

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales



TRABAJO FINAL

Carrera: Ingeniería Agronómica

**Desertificación un complejo proceso que perjudica la
seguridad alimentaria**

Alumna: Alonso, Nadina Victoria.

Directora: Ing. Agr. Mirta G. García.

Fecha de entrega: 21/03/2019

Lugar de realización: Fac. Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

INDICE

Resumen

1. Introducción

1.1. Objetivos

1.2. Hipótesis

2. Materiales y métodos

3. Resultados y discusión

3.1. Distribución de las tierras secas

3.2. Características de las tierras secas

3.3. Magnitud y distribución de la desertificación

3.4. Complejas interacciones entre causas y efectos de la desertificación

3.5. Estudio de caso: Desertificación y seguridad alimentaria en Patagonia (Chubut y Santa Cruz)

4. Conclusiones

5. Bibliografía

AGRADECIMIENTOS

Luego de tanto tiempo me aproximo a cerrar esta etapa de mi vida, luego de tanto esfuerzo y dificultades en el transcurso...no hubiera sido posible sin el apoyo, comprensión y compañía constante de mi marido y mis hijos.

Quiero agradecer especialmente a la Ing. Mirta García por su estímulo constante, por su cariño, por su comprensión y ayuda en cada momento.

También quiero agradecer al Ing. Daniel Ferro, por su ayuda incondicional e insistencia para que no abandonara en esta etapa.

A mis padres quiero agradecerles la educación y valores que me dieron.

A todos los profesores que transmitieron su humanidad, su pasión por la profesión y por la educación.

Valoro y honro la educación pública, que a todos, independientemente de la circunstancia en la que nos encontremos, nos otorga paso a paso, la inmensa oportunidad de crecer como personas y profesionales.

GRACIAS!!!!!!

RESUMEN

Esta revisión bibliográfica pretende evaluar el alcance que la desertificación podría llegar a tener sobre la seguridad alimentaria, a escala mundial y local, en la provincia de Santa Cruz en Argentina. Se parte de un análisis de la distribución de las tierras de secano y su vulnerabilidad, la magnitud y dinámica de la desertificación, sus causas y efectos. La información seleccionada para ello se jerarquizó por temas y subtemas, obtenida en una intensa búsqueda bibliográfica de diverso origen.

Del proceso de análisis se desprende que las tierras secas son sistemas frágiles y complejos que proveen múltiples servicios ecosistémicos, son tierras muy vulnerables a al proceso de desertificación, producto de una compleja red multifactorial interrelacionados, extremadamente difícil de valorar, donde la información disponible es muy diversa y atomizada.

No existen estudios serios que relacionen la desertificación con la seguridad alimentaria de la población mundial en el futuro, aunque si se evidencia un alerta y necesidades urgentes de abordar todo sistema productivo de una forma sustentable.

Palabras clave: desertificación, índices, causas, consecuencias, seguridad alimentaria.

1. INTRODUCCIÓN

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD, 1994) define la **desertificación** como “el proceso de degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”. El mismo documento caracteriza a la degradación de las tierras como la “reducción o la pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo y de regadío, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento”.

Aunque no existen límites claros, se considera a las tierras secas como aquellas áreas donde el promedio de lluvias es menor que las pérdidas potenciales de humedad a través de la evaporación y la transpiración. Técnicamente se pueden definir con el índice de aridez (IA), que utiliza la relación P/ETP (cociente entre la precipitación anual media y la evapotranspiración potencial media) para clasificarlas en: hiper-áridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas (Tabla 1). Las tierras secas son aquellas con índice menor a 0,65.

Tabla1. Clasificación de las tierras secas (CNULD, 2012).

	<u>IA</u>	<u>Superficie de tierra mundial (%)</u>	<u>Duración del periodo de crecimiento (días)</u>	<u>Superficie de tierra mundial (%)</u>
Árido	0,05<IA<0,2	12,1	1 a 59	7
Semiárido	0,2<IA<0,5	17,7	60 a 119	20
Subhúmedo seco	0,5<IA<0,65	9,9	120 a 179	18
Total de Tierras secas	0,05<IA<0,65	39,7	1 a 179	45

Son regiones con precipitaciones menores a 600 mm por año (PNUMA, 1992; PNUMA, 1997). Dentro del contexto del desarrollo sostenible el término de tierras secas suele excluir las áreas hiper-áridas, representando éstas un 7,5% de la superficie terrestre (CNULD, 2012). Excluidas las zonas polares y subpolares, las tierras ocupan aproximadamente el

45% (CNULD, 2012) o 41,3% (Adeel et al., 2005) de la superficie terrestre, según se visualiza en la Figura 1.

