cuentan los productores de esta zona y con la mayor frecuencia de línea de pobreza y el aumento de grado de desertificación (ver más adelante).

Como consecuencia de la menor productividad de la tierra, lo que se evidencia en una disminución de los rendimientos, se aprecia que toda el área comenzó a utilizar mayor cantidad de fertilizantes, tal como lo muestra la Tabla 3.

Tabla 3 Utilización de Fertilizantes período 2002-2012

Área	Por has	
	2002 (kg)	2012 (kg)
San José	50	316
Loro Huasi	75	275
El Puesto	70	197,07
Las Mojarras	90,83	277,3
La Soledad	0	20
Chañar de Punco	0	20

Del procesamiento de las encuestas se muestra que el uso de fertilizantes aumentó el 97%, para los dos periodos analizados.

A partir de los datos obtenidos, se puede observar en la Tabla 4 para las distintas localidades bajo estudio, los problemas ambientales identificados por localidad para el año 2012.

Tabla 4. Porcentaje de problemas ambientales por tipo y por localidad

	Salinidad	Falta de Agua	E. Hídrica	E. Eólica	Falta de Nutrientes	Desertificación
San Jose	29%	57%	57%	57%	0%	0%
Loro Huasi	0%	100%	38%	13%	50%	0%
El Puesto	40%	70%	60%	80%	90%	10%
Las Mojarras	36%	57%	50%	43%	86%	7%
La Soledad	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Chañar de Punco	0%	0%	100%	100%	0%	0%

Los productores reconocen como principal problema el acceso del agua, máxima limitante para la producción. También advierten los problemas generados por la erosión eólica e hídrica. Llama mucho la atención que sólo un pequeño porcentaje identifique a la desertificación como un problema. Esto como

se verá más adelante tiene relación con la escasa DAP para detener los procesos de desertificación, que presentan los encuestados.

Otro aspecto importante a destacar es que son pocos los productores que recibieron capacitación en temas ambientales, sólo el 5%.



Asociado a los problemas presentes en el área, el 90% de los productores considera que el área ha empeorado en los últimos 10 años.

Evolución del Grado de Desertificación

Se evaluó el grado de desertificación para el año 2012 con el objetivo de ver su comportamiento a través del tiempo y compararlo con un valor de referencia, se tomaron los datos de 1997, provistos por el CIATE, determinándose el grado de desertificación de cada área seleccionada, siguiendo el mismo procedimiento para los dos años a fin de hacer comparable los resultados, siendo los componentes principales de esta evaluación la erosión hídrica, la erosión eólica y la presión antrópica, ya que son los factores determinantes de la desertificación y su comportamiento.

Para la definición del grado de desertificación se utiliza la nomenclatura de la Tabla 5 la cual se viene utilizando en el área bajo estudio.

Tabla 5. Grado de desertificación

Grado	Nomenclatura	Tn/ha/año
Ligero	1	< 10
Moderado	2	10-50
Grave	3	50-200
Muy grave	4	> 200

Fuente: Elaboración propia en base a Espoz Alsina *et al.*, 2002

De acuerdo a la metodología seleccionada, se obtuvieron los resultados del grado de desertificación para los años 1997 y 2013, tal como lo muestra la Tabla 6.



Tabla 6. Grado de desertificación por estrato

Área	Unidad Cartográfica	Tipo Suelo	Uso Predominante Suelo	Grado de desertificación 1997	Grado de desertificación 2012
1. San José	Relictos de bosques de Prosopis.	Typic Torriorthent con fase por pendiente (unidad pura).	Chacareros, producción agrícola intensiva.	2	3
2. Loro Huasi	Relictos de bosques de Prosopis.	Camborthid típico.	Chacareros, producción agrícola intensiva. Pastoreo intensivo.	1	2
3: El Puesto	Estepa arbustiva de Larrea divericata.	Torripsament ústico 70% y Torriorthent típico 30%.	Agricultura intensiva. Pastoreo caprino extensivo. Desmonte indiscriminado	3	4
4: Las Mojarras	Bosque abierto de Prosopis alba y Prosopis flexuosa.	Camborthid típico (unidad pura).	Agricultura intensiva. Pastoreo extensivo. Desmonte.	3	4
5: La Soledad	Bosque abierto de <i>Prosopis alba</i> y <i>Prosopis flexuosa</i> .	Camborthid típico (unidad pura).	Agricultura intensiva. Vitivinicultura	1	1
6. Viñas del Chañar Punco	Relictos de bosques de prosopis	Torriorthent típico fase por pendiente.	Agricultura intensiva	1	2

