

# Evolución del grado de desertificación y su relación con los aspectos socioeconómicos en la cuenca del río Santa María, Catamarca, Argentina

MACCAGNO, P.<sup>1</sup>; NAVONE, S.<sup>2</sup>; TREBINO, H.J.<sup>3</sup>

## RESUMEN

Este trabajo revisa las características del proceso de desertificación en los Valles Áridos con especial énfasis en la cuenca del río Santa María. Hace referencia al avance de la desertificación ocurrida entre 1997 y 2012 a través de un índice que fue construido a partir de la combinación de indicadores biofísicos. Habida cuenta de que es necesario relacionar la desertificación con indicadores socioeconómicos, se realizaron encuestas en el área bajo estudio para indagar sobre aspectos socioeconómicos, lo que permitió construir indicadores. Los resultados obtenidos indican que la desertificación ha aumentado en todos los casos, excepto en el sitio donde se aplican prácticas sustentables. Al mismo tiempo los indicadores socioeconómicos indican que un mayor grado de desertificación se presenta asociado a las explotaciones menores a la unidad económica, formas de tenencia más precarias, mayor inequidad en la distribución del ingreso y mayor pobreza e indigencia, superando ampliamente los valores nacionales y provinciales. Es por ello que la evaluación del grado de desertificación y su relación con indicadores socioeconómicos resulta imprescindible a fin de monitorear y revertir este proceso.

**Palabras clave:** Valles Áridos, indicadores de desertificación, aspectos biofísicos y socioeconómicos

## ABSTRACT

*This paper analyzes the characteristics of the process of desertification in the Arid Valleys, with special emphasis on the Santa Maria River basin. The analysis is focalized on the advance of desertification occurred between 1997 and 2012, through an index that was built from the combination of biophysical indicators. Given the need to link desertification with socioeconomic indicators, a series of surveys were performed in the study area to investigate socioeconomic aspects, which allowed the construction of indicators. The results indicate that desertification has increased in all cases, except in the place where sustainable practices are applied. At the same time the socio-economic indicators show that a greater degree of desertification is connected to the size-farm below the economic unit surface, to forms of precarious land tenure, to a greater inequality in inco-*

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología (Universidad Nacional de Moreno), Av. Bartolomé Mitre 1891, B1744OHC Moreno, Argentina. Correo electrónico: patricia\_maccagno@yahoo.com.ar

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía (Universidad Nacional de Buenos Aires), Av. San Martín 4453, C1417DSE Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: stella\_navone@yahoo.com.ar

<sup>3</sup>Departamento de Post-Grado (Universidad Nacional de La Matanza), Florencio Varela 1903, B1754JEC San Justo, Argentina. Correo electrónico: htrebino@gmail.com

*me distribution, and to an increased poverty. These indicators were above the national and provincial values. The evaluation of the extent of desertification and its relationship with socio-economic indicators is essential to monitor and revert this process.*

**Keywords:** *Arid Valleys, desertification indicators, biophysical and socio-economic aspects*

## INTRODUCCIÓN

Desierto y desertificación no son dos caras del mismo fenómeno (Navone y Abraham, 2006). El desierto es un paisaje y ecosistema típico del clima desértico que se caracteriza principalmente por su aridez, ausencia de vegetación y de agua. El hábitat desértico hace imposible la vida de la gran mayoría de las especies (Crespo Llenes, 2001). Por otra parte la desertificación consiste en una 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 (CNLUD, 1997). En las tierras secas, la escasez de agua limita la producción de cultivos, forrajes, leña y otros servicios que los ecosistemas proporcionan al hombre. Por lo tanto estas tierras son muy vulnerables a un aumento de la presión del hombre y a la variabilidad del clima (MA, 2005).

Las tierras secas cubren el 41% de las tierras firmes del mundo (MA, 2005), vulnerables a la sobreexplotación y a un aprovechamiento inadecuado. La desertificación en tierras secas es uno de los mayores desafíos ambientales que enfrenta la sociedad humana (PNUMA, 2012). Los ecosistemas de tierras secas proporcionan una amplia gama de bienes y servicios caracterizados por paisajes, especies de flora y fauna, modos de vida y culturas únicas en el mundo. En las tierras secas, la población depende muy estrechamente de los servicios de los ecosistemas para cubrir sus necesidades básicas. Dado que estos servicios obedecen a la disponibilidad de agua y de las condiciones del clima, se producen normalmente fluctuaciones debido a estas causas. Cuando estos ecosistemas han sido sometidos a un uso abusivo de los recursos, pierden la posibilidad de recuperarse a presiones anteriores y pueden entrar en una espiral que conduce la desertificación (Abraham *et al.*, 2011).

Argentina puede ser dividida en tres grandes zonas ecológicas de acuerdo a su régimen hídrico: la Región Húmeda que ocupa el 21% de la superficie; una Región Subhúmeda y Semiárida con aproximadamente 27,20%; la mayor es la Región Árida con 51,50% de la superficie que se extiende en la parte occidental y sur del área continental. De este modo, Argentina es el país de América Latina con mayor superficie árida, semiárida y subhúmeda seca abarcando el 75% de su superficie, contrastando con la imagen difundida del país referida a la pampa húmeda (Abraham, *et al.*, 2011). El 81,5% del territorio cubierto por zonas secas del país se encuentra afectado por desertificación (Ravello *et al.*, 2011).

Por esta razón a nivel mundial, en la región de América Latina y a escala nacional y provincial, han aumentado los estudios sobre desertificación. El primer antecedente en la preocupación sobre este problema data del año 1951, cuando la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) aprobó un proyecto para la investigación científica de los suelos áridos. Ello impulsó la publicación de un boletín, la captación de fondos para institutos de investigación y la realización de conferencias (Crespo Llenes, 2001).