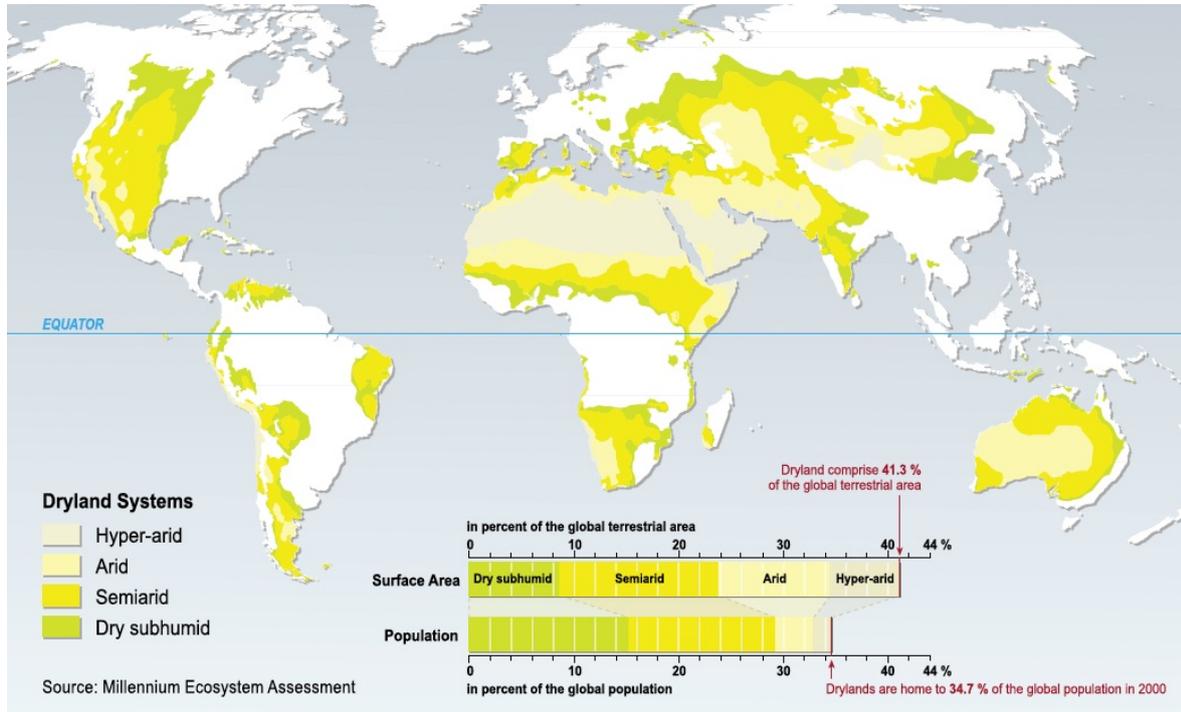


Figura 1. Distribución de las tierras secas del mundo (Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005).

Argentina es el octavo país del mundo que cuenta con una amplia superficie de tierras secas que abarcan el 75% de su territorio. En el Mapa 2 se visualizan las diferentes regiones ecológicas caracterizándolas con el IA que presenta (IADIZA-CONICET, 2010).



Mapa 2. Índice de aridez climático para Argentina (IADIZA, CONICET, 2010)

Según datos del Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación (PAN), de los 276 millones de hectáreas que componen la superficie continental de Argentina, 60 millones están afectadas por distintos procesos y grados de desertificación y degradación de suelos, en un proceso cuyo avance se estima en 650.000 ha/ año (LADA, 2011).

Dascal (2012) menciona que el 32,9% de las tierras desertificadas se encuentra en la Patagonia; 26,4% en el Comahue (Neuquén, Río Negro y La Pampa) y 24,6% en el Nuevo Cuyo.

Andrade (2012) cita una evaluación realizada durante los años 1996 y 1997 en la Estación Experimental Agropecuaria Chubut, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) donde Santa Cruz es la provincia más comprometida por el proceso de desertificación

dentro de la Patagonia, con un 5% de su superficie afectada por un grado de desertificación leve, un 49,3% media y el 38,4% posee desertificación grave a muy grave (Del Valle, et al., 1998). El estado muy grave indica tierras muy degradadas, sin aptitud para uso agropecuario (9.359.200 ha). Se confeccionó un mapa digitalmente con imágenes satelitales y controles a campo (Figura 2).