Como se desprende de la tabla 7, los parajes en donde más ha aumentado el grado de desertificación han sido El Puesto y Las Mojarras en los que pasó de grave a muy grave, lugar con mayor frecuencia de pequeños productores y mayor porcentaje de pobladores con ingreso familiar y predial por debajo del salario mínimo vital y móvil.

Merece aquí relacionarse el grado de desertificación con la percepción de los problemas ambientales. Si bien los productores no identificaron la desertificación específicamente como un problema, sí enumeraron otros problemas asociados a la misma, siendo el El Puesto y Las Mojarras, donde más se perciben los problemas ambientales, es allí donde el grado de desertificación pasó de grave a muy grave.

En cuanto a San José la desertificación pasó de moderada a fuerte y es la que ocupa el tercer puesto en cuanto a percepción de problemas ambientales.

Por otra parte el grado de desertificación aumentó en Loro Huasi, Fuerte Quemado y Viñas del Chañar de Punco, pasando de ligero a moderado. Esto demuestra que el área en general sufrió en los últimos años un avance en el proceso de desertificación.

Cabe destacar que La Soledad fue la única que no sufrió un aumento del grado de desertificación lugar donde se aplican prácticas de manejo sostenible de tierras (Corso *et al.*, 2011).

9. Métodos de valorización

En cuanto a la valorización por el método de los precios hedónicos, utilizando el programa SPSS se obtuvieron los coeficientes de la regresión lineal múltiple, quedando la función:

$$\text{Precio por ha} = 36708,463 + 34,112 (\text{tamaño de las explotaciones}) - 1112,390 (\text{falt nutrients}) - 844,359 (\text{desert2}) - 433,040 (\text{desert3}) - 6337,564 (\text{desert4}) - 1036,469 (\text{km})$$



De acuerdo a los estimadores de la regresión múltiple en la simulación de forma lineal se observa que el modelo permite explicar el 97,3 % de la varianza del precio por hectárea del establecimiento. Las variables explicativas son todas significativas. Por otra la distribución normal de los residuos permite afirmar que respeta el supuesto de normalidad. Se puede demostrar que el precio de la hectárea del establecimiento varía positivamente con el tamaño de las explotaciones y negativamente con la falta de nutrientes, el uso de fertilizantes, la desertificación en sus distintos grados y con la distancia a Santa María.

Ampliando el análisis el R^2 ajustado muestra la proporción de la variación del precio de la hectárea es explicada en un 94,6%, demostrando que todas las variables utilizadas, tomando en cuenta el tamaño de la muestra se ajusta al conjunto de datos utilizados.

En cuanto al test de significancia global, Estadístico F arroja un resultado 99,31% y como una Probabilidad= 0,0000, implica que en conjunto las variables explicativas son significativas para explicar a la variable regresada. Con estos análisis se puede concluir que el modelo es sólido.

Para obtener el precio hedónico se calculó la derivada parcial, de β_5 o sea el nivel de desertificación 4.

$W_1 = \partial P / \partial \beta_5 = -6337,564$, esta variable indica que frente al mayor grado de desertificación, el precio por hectárea disminuye en \$6337,564.

El modelo de regresión lineal aplicada a los distintos estratos, muestra que para todos los casos el coeficiente de correlación es mayor al 75%, siendo los estratos donde la desertificación pasó de grado grave a muy grave, los que presentan R presenta los mayores valores: El Puesto 95% y Las Mojarras 90%.