Pero la mayor preocupación sobre el tema comenzó al final de la gran sequía y hambre que asolaron el Sahel en 1968-1974, afectando gravemente a Mauritania, Senegal, Mali, Alto Volta, Níger y Chad, causando la muerte de 200.000 personas y millones de animales (Ruiz y Febles, 2004).

La alarma mundial favoreció a que la Asamblea General de Naciones Unidas convocase a una conferencia sobre desertificación, celebrada en Nairobi en 1977, que estuvo signada por dos hechos significativos: por un lado, la urgente necesidad de ayudar a África, y por el otro, promover las concepciones vigentes en ese momento, tanto en el nivel conceptual de la visión "ambiental" y de la planificación para el desarrollo, como en las prácticas de cooperación internacional (Abraham *et al.*, 2006).

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.

Con el tiempo, este enfoque sectorial demuestra sus limitaciones, sobre todo en el control de la desertificación. Este evoluciona a partir de 1970, cuando comienzan a introducirse conceptos como la visión sistémica, los estudios interdisciplinarios, la planificación integrada (Abraham *et al.*, 2006).

La Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD, por sus siglas en inglés), desde su creación en 1996, ha tratado de coordinar esfuerzos, a fin de contar con una metodología unificada para evaluar este fenómeno. Es así que a partir de 1998 comienzan los trabajos de indicadores de desertificación (SAyDS, 2002), en diversos países. Desde antes de la implementación de la Convención, Argentina tiene los primeros antecedentes de trabajo con indicadores en América Latina y el Caribe (ALC).

En un principio, se desarrollaron principalmente trabajos con indicadores biofísicos (Kharin y Abraham, 1992; Del Valle *et al.*, 1997; Collado, 1999), ya a partir de 1999 existe consenso de la necesidad de incluir los aspectos socioeconómicos para monitorear la desertificación (Abraham y Maccagno, 2001).

Los numerosos trabajos efectuados en la región de los Valles Áridos y en la cuenca del Río Santa María indican que para cualquier intento de caracterización de la desertificación es necesario incluir tanto elementos biofísicos como socioeconómicos (Navone *et al.*, 2002).

Los trabajos desarrollados en los valles áridos y en la cuenca del río Santa María realizaron un fuerte esfuerzo por caracterizar esta área desde el punto de vista biofísico (Navone *et al.*, 2006; Failde de Calvo y Ramilo, 2006, Navone y Espoz-Alsina, 2003; Paoli, 2002; Navone y Palacín, 2000) y por desarrollar aspectos socioeconómicos (Corso *et al.*, 2011; Maggi y Navone, 2011).

El área de estudio se encuentra dentro de la región conocida como Valles Áridos (SAyDS, 1994). Estos ocupan el 5% de la superficie total del país, con una superficie de 140.000 km<sup>2</sup> (SAyDS, 1994; Abraham *et al.*, 2011). Los Valles Áridos son compartidos por seis provincias: San Juan, La Rioja, Catamarca, Tucumán, Salta y Jujuy. Incluyen una serie de cuencas hidrológicas distribuidas en las mencionadas provincias. Entre esas cuencas se encuentra la del Río Santa María, representativa en cuanto al clima, la vegetación y la geomorfología de dichos Valles (Navone y Espoz-Alsina, 2003; Navone, 1998).

En cuanto a los suelos predominan los Aridisoles (Pelegridos) y Entisoles (Torriortentes), (Espoz-Alsina *et al.*, 2002), suelos sueltos mayormente arenosos permeables, desprovistos de materia orgánica, fácilmente erosionables, de reacción alcalina y a veces salina (Navone *et al.*, 2006). La vegetación es la típica de la formación Monte Occidental xerofítico, con abundantes especies medicinales y aromáticas. La vegetación natural es el bosque de algarrobos, asociación de *Prosopis alba* (algarrobo blanco), *Prosopis nigra* (algarrobo negro) y *Acacia visco* (visco o viscote), la que prácticamente ha sido eliminada salvo algunos relictos (Navone *et al.*, 2001). También están presentes jarilla (*Larrea divaricata*), brea (*Cercidium praecox*) y chañar (*Geoffroea decorticans*) (Corso *et al.*, 2011).

La cuenca del río Santa María se encuentra ubicada entre los 24° 30' y los 26° 30' de latitud sur, y ocupa una superficie de 1.700 km<sup>2</sup> (Gobierno de la Provincia de Catamarca, 2002). El caudal medio anual es 2.8 m<sup>3</sup>/s, el cual comienza a aumentar en diciembre, se hace máximo entre enero y febrero y decrece rápidamente a partir de abril (Lobos, 2008). Este río recorre la mayor proporción de la provincia de Catamarca (en su parte centro oeste), Tucumán (en el noroeste) y Salta en el extremo sur (Lobos, 2008), y el derrame correspondiente es de 85 Hm<sup>3</sup>/año.

El Valle de Santa María se extiende desde las provincias de Catamarca por el sur y Salta por el norte, se desarrolla entre las sierras del Cajón o de Quilmes al oeste

y Aconquija al este (Tineo, 2005). Es una larga y estrecha depresión estructural elaborada en rocas metamórficas y plutónicas que están cubiertas por un complejo sedimentario del Mesozoico-Terciario y por depósitos aluviales cuaternarios que constituyen cuatro formaciones geológicas, que a su vez corresponden a igual número de niveles de pie de monte (Ruiz Huidobro, 1965).