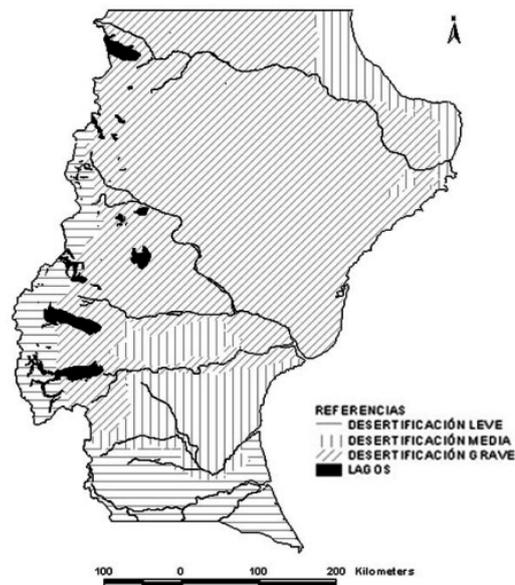


Figura 2. Grados de desertificación en Santa Cruz. Fuente: Sistema Regional de Soporte de Decisiones, 1997. Cartografía: Laboratorio de Teledetección y S.I.G. E.E.A. Santa Cruz.

El proceso de desertificación es un problema complejo, sistémico por naturaleza, que afecta la estructura y funcionamiento de los ecosistemas de las tierras secas. Desencadenado por múltiples acciones y relaciones entre factores biofísicos, socioeconómicos, políticos e institucionales (Abraham et. al., 2014).

Las tres principales causas de la desertificación, explicitadas en el texto de la Convención (PNUMA, 1995) son: el sobrepastoreo, la deforestación y las prácticas de una agricultura no sustentable. El sobrepastoreo y la deforestación destruyen el estrato de vegetación protectora que cubre las regiones áridas y semiáridas, haciendo posible que la erosión hídrica y eólica decapiten los fértiles estratos superiores del suelo. Las prácticas agrícolas no sustentables eliminan los nutrientes del suelo, producen salinización, desecamiento, compactación, formación de costras, acumulación de sustancias tóxicas.

En líneas generales, la desertificación se concibe como un proceso global de deterioro ambiental de las tierras secas, que además de afectar al medio biofísico, ocasiona un impacto importante en la vida humana, al tiempo que los grupos sociales son vistos como agentes que contribuyen a aumentar este proceso. En este contexto, pobreza y desertificación se hallan enlazadas y se constituyen en un "círculo dilemático" en el marco del cual, la "pobreza" conduce a la explotación indiscriminada de los recursos, esta dinámica provoca la degradación general del sistema y esta condición vuelve a acentuar la pobreza (Abraham et al., 2006).

Gran parte de los procesos de desertificación se producen por la falta de conocimiento de las características básicas de los ecosistemas de tierras secas, fundamentalmente la variabilidad en las precipitaciones, que determina ciclos con mayor o menor cantidad de lluvias que influyen directamente en productividad biológica y en los usos del suelo (LADA/FAO, 2011).

En estas tierras no se dan procesos lineales de causa y efecto que lleven a su degradación, pero sí que se reconocen sus motores (climáticos y humanos), los cuales interaccionan de formas complejas (CNULD 2012; Puigdefabregas J., 1997). Es importante notar que la pobreza es tanto una causa como una consecuencia de la degradación de las tierras (CNULD 2012).

La evaluación realizada a escala local por LADA/FAO (2011), considera que el bienestar económico es un factor determinante del comportamiento del productor en relación al manejo de sus recursos. Por ello, el análisis debe comenzar con la utilización de un ranking de bienestar económico, que no está dado solamente por la pérdida de productividad de las tierras afectadas por desertificación que dejan de producir alimentos para sus habitantes, sino que influyen también múltiples factores de índole político, social y cultural.

La Cumbre Mundial de la Alimentación (FAO, 1996) define la **seguridad alimentaria** cuando se cumple que "todas las personas tienen en todo momento acceso físico y el acceso económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias alimentarias para llevar una vida activa y saludable". Una

política sobre seguridad alimentaria debe contemplar los siguientes aspectos fundamentales: (a) la producción de alimentos a través de la gestión de los recursos del suelo, (b) la estabilidad de la producción de alimentos y la disponibilidad en todo momento, (c) el acceso a los alimentos a través la capacidad económica de los hogares o de la comunidad, y (d) la seguridad alimentaria a través de la calidad nutritiva y biológica.

Garantizar la alimentación adecuada de los seres humanos no es solo un problema de producción de alimentos, es ante todo un problema político, social y cultural asociado a la distribución, acceso, uso en condiciones desiguales e inestabilidad de estos factores. El ensamblaje de problemas ecológicos, sociales, económicos y políticos alrededor de los sistemas de seguridad alimentaria obligan a visualizarlos como problemas complejos en los que múltiples factores, fenómenos y procesos se encuentran en interacción y como tal, debe analizarse y atenderse (Casas y Moreno Calles, 2014).