Se valoró además la pérdida de secuestro de carbono como consecuencia de la deforestación en el departamento Santa María

El procesamiento de imágenes satelitales, permitió calcular las has con bosque nativo que

había en el año 1997 y compararlas con las has correspondientes a 2012. Los datos se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Superficie de bosque nativo para los dos períodos analizados

Clase	1997 (ha)	2012(ha)
Bosque	841.79	617.985
Bosque Ralo	910.885	735.57

Fuente: Elaboración propia en base a Imágenes Landsat

TM R 6 B 4 5 3, provistas por el IGN

Siguiendo la metodología descrita, las hectáreas deforestadas, se transformaron en biomasa en t/ha y posteriormente se transformaron en toneladas de carbono. Posteriormente estas últimas se transformaron en CO_2 equivalente, que es la forma en que se miden las emisiones de GEI. Los resultados se presentan en la Tabla 8 y 9.

Tabla 8. Resultados de superficie de bosques, biomasa y CO_2 fijado para los años 1997-2012

1997			2012		
Superficie (has)	Contenido de carbono (t)	Equivalente CO_2 (t)	Superficie (has)	Contenido de carbono (t)	Equivalente CO_2 (t)
1752.7	193582.9	708513	1353.55	149500.2	547170.5

Tabla 9. Diferencia se superficie de bosques, biomasa y CO_2 fijado entre 1993-2011

1997-2012			
Superficie (has)	Biomasa (t)	Contenido de Carbono (t)	Equivalente en CO_2 (t)
-399.12	-55613.8	-44082.8	-161343

Del análisis de los datos de la Tabla 9, se observa que entre ambos períodos se ha perdido en el área bajo estudio un 22,77% de cobertura de bosques nativos.



Las pérdidas equivalentes en CO₂, se valorizaron económicamente, lo cual significa una pérdida de \$/año 978,690.88 para todo el departamento, lo que representa un valor de \$ 2452,12 \$/ha/año

Integración de los resultados

A partir de los resultados obtenidos, se realizó un análisis integrado de los mismos a partir del sistema socioecológico, donde se integran los distintos indicadores para entender el sistema en su conjunto.

Se expresa, que la valorización económica, realizada con el instrumental de la economía neoclásica, se utiliza en este análisis como un indicador más.

Comenzando el análisis por el subsistema ambiental, se observa que para todos los estratos analizados, excepto para La Soledad, ha aumentado la desertificación para el período analizado. Como el proceso de degradación implica la disminución de la capacidad productiva de los suelos, se evidencia una pérdida de fertilidad, medido a través de un proxy, la disminución de los rendimientos del principal cultivo en el área, pimiento para pimentón.

La mayor degradación del ambiente, se interrelaciona con el subsistema social, con una mayor presencia de enfermedades que pueden asociarse con aspectos ambientales tales como enfermedades respiratorias y de origen hídricos.

El subsistema social presenta como consecuencia de la mayor degradación, dos aspectos relevantes. Existe un alto porcentaje de la población con edades mayores de 40 años, lo que indica que la población más joven migra en busca de mejores oportunidades.

En cuanto a la pobreza e indigencia, se observa que si se consideran sólo los ingresos provenientes del predio, hay un alto porcentaje de la población que vive debajo de la línea de pobreza e indigencia. Si se incluye el ingreso extrapredial (trabajos fuera de la explotación,

subsidios), la pobreza disminuye un 37%, en tanto la indigencia se reduce en 17%.

Analizando el subsistema institucional, se observa que la implementación de la Ley 22.702, fue un factor que tuvo importantes efectos en todo el sistema analizado, tales como el aumento de la deforestación y consecuentemente el aumento de la desertificación y la disminución de la productividad.

Se observa además que los productores del área, han recibido poca capacitación en temas ambientales, no percibiendo a la desertificación como un problema.

De la interrelación entre el subsistema social e institucional, cabe destacar el tamaño de las explotaciones agropecuarias, ya que aproximadamente el 47% de los productores posee superficie menores a la unidad económica, factor que incide en los ingresos.

El indicador deforestación, ubicado en este marco conceptual en la interrelación entre el subsistema institucional e económico, muestra una pérdida de bosques nativos de 22.77%, lo que traduce en mayores emisiones de CO₂ desde el sistema.