Presenta precipitaciones que no superan los 200 mm por año, decreciendo hacia el oeste hasta alcanzar valores de 150 mm en el faldeo oriental de las sierras de Quilmes o del Cajón concentrándose en el período estival un 72,2% del total anual. El cordón montañoso de Aconquija representa una de las tantas barreras orográficas que se oponen a la circulación de las masas húmedas provenientes del Atlántico. Esto genera el contraste observado entre los faldeos selváticos del lado de la provincia de Tucumán y la aridez del lado de la provincia de Catamarca. Las temperaturas en el valle oscilan entre los -10 °C en invierno y los 38 °C en verano, con una gran amplitud diaria (Maggi y Navone, 2011).

En esta cuenca, 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). El 15% de la cuenca está afectado por procesos de desertificación con grado severo, 44% con grado moderado y el 40% ligera (Navone *et al.*, 2002). De ahí la importancia de monitorear el grado de desertificación.

El efecto final del proceso de desertificación es identificable a través de la erosión hídrica y eólica, el aumento del polvo atmosférico, la generación de médanos, la invasión de especies halófitas y terófitas, la desaparición de especies nativas, pérdidas de la biodiversidad y los desequilibrios en cadenas tróficas. A partir de la del año 2003, se comienzan a realizar estudios socioeconómicos en el área en estudios (Maggi y Navone, 2011; Corso *et al.*, 2011), pero la construcción de los indicadores socioeconómicos, tal como se propone en este trabajo, resulta un avance para comprender la desertificación desde el punto biofísico y socioeconómico, de manera de responder a los requerimientos internacionales.

En esta línea se plantea este trabajo, cuyo objetivo es evaluar el proceso de desertificación entre 1997 y 2012 para la Cuenca del Río Santa María, provincia de Catamarca, relacionándolo con los aspectos socioeconómicos, utilizando indicadores, sobre la hipótesis de que el proceso ha experimentado un avance en el período considerado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales y métodos utilizados se dividen en determinación del grado de desertificación e indicadores socioeconómicos.

### Determinación del grado de desertificación

La metodología se seleccionó habida cuenta de que esta ha sido desarrollada en el país, probada y validada desde

Área	Unidad cartográfica	Tipo suelo	Uso predominante suelo
1. San José	Relictos de bosques de <i>Prosopis</i> .	Typic Torriorthent con fase por pendiente (unidad pura).	Chacareros, producción agrícola intensiva.
2. Loro Huasi	Relictos de bosques de <i>Prosopis</i> .	Camborthid Typic	Chacareros, producción agrícola intensiva.
3. El Puesto	Estepa arbustiva de <i>Larrea divaricata</i> .	Torrripsament ústico 70% y Torriortent típico 30%.	Agricultura intensiva. Pastoreo caprino extensivo. Desmonte indiscriminado
4. Las Mojarras	Bosque abierto de <i>Prosopis alba</i> y <i>Prosopis flexuosa</i> .	Camborthid típico (unidad pura).	Agricultura intensiva. Pastoreo extensivo. Desmonte.
5. La Soledad (Prelatura)	Bosque abierto de <i>Prosopis alba</i> y <i>Prosopis flexuosa</i> .	Camborthid típico (unidad pura).	Agricultura intensiva. Vitivinicultura
6. Viñas del Chañar Punco	Relictos de bosques de <i>Prosopis</i> .	Torriorthent típico fase por pendiente.	Agricultura intensiva
7. Fuerte Quemado	Estepa arbustiva de <i>Larrea divaricata</i>	Torrripsament ústico 70% y Torrripsament típico 30%	Agricultura intensiva. Pastoreo caprino extensivo

**Tabla 1.** Descripción de las características de las unidades cartográficas del Valle Santa María seleccionadas.

Fuente: Elaboración propia basado en Navone *et al.*, 2002.

1987 en toda la zona de Valles Áridos desde Valle Fértil en San Juan, Copacabana y Chilecito en La Rioja, Fiambalá, Tinogasta, Belén, Londres, Santa María en Catamarca, Colalao del Valle, Amaicha y Quilmes en Tucumán, Tolombón, Cafayate, San Carlos, Animaná, Seclantás, Cachi, Payogasta en Salta y en las Cuencas de Miraflores y la Cuenca de Pozuelos en la Puna árida y semiárida argentina, es decir que cumple con validación diacrónica y sincrónica.

La metodología utilizada se basa en mediciones históricas de 1997 (Navone, 1998). Se utilizan indicadores biofísicos para luego transformarlos en un índice: grado de desertificación. Para la evaluación de la desertificación se partió de la zonificación realizada por el Centro de Investigación y Aplicación a la Teledetección (CIATE), Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (FAUBA). De acuerdo a ella, la Cuenca cuenta con doce unidades cartográficas caracterizada por su homogeneidad en cuanto al tipo de suelo y uso de estos. Se seleccionaron siete de ellas (Navone y Palacín, 2002) por considerarse las más representativas del área y las que no corresponden al sector de las altas montañas. Estas se presentan en la tabla 1.

Este trabajo partió de la recopilación de datos existentes en la región sobre el estado de la desertificación disponibles para el año 1997, primera vez que se realizó un relevamiento de toda el área. En 2003 actualizaron estos datos (Corso *et al.*, 2011). Los datos de 2012 corresponden a mediciones a campo propias realizadas durante agosto de 2012, con el apoyo del CIATE-FAUBA, respetando los mismos puntos de muestreo. Se considera que estas dos fuentes de información son comparables entre sí y permiten evaluar la tendencia del proceso de desertificación, razón por la cual se utilizan en este trabajo.

Para construir los indicadores biofísicos se utilizó la planilla que se presenta en la tabla 2. Se destaca que en la

campaña de 2012 se agregó la medición de rugosidad del suelo (Maggi y Navone, 2011).

El método de medición para la construcción de indicadores biofísicos contiene información cuantitativa y cualitativa tales como erosión hídrica, erosión eólica, textura superficial, porcentaje de cobertura vegetal, fisonomía, salinización, características climáticas (viento, precipitaciones), uso de la tierra, presión animal (tipo y carga), presión antrópica, rugosidad.

La cobertura vegetal en cada una de las unidades cartográficas se midió por líneas de intercepción (Mueller-Dombois, 1966) de 50 m con 5 repeticiones distribuidas al azar en sitios de muestreo dentro de las siete áreas muestras. Se puso especial énfasis en esta característica ya que es fundamental para evaluar la degradación de tierras (Espoz Alsina *et al.*, 2002).

El perfil fisonómico-estructural de la vegetación fue representado por el método de Danserau (1951) modificado por Movia, Soriano y León (1987), en tanto el diseño de distribución se analizó sobre la base del mapeo en el terreno de algunos cuadrados de 2 m x 2 m en los que se ubicaron los centros de los arbustos y matas de pastos, se midieron los diámetros y se agruparon en clases simétricas de 5 cm x 5 cm (Navone y Palacín, 2002).

La erosión hídrica se midió a través de la pendiente, tipo de proceso dominante: laminar, surcos o cárcavas, densidad de surcos/cárcavas, presencia del relieve.

En cuanto a salinidad se midió presencia de sales en la superficie del suelo en terrenos irrigados artificialmente, a través de la conductividad eléctrica medida en laboratorio (FAO-PNUMA, 1987).

La presión antrópica es una medida directa del efecto de las actividades humanas en los procesos de desertificación. La presión animal representa el impacto de la carga

ÁREA MUESTRA
FECHA:
GPS
UC
MUESTRA
GEOFORMA
<b>Presión humana</b>
Agricultura
Cultivos
Tecnología (Arado) (Riego)
Alambrado
<b>Presión animal</b>
Tipo
Carga
Pastizal Nat/ Implantado
Estado
<b>Vegetación</b>
% de cobertura
% Arbustal
Arbustal (diámetro)
% gramíneas
% hojas anchas
% cactáceas
<b>Suelos</b>
Textura
Encostramiento
% cobertura de pedregosidad
% grava superficial
<b>Erosión Hídrica Actual</b>
% pendiente
Sedimentación
Erosión laminar
Surcos
Cárcavas
Rugosidad
<b>Erosión Eólica Actual</b>
% médanos
% montículos
% deposiciones
Suelo suelto
Rugosidad por pedregosidad
Humedad

**Tabla 2.** Planilla de campo para determinación de indicadores.

Fuente CIATE (2012).

animal (número de cabezas/superficie) en zonas de pastoreo. Ambas se midieron de acuerdo a la metodología propuesta por FAO-PNUMA (1987), comparando la capacidad potencial de carga con la densidad actual.

Se trabajo con imágenes Landsat TM 5 y 7 hasta 2010, luego complementadas con imágenes Modis y Aster a partir de ese momento, debido a la inoperatividad del Landsat 7.

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

**Tabla 3.** Grado de desertificación.

Fuente: Elaboración propia basado en Navone y Espoz Alsina, 2003.

Dichas imágenes se georeferenciaron con puntos GPS obtenidos en las campañas en el terreno y se procesaron para obtener imágenes producto adecuadas a los propósitos de este trabajo (Palacín y Navone, 2002; Navone, 2011).

Para cada unidad cartográfica (estrato) se asigna valores a los atributos: cobertura vegetal, riesgo de erosión hídrica, riesgo de erosión eólica, riesgo de erosión, salinización, presión antrópica y presión animal. La sumatoria de los valores de los atributos determina el grado de desertificación.

Para la definición del grado de desertificación se utiliza la nomenclatura de la tabla 3, la cual se viene utilizando en el área bajo estudio.

Se asignaron valores de acuerdo a las mediciones y procesamiento de imágenes satelitales entre un rango 0 (presión nula) a 4 presión muy severa (Navone *et al.*, 2002), obteniéndose a partir de allí el grado de desertificación.

#### Determinación de indicadores socioeconómicos

La construcción de los indicadores socioeconómicos se realizó a partir de fuentes primarias de datos. Para ello se diseñó un modelo de encuesta a través de la revisión de literatura específica sobre el tema con el fin de identificar las variables de relevancia y teniendo en cuenta otras encuestas realizadas en la zona (Corso, 2007). 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).

La encuesta se realizó en las siete unidades cartográficas en las cuales se efectuaron las mediciones para evaluar el grado de desertificación (figura 1) en agosto de 2012. Para calcular el número de encuestas se partió de los datos preliminares del Censo Nacional Agropecuario 2008 que establece la cantidad de establecimientos agropecuarios en el área. A partir de este número, se determinó un tamaño de la muestra de 40 encuestas para el total del área. Esta cantidad cumple con la regla establecida que el tamaño de la muestra en relación con el tamaño de la población debe ser  $\geq 0.05$ .

Fuerte Quemado ha sido uno de los estratos donde no se realizó la encuesta, por un lado esta localidad se encuentra en Tucumán (fuera del área de estudio) y porque la mayoría de las personas dejaron de producir.

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado, siendo cada una de las unidades cartográficas un estrato<sup>4</sup> (características del suelo y actividad predominante) (Mason

y Lind, 1998). La muestra estratificada en este caso es no proporcional, ya que consultadas autoridades locales de Santa María manifestaron que no se dispone de datos del

**Área de estudio y referencias**



**Referencias**

- Ríos y Arroyos
- RN 68
- RN 40
- AMAICHA DEL VALLE
- ANIMANA
- CAFAYATE
- CHANAR PUNCO
- COLALAO DEL VALLE
- FAMATANCA
- LAS MOJARRAS
- LORO HUASI
- SAN CARLOS
- SAN JOSE
- SANTA MARIA
- LA SOLEDAD



Fuente: Elaboración propia en base a datos de IGN

**Figura 1.** Ubicación de las áreas estudiadas.

Fuente: Elaboración propia basada en IGN.