En el subsistema económico, merece destacarse que considerando el valor económico total de la desertificación, las pérdidas que se producen representan el 2.4% del PBG. Estas pérdidas obedecen a la pérdida del valor de la tierra, a las pérdidas económicas como consecuencia de las mayores emisiones de CO₂ del sistema y a la disposición a pagar de los productores para detener los procesos de degradación.

Otro indicador del subsistema económico importante a tener en cuenta es el nivel de ingresos, donde el 45% de los productores no alcanza a cubrir un salario mínimo vital y móvil.

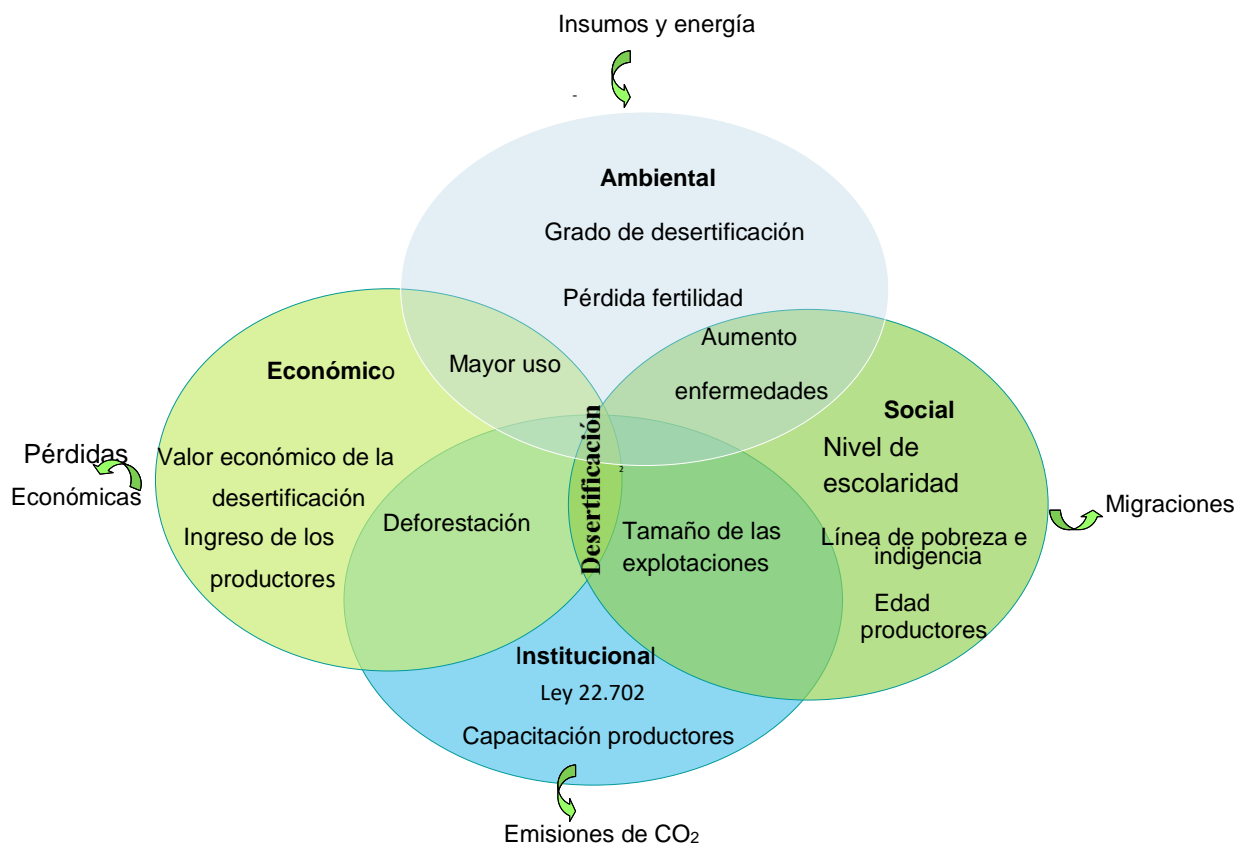
Como se desprende de lo arriba enunciado, es necesario realizar un análisis donde el sistema económico no se considere como un sistema cerrado, sino compuesto por diversos subsistemas los cuales interactúan entre sí, de manera que lo que ocurre en uno de ellos