<sup>4</sup>El estrato hace referencia al conjunto de elementos que comparten ciertos caracteres comunes y que se integra con otros conjuntos para la formación de una entidad (Mason y Lind, 2000).

total de los pobladores por estrato, dato que tampoco se dispone a nivel censal, es por ello que se optó por buscar dentro de cada estrato los productores más representativos, en función de informantes claves (CIATE, comunicación personal, 2012).

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, tipo de tenencia de la tierra e ingresos de la población. 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 construyeron los indicadores socioeconómicos.

Los indicadores utilizados en este trabajo fueron:

- Porcentaje del tamaño de las explotaciones agropecuarias, según estrato. Para caracterizarlo se utilizaron los rangos de menos de 5 ha, entre 5 y 10 ha y más de 10 ha. La selección de estos rangos se debe a que en el área bajo estudio la unidad económica es de 5 ha con riego (Maggi y Navone, 2011).
- Porcentaje de productores según tenencia de la tierra por estrato. Para la selección del tipo de tenencia de tierra se siguió la tipología utilizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC, 2002).

- Porcentaje del ingreso de las personas por quintiles por estrato. Se adaptó la metodología propuesta por CEPALSTAT (CEPAL, 2004), adaptada a la muestra trabajada. Para este indicador se calcula el ingreso total<sup>5</sup> de cada familia encuestada. El ingreso total incluye los ingresos prediales, los ingresos extraprediales (oferta de mano de obra fuera del establecimiento), autoconsumo y fuentes no laborales: jubilaciones, pensiones y subsidios. El ingreso total de la familia se divide por el número de personas por hogar, obteniendo el ingreso per cápita. A partir de estos se construyen los quintiles (cinco grupos de igual tamaño). Luego se calcula el porcentaje de ingreso del quintil en relación con el total de la población.
- Porcentaje de la población debajo de la línea de pobreza e indigencia por estrato. Se adaptó la metodología seguida en el país (INDEC, 2003) y CEPALSTAT (CEPAL, 2004) ajustada a los datos obtenidos. Con el ingreso per cápita se compara la línea de pobreza e indigencia a través de la canasta básica calculada por INDEC (INDEC, 2012), estableciendo el porcentaje de personas por debajo de la línea de pobreza e indigencia.

## RESULTADOS

El grado de desertificación para los años 1997 y 2012 se presenta en la tabla 4.

Área	Unidad cartográfica	Tipo suelo	Uso predominante suelo	Grado de desertificación 1993	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 divaricata.	Torrripsament ústico 70% y Torriorthent típico 30%.	Agricultura intensiva. Pastoreo caprino extensivo. Desmonte indiscriminado	3	4
4. Las Mojaras	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 Prosopis alba y Prosopis flexuosa.	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
7. Fuerte Quemado	Estepa arbustiva de Larrea divaricata	Torrripsament ústico 70% y Torrripsament típico 30%	Agricultura intensiva. Pastoreo caprino extensivo	1	2

Tabla 4. Grado de desertificación por estrato

Fuente: Elaboración propia.

<sup>5</sup>Un aspecto problemático de esta metodología –que no es exclusivo de nuestro país– es la subdeclaración o no declaración de ingresos por parte de una fracción de los hogares encuestados (INDEC, 2007).

	Menos 5 ha	Entre 5 y 10 ha	Más de 10 ha
San José	29	43	29
Loro Huasi	75	13	13
El Puesto	60	30	10
Las Mojarras	43	43	14
Chañar de Punco			100
La Soledad			100

**Tabla 5.** Porcentaje del tamaño de las explotaciones agropecuarias por estrato.

Fuente: Elaboración propia basada en encuestas.

	Propietario	Mediero	Arrendatario
San José	100		
Loro Huasi	89		11
El Puesto	40	50	1
Las Mojarras	86		14
Chañar de Punco	100		
La Soledad	100		

**Tabla 6.** Porcentaje de productores según tenencia de la tierra, por estrato.

Fuente: Elaboración propia basada en encuestas.

Quintil	Mínimo	Máximo	% de la población	% de la suma de ingresos
1	0	300	20	0,21
2	300	650	20	0,69
3	650	1850	20	1,75
4	1850	3850	20	4,15
5	3850	160000	20	93,19

**Tabla 7.** Porcentaje del ingreso de las personas por quintiles, total encuestado.

Fuente: Elaboración propia basada en encuestas.

De acuerdo a la metodología descripta, se calcularon indicadores socioeconómicos. En cuanto al tamaño de las explotaciones agropecuarias, los resultados se presentan tabla 5.

Del análisis del cuadro 4, todos los estratos han aumentado su grado de desertificación comparando los valores del año 1997 (línea de base) y 2012, excepto en La Soledad.

Las localidades 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. Si se relaciona este re-

sultado biofísico con los indicadores socioeconómicos, se observa que en ambas localidades existe un elevado porcentaje de productores con un tamaño de las explotaciones menor a la unidad económica (tabla 5).