afecta a los otros. Para este caso todos influyen sobre un problema ambiental que ocurre en departamento Santa María, el

aumento de la desertificación, como lo muestra la Figura 1

Figura 1: Análisis integrado de los resultados obtenidos



10. Conclusiones

Este trabajo integra aspectos de la EE y EA. Se observa a lo largo del desarrollo de este trabajo que sin una cuantificación económica de la desertificación y su análisis integrado sería poco probable realizar un análisis de todo el sistema

Según Naredo (2001), el análisis económico convencional, no alcanza para dar cuenta del deterioro que ocasiona el proceso económico

sobre el patrimonio natural, siendo necesario ampliarlo. Un aspecto innovador desde el punto de vista metodológico, es presentar nuevas formas de abordar las interacciones hombre – naturaleza, a través de un análisis sistémico, tal como el propuesto por la EE, donde los métodos de valorización (enfoque netamente neoclásico), son sólo un aspecto más de la evaluación del sistema total. Esto es un acercamiento entre las disciplinas EA y EE.



Los resultados obtenidos en este trabajo, muestran que la cuenca presenta en los últimos años un aumento de la desertificación (sólo en un estrato no avanzó la desertificación). Además puede observarse el alto valor económico que representa la pérdida por desertificación.

Quedó también demostrada la importancia de las emisiones de CO₂, de la cuenca, que representan el 0,14% de las emisiones del país como consecuencia de los procesos de deterioro ambiental que se han producido en la zona.

En cuanto a la valorización económica a través de los precios hedónicos, realizando un análisis de las variables más pertinentes, resulta un método sencillo de aplicar.

Una limitación de la metodología aplicada, es que no capta toda la pérdida de servicios ecosistémicos. La deforestación no sólo produce pérdidas en la fijación de CO₂, sino que se producen pérdidas en la biodiversidad. Habida cuenta que no existe a la fecha un

Inventario Nacional de Biodiversidad y que tampoco se han conseguidos datos zonales, este servicio ecosistémico no se evaluó, con lo cual se deja claro que se tomó la pérdida de fijación de CO₂ de la bosques como pérdida de servicio ecosistémico, reconociendo que no es la única pérdida, razón por la cual deberían seguir profundizándose los estudios en el área bajo estudio a los fines de poder contabilizar todas las pérdidas de estos servicios.

Como se desprende de los resultados de trabajo es necesario realizar un análisis integrado de la desertificación, integrando aspectos ambientales, económicos, sociales e institucionales, para ver si la cuenca recorre un camino la sostenibilidad.

Por lo descrito anteriormente, el Departamento Santa María, requiere de urgentes medidas integrales para detener el avance de la desertificación y mejorar la calidad de vida de la población, fin último del desarrollo sustentable.

Bibliografía

Abraham, E.; Montaña y E; Torres, L. (2006). Desertificación e Indicadores: Posibilidades de Medición integrada de fenómenos complejos. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* ISSN: 1138-9788. Vol X, 24.

Abraham, E; Corso M.L y Maccagno, P. (2011). Tierras secas y desertificación en Argentina. FAO (2011). *Evaluación de la Desertificación en Argentina*.

Azqueta Oyarzum, D. (2002). *Introducción a la Economía Ambiental*. Mc Graw Hill/ Interamericana de España, S.A.U. Madrid.

Corso, M.; Navone S; Pietragalla, V.; Bossio, M. y Maggi, A. (2011). Variación de la desertificación en la Cuenca del Río Santa María, Catamarca. *Rev. Facultad de Agronomía UBA*, 31 (3), 213-221.

Caeiro, R. (2008). Análisis de las Transformaciones del Sector Agropecuario de

la Provincia de Catamarca (Argentina) a Raíz de la Implementación de la Ley 22.702 de Desarrollo Económico:

Efectos Territoriales e Institucionales en el Sistema Olivar. *Extraído el 2 de octubre de 2012 de* <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/945/9788478019588.pdf?sequence=1>

Cherni; J. (2001). Medio ambiente y globalización: desarrollo sustentable modernizado. *Economía y Desarrollo*. N° 2. Vol 129: 193-213.

Cristeche, E y Penna, J. (2008). Métodos de valorización económica de los servicios Ambientales. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y de los Recursos Naturales. *Documento de trabajo N° 3*. Ediciones ISSN 1851-6955.INTA.

Gallopín, G. (2003). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. División de



Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. *Serie Medioambiente y desarrollo*. CEPAL. Naciones Unidas. Santiago de Chile. Chile.

Gasparri, I. y Manghi E. (2004). Volumen, biomasa y contenido de carbono de las Regiones Forestales Argentinas. Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina. *Extraído el 2 de octubre de 2012 de http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/volumen_biomasa_carbono.pdf*

Hartley Ballester, M. (2008). Economía ambiental y economía ecológica: Un balance crítico de su relación. *Economía y Sociedad*, 33 y 34, Enero – Diciembre de 2008: 55 – 65.

Introcaso R M y Navone S. M (2006). Organización de los Comuneros y Productores de los Valles Calchaquíes contra la Desertificación y Emigración. *Extraído el 17 de septiembre de 2012 de http://www.filo.unt.edu.ar/centinti/cehim/jornadas_antrop/organizacion%20de%20los%20comuneros%20y%20productores%20de%20los%20valles%20calchaquies.pdf*

Kurincic G. (2001). *Estadística. Herramientas de Inferencia*. ISBN: 987-985-40-5-5. Ediciones Cooperativas. 419 p.

Maccagno, P; Navone, S; Trebino, H. Evolución del grado de desertificación y su relación con los aspectos socioeconómicos en la cuenca del río Santa María, Catamarca, Argentina (2015). *RIA. Revista de Investigación Agropecuaria*. Vol.41, n.3, pp. 298-308

Maccagno P y Karlin U. (2000). "Construcción y Evaluación de un Índice de Desertificación en Poblaciones rurales del Chaco Árido". *Seguimiento y Evaluación del Manejo de los Recursos Naturales*. ISBN: 956-7215-15-4. Chile, 305-360.

Maggi, A y Navone, S. (2011) Sitio Piloto en la Región de la Puna. En FAO (2011) *Evaluación de la Desertificación en Argentina*. Resultados del Proyecto LADA/FAO

Martínez Alíer, J. (1998). Curso de Economía Ecológica. Serie de Textos Básicos para la formación Ambiental Nº 1. *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Oficina Regional para América Latina y El Caribe*. ISBN: 968-7913-03-7. México

Naredo, J. M (2001). Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva, *Revista On-Line de la Universidad Bolivariana*, Vol. 1 Nº 1.

Navone, S.; Introcaso, R. y Renzi, E. (2001). La desertificación y su control en Valles del NOA. *Revista de la Facultad de Agronomía*. Vol 2-3: 22-30

Navone, S; Espoz-Alsina, C., Maggi, A e Introcaso, R. (2002). Monitoreo de la desertificación en los valles semiáridos del noroeste argentino: Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica empleando indicadores biofísicos y socioeconómicos. *Revista de Teledetección* Nº 18, 5-19.

Navone, S; Bargiela, M.; Maggi, A. y Movia, C. (2006). Indicadores Biofísicos de Desertificación en el Noroeste Argentino: Desarrollo Metodológico. *Indicadores de Desertificación para América del Sur*.

Piñeiro-Guerra, J; Fagúndez-Pachón, C; Oesterheld, M y Arim M. (2014). Biodiversity-productivity relationship in ponds: Community and metacommunity patterns along time and environmental gradients. *Austral Ecology* Volume 39, Issue 7, pages 808–818, November 2014.

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. 1994. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación-PAN. Extraído de el 20 septiembre 2012 <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=463>.

TINEO, ALFREDO. 2005. Estudios Hidrogeológicos del Valle del Río Santa María - Provincia de Catamarca Extraído de el 20 septiembre 2012 <http://insugeo.org.ar/publicaciones/docs/scg-20-0-00.pdf>