En San José la variación de la desertificación pasó de moderada a severa. Por otra parte el grado de desertificación pasó de ligero a moderado en Loro Huasi, Fuerte Quemado y Viñas del Chañar de Punco. 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. Actualmente se están realizando estudios desde el CIATE (2011), donde se identificó que prácticas tales como labranza reducida, deforestación en franjas y curvas de nivel constituyen importantes avances para el manejo sustentable del área. Por otra parte, es esta la única área donde los surcos no siguen la pendiente del terreno (Corso *et al.*, 2011), lo que ya aconsejaba el CFI en 1987, para el área de estudios a fin de evitar la erosión hídrica y las pérdidas por escorrentía.

Los resultados del porcentaje de productores según tenencia de la tierra, por estrato, se presentan en tabla 6.

Merece atención la relación entre desertificación y tenencia de la tierra. Si bien para la mayoría de los encuestados son propietarios de la tierra, en El Puesto y Las Mojarras, donde la desertificación pasó de grave a muy grave existen otras formas de tenencia de tierra más precaria como la mediería y el arrendamiento.

En cuanto al porcentaje del ingreso de las personas por quintiles, se presentan para el total del universo encuestado (tabla 7) y para cada localidad (tabla 8).

En cuanto a los ingresos de los encuestados, en la tabla 7 se observa que en la distribución por quintil el 20% de la población concentra el 93% de los ingresos, lo que manifiesta una distribución muy desigual.

Estos valores son muy superiores a los encontrados a nivel provincial y nacional. Comparando los valores obtenidos en este trabajo con los obtenidos a nivel provincial para el período bajo análisis se observa que el 20% de la población con mayores ingresos concentra el 46,5% de los ingresos, valor semejante a la media nacional donde en este rango se concentra el 46,8% de los ingresos.

A partir de esta información, se comprobó la necesidad de evaluar la distribución del ingreso para las localidades analizadas. Por ello se si observa la tabla 8, se puede apreciar que El Puesto y Loro Huasi presentan un alto porcentaje de personas cuya distribución del ingreso se encuentra entre los dos primeros quintiles. Cabe destacar que en Viñas del Chañar de Punco y La Soledad el total de los encuestados se encuentran en el último quintil por ser ambas áreas ocupados en la mayor parte por empresarios que se dedican a la producción de vid.

Sin embargo en Viñas del Chañar de Punco la desertificación pasó de leve a moderada, razón por la cual deberían profundizarse los estudios socioeconómicos.

	Primer quintil	Segundo quintil	Tercer quintil	Cuarto quintil	Quinto quintil
San José	14	14	29	14	29
Loro Huasi	50	38	0	13	0
El Puesto	30	30	20	10	10
Las Mojarras	7	7	29	36	21
La Soledad	0	0	0	0	100
Viñas del Chañar de Punco	0	0	0	0	100

**Tabla 8.** Porcentaje del ingreso de las personas por quintiles, por estrato

*Fuente:* Elaboración propia basada en encuestas.

	Línea de pobreza	Línea de indigencia
San José	14,29	14,29
Loro Huasi	25	37,5
El Puesto	40	20
Las Mojarras	7,14	0

**Tabla 9.** Porcentaje de la población debajo de la línea de pobreza e indigencia, por estrato.

*Fuente:* Elaboración propia basada en encuestas.

Se consideró importante relacionar el grado de desertificación con la línea de pobreza e indigencia ya que existe consenso acerca de la estrecha relación entre pobreza y desertificación (Morales, 2005), los resultados se presentan en la tabla 9.

Del mismo porcentaje se desprende que los cuatro estratos con pequeños productores y donde ha avanzado la desertificación, San José, Loro Huasi, El Puesto y Las Mojarras, presentan un alto porcentaje de la población por debajo de la línea de pobreza e indigencia, lo que está demostrando la incidencia de la pobreza en la degradación de la tierra.

Como en el caso de la distribución del ingreso, los valores de pobreza e indigencia para el área bajo estudio superan a los valores nacionales y provinciales. Es así que el porcentaje de personas bajo la línea de pobreza e indigencia, al momento de realizar este estudio era para la provincia de 8% y 1,7%, respectivamente. En tanto a nivel nacional representaban el 5,4% y 1,5%.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La amenaza de la desertificación no es nueva en la zona, ya era conocida en la era Precolombina cuando era parte del Imperio Inca. Sin embargo, esta cultura utilizaba técnicas agrícolas tendientes a conservar la tierra y almacenar agua, tales como terrazas para controlar la erosión y cisternas para recolectar el agua de lluvia en los valles de las

montañas (Grove, 1997). Con la llegada de los españoles, se reemplazaron prácticas locales y ancestrales, desatendiendo la fragilidad de los ecosistemas, comenzando a partir de allí los procesos de desertificación (Espoz-Alsina y Navone, 2002).

Comprender cómo distintos factores convergen e interactúan para causar la desertificación en el área, permitirá predecir la respuesta de los ecosistemas a los cambios ambientales y socioeconómicos de manera de implementar las correcciones necesarias para minimizar el daño a tiempo.

Este trabajo dedica especial atención entre los aspectos socioeconómicos, tales como tamaño de las explotaciones, tenencia de la tierra, distribución del ingreso, pobreza e indigencia, y resultados biofísicos. Esto se debe a que si bien existen evidencias de causalidad entre estos factores, la mayoría de los trabajos aborda los aspectos biofísicos y solo marginalmente los aspectos socioeconómicos.

Como lo demuestra este estudio la desertificación está determinada por factores socioeconómicos (tenencia de tierra, tamaño de las explotaciones, ingresos y pobreza) y biofísicos (grado de desertificación) que ponen en peligro el sustento de las poblaciones más pobres que dependen de las actividades primarias. La desertificación se caracteriza porque la degradación avanza sobre umbrales, más allá de los cuales los ecosistemas que lo padecen no pueden restaurarse a sí mismos, necesitando de recursos externos cada vez mayores.

Confrontando con la extendida imagen de Argentina como país de "la pampa húmeda", "granero del mundo", queda demostrado el peso que tiene el hecho de que Argentina sea el país de las tierras secas, que se extienden sobre el 75% del territorio nacional, de las cuales 81,5% se encuentran afectadas por distintos grados de desertificación.

Una de las limitantes de la metodología para replicar a la misma escala o a escalas mayores es la necesidad de contar con fuentes primarias de información, en este caso encuestas en el área de estudio, ya que muchos datos para construir los indicadores y explicar las relaciones, a la escala analizada, no se encuentran disponibles a partir de fuentes secundarias. Una posible solución a este tema lo constituye aumentar la información secundaria sobre aspectos socioeconómicos (censos, encuestas de población

e ingresos) a nivel rural.

El análisis de los indicadores socioeconómicos indica una fuerte interdependencia que existe entre ellos y los resultados biofísicos, razón por la cual cualquier evaluación de los procesos de desertificación no debe dejarlos de lado.

Los suelos son el recurso geológico no renovable más importante para asegurar el agua, la energía y la seguridad alimentaria de las generaciones presentes y futuras, así como para adaptar y crear resistencia a las perturbaciones climáticas (Ibarra-Montoya *et al.*, 2011). Pero la capacidad de protección del suelo se suele olvidar y suele ser el eslabón perdido de nuestro marco de política y de trabajo para lograr un desarrollo sustentable. Algo semejante ocurre con la desertificación, a pesar de los esfuerzos y que este problema ya fue enunciado en 1992 en la Agenda 21, los procesos siguen avanzando.

Este trabajo demuestra que la evaluación del grado de desertificación y su relación con indicadores socioeconómicos resulta imprescindible a fin de monitorear este proceso de manera que se convierta en una alerta temprana a fin de tomar medidas para revertir estos procesos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAM, E.; CORSO, M.L.; MACCAGNO, P. 2011. Tierras secas y desertificación en Argentina. FAO (2011). En Evaluación de la Desertificación en Argentina. Resultados del Proyecto LADA/FAO: 13-64.
- ABRAHAM, E.; MONTANA, E.; TORRES, L. 2006. Desertificación e Indicadores: Posibilidades de Medición integrada de fenómenos complejos. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales ISSN: 1138-9788. Universidad de Barcelona. Vol. x, 24.
- ABRAHAM, E.; MACCAGNO, P. 2001. Argentine experience linked to obtain and evaluate indicators of desertification. En: Suivi-Evaluation, Monitoring-Evaluation. Indicateurs d'Impact et de Mise en Oeuvre des Programmes de Action de Lutte contre la Desertification. Concepts et experiences en Afrique-Asie et Amérique latine. OSS (Ed.). GTZ, UNCCD, CILSS, OSS, pág.15, Ginebra, octubre de 2001, Ed. CD.
- CABRERA, A. 1976. Regiones Fitogeografías Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II, Fasc. I. ACME.
- COLLADO, A.D. 1999. Desertificación y Dinámica Espacio-Temporal del Paisaje Dunar en la Región Central de San Luis, Argentina. Valoración Mediante Teledetección y SIG. Seminario Internacional sobre SIG y Teledetección aplicadas a la Ordenación del Territorio y el Medio Ambiente. Universidad de Talca, Chile. Pág. 59-68.
- CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN. CNULD. 1994. ([www.unccd.int](http://www.unccd.int) verificado el 4/abril/2012).
- CORSO, M.; NAVONE, S.; PIETRAGALLA, V.; BOSSIO, M.; MAGGI, A. 2011. Variación de la desertificación en la Cuenca del Río Santa María, Catamarca. Facultad de Agronomía UBA, 31 (3), 213-221.
- CRESPO LLENES, A. 2001. Régimen Jurídico Internacional de la Desertificación. ([www.feei.org](http://www.feei.org), verificado el 13 de septiembre de 2012).
- DEL VALLE, H.F.; ELISSALDE, N.O.; GAGLIARDINI, D.A.; MILOVICH, J. 1997. Desertification assessment and mapping in the Patagonian arid and semiarid region (Argentina). Control Desertification Bulletin. Pág. 6-11.
- ESPOZ ALSINA, C.; NAVONE, S.; MAGGI, A. 2002. A. Development of Desertification assessment method using a geographic information system: a case study in northwestern Argentina. Management Information Systems.
- FAILDE DE CALVO, V.; RAMILO, D. 2006. El desarrollo Rural participativo como herramienta de lucha contra la desertificación. FAO-PNUMA, 1984. Metodología provisional para la evaluación y la representación cartográfica de la desertización. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, pág. 74. (<http://www.ecopuerto.com/bicentenario/informes/Desertificacion.pdf>, verificado 27 de abril de 2012).
- GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA. 2007. Dirección Provincial de Planificación. Subsecretaría de Planificación. Plan estratégico provincial. Informe de Avance. Catamarca. ([http://www.planificacion.catamarca.gov.ar/org/INFORME\\_DE\\_AVANCE\\_PROVINCIA\\_DE\\_CATAMARCA.pdf](http://www.planificacion.catamarca.gov.ar/org/INFORME_DE_AVANCE_PROVINCIA_DE_CATAMARCA.pdf), verificados 20 de septiembre de 2012).
- GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA. 2005. Plan de desarrollo productivo provincial. (<http://www.produccioncatamarca.gov.ar/legislacion/Sectores%20Productivos/Plan%20Productivo%20Provincial.pdf>, verificado 20 de septiembre de 2012).
- GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA. 2000. Atlas de Catamarca. ([http://www.atlas.catamarca.gov.ar/index.php?option=com\\_content&id=102&Itemid=111&limitstart=5](http://www.atlas.catamarca.gov.ar/index.php?option=com_content&id=102&Itemid=111&limitstart=5), verificado 20 de septiembre de 2012).
- IBARRA-MONTOYA, J.; ROMÁN, R.; GUTIÉRREZ, K; GAXIOLA, J.; ARIAS, V.; BAUTISTA, M. 2011. Cambios en la cobertura y uso del suelo en el norte de Jalisco, México: un análisis del futuro, en un contexto de cambio climático. *Ambi-Agua*, Taubaté, vol 6, n.º 2: 111-128.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS -INDEC- 2013. Canasta básica para adulto equivalente. (<http://www.indec.gov.ar/>, verificado 19 de abril de 2013).
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS -INDEC- 2002. Censo Nacional Agropecuario. (<http://www.indec.gov.ar/>, verificado 7 de junio de 2013).
- KHARIN, N.G.; ABRAHAM, E.M. (1992) Comparative analysis of the desertification assessment methodology used in the URSS & Argentine. *Problems of Desert Development* 3, Ashkabad, Turkmenian Academy of Sciences.
- LOBO, P. (2008). La Hidrografía y Agua en Catamarca. Editorial La Isla.
- M.A Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Consenso Científico sobre la Desertificación (<http://www.millenniumassessment.org/proxy/Document.796.aspx>, verificado 4 de abril de 2012).
- MAGGI, A.; NAVONE, S. 2011. Sitio Piloto en la Región de los valles Áridos. En FAO (2011) Evaluación de la Desertificación en Argentina. Resultados del Proyecto LADA/FAO, 148-203.
- MASON, R.D.; LIND, D. 1998. Estadística para administración y economía, 8.º edición. Alfaomega.
- MORALES, C. 2005. Pobreza, desertificación y degradación de tierras. En Pobreza, desertificación y degradación de los Recursos Naturales. CEPAL. GTZ.
- MOVIA, C.; SORIANO, A.; LEON, R. 1987. La vegetación de la cuenca del río Santa Cruz (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Darwiniana* 28: 9-798.
- MUELLER-DOMBOIS, D. 1966. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, Nueva York. Pág. 547.

- NAVARRO, H.E. 1994. "Catamarca hacia un estudio integral de su geografía" Ed. Imprenta Diartegraf-Offset. Catamarca.
- NAVONE, S.; BARGIELA, M; MAGGI, A.; MOVIA, C. 2006. Indicadores Biofísicos de desertificación en el noroeste argentino. En Desarrollo metodológico en Indicadores de la Desertificación para América del Sur. IICA, BID.
- NAVONE, S.; ABRAHAM, E. 2006. Status and Trends of deserts en "Global Desert Outlook" Capítulo 4: State and trends of the World's deserts-73-88. Editor: Environmental Programme of the United Nations.
- NAVONE, S.; ESPOZ-ALSINA, C. 2003. Monitoreo de la Desertificación en los Valles Áridos y Semiáridos de Argentina. Revista de Teledetección. Asociación Española de Teledetección. Vol. N.º 18: 5-19.
- 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 N.º 18, 5-19.
- NAVONE, S. M.; PALACIN, E. 2000. Identificación de la degradación y desertificación de las tierras en Santa María (Catamarca) a través del procesamiento de imágenes Radarsat. Revista Terra vol.18, N.º 4 Ma.
- PAOLI, H. 2002. Recursos Hídricos de la Puna, Valles y Bolsones Áridos del Noroeste Argentino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED). ([http://inta.gob.ar/documentos/recursos-hidricos-de-la-puna-valles-y-bolsones-aridos-del-noroeste-argentino-3/at\\_multi\\_download/file/RHP.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/recursos-hidricos-de-la-puna-valles-y-bolsones-aridos-del-noroeste-argentino-3/at_multi_download/file/RHP.pdf), verificado 17 de abril de 2015).
- PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). 2012. Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. GEO 5. (<http://www.unep.org/spanish/geo/geo5.asp>, verificado 7 de junio de 2012).
- PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). 2007. Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. GEO 4. ISBN: 978-92-807-2838-5.
- RAVELO, A.; PLANCHUELO, A.; GARCÍA, C.; SORIA, D.; MAGGI, A.; KINGART, A.; ELISSALDE, N.; SALOMONE, J. 2011. Evaluación de la desertificación a nivel nacional. En FAO (2011). Evaluación de la Desertificación en Argentina. Resultados del Proyecto LADA/FAO. ISBN: 978-92-5- 306978-1: 77-97.
- RUIZ, T.; FEBLES, G. 2004. La desertificación y la sequía en el mundo. Revista de investigación y difusión científica agropecuaria. ISSN 0188789-0 Rev. AIA. 8 (2): 3-16.
- RUÍZ HUIDOBRO, O.J. 1965. Hidrogeología del valle de Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. Asociación Geológica Argentina. Revista: 20 (1): 29-66, Buenos Aires.
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. 2005. Región Puna y Valles Áridos: Etapa II Definición y Priorización de Problemas, Objetivos, Hipótesis de Impacto y Actuación. (<http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=1462>, verificado 20 de septiembre de 2012).
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. 1994. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación-PAN. (<http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=463>, verificado 20 de septiembre de 2012).
- SKIDOMORE, L.; WOODRUFF, Y. 1968. Wind erosion forces in the United State and their use in predicting soil loss. USDA. Agricultural Handbook. Pág. 346.
- TINEO, A. 2005. Estudios Hidrogeológicos del Valle del Río Santa María – Provincia de Catamarca – (<http://insugeo.org.ar/publicaciones/docs/scg-20-0-00.pdf>, verificado 20 de septiembre de 2012) ISSN en línea 1666-9479.