El cambio climático está ejerciendo un estrés adicional sobre las áreas productivas, afectando los rendimientos agrícolas en muchas áreas (Ringler et al., 2010; Lobell et al., 2008). Las fluctuaciones en las precipitaciones constituyen una de las principales fuerzas motrices para el cambio en la cubierta vegetal; y la intensidad del pastoreo también ha sido relacionada directamente con la degradación de las tierras áridas a largo plazo (Miehe et al., 2010). La aridificación del clima prevista para muchas zonas semiáridas en todo el planeta (IPCC, 2007) es un factor clave que está detrás de la aparición de la desertificación (Le Houérou H.,1996; Puigdefábregas,1998). El aumento de las aspiraciones de las normas planteadas de vida impulsan un aumento de la explotación de los servicios de los ecosistemas (Hassan et al., 2005).

La sequía es un fenómeno que ocurre en forma natural en las tierras secas, produciendo desequilibrios hidrológicos severos que afectan en forma adversa los sistemas de producción de recursos agrícolas. Cuando la capacidad productiva de las tierras secas no está afectada por la desertificación, éstas tienen la capacidad de recuperarse rápidamente después de las sequías o de períodos secos prolongados. Por el contrario, si ya han sido afectadas como consecuencia de una explotación excesiva tienden a perder rápidamente su

productividad biológica y económica. La sequía y la desertificación están asociadas con la disminución de los niveles hídricos de los acuíferos superficiales y subterráneos, afectando la cantidad y calidad de los abastecimientos de agua dulce (Abraham, 2008).

El deterioro de los recursos como el agua, el suelo y la vegetación asociado al fenómeno de desertificación modifica, a corto y largo plazo, la capacidad del ecosistema para proveer servicios ecológicos como la biodiversidad, la moderación de fenómenos meteorológicos, la purificación del agua y del aire, la formación del suelo, la regulación de la composición atmosférica, el ciclado de nutrientes y materiales, la recreación, el estímulo intelectual y el control de la erosión, entre otros (Paruelo, 2003).

El cambio climático afecta las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria (FAO, 2015). La desertificación es un complejo proceso de origen multidimensional que afecta la producción de materias primas, que avanza sobre las tierras secas del planeta, afectando así, la seguridad alimentaria de la población.

1.1- OBJETIVOS

Se plantea como **objetivo general** el análisis del proceso que conduce a la desertificación de las tierras, los factores que lo potencian y sus efectos sobre la seguridad alimentaria.

Los **objetivos específicos** de este trabajo son:

Estudiar las causas y consecuencias de la desertificación, a escala global y a escala regional aplicado a las provincias de Chubut y Santa Cruz.

Evaluar la presión que ejercen los factores indirectos.

Examinar las consecuencias sobre la seguridad alimentaria de la población.

1.2- HIPÓTESIS

Hipótesis elemental

La desertificación es un complejo proceso de origen multidimensional que afecta la producción de materias primas, avanzando sobre las tierras secas del planeta y afectando la seguridad alimentaria.

Hipótesis de lectura

1. La desertificación se produce por la sobreexplotación de las tierras secas.
2. La desertificación es un proceso multifactorial con características particulares a nivel local.
3. La desertificación es un proceso que perjudica la seguridad alimentaria de la población.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología aplicada en este trabajo consiste en una búsqueda bibliográfica sobre la temática, orientando el estudio del proceso de desertificación en las áreas de secano, las prácticas de manejo que lo acrecientan y la búsqueda de relaciones entre el proceso de desertificación y la seguridad alimentaria de la población. Finalmente se localiza el análisis en la provincia de Chubut y Santa Cruz, con la información relevada.

Se seleccionó y jerarquizó la información por temas y subtemas, según distintas fuentes bibliográficas:

- a- Desertificación a nivel mundial y local
- b- Análisis de la dinámica del proceso: causas y consecuencias
- c- Desertificación y seguridad alimentaria: relaciones entre ambas
- d- Evaluación personal en función de la información relevada

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1- Distribución de las tierras secas

Las tierras secas mundiales albergan casi el 40% de la población total del planeta (Reynolds et al., 2007). La gran mayoría de esa población vive en países en desarrollo (90%), con condiciones deficitarias en cuanto al bienestar humano, renta per cápita y salud; con acelerados procesos de migración y pobreza (LADA/FAO, 2011; UN, 2011). A pesar de esta condición, en las tierras secas se encuentra el 44% de los ecosistemas cultivados del mundo, el 50 % del ganado mundial, siendo responsables del 30% de las cosechas que se producen (LADA/FAO, 2011).

La FAO (2002) determinó el área de tierras secas por continente (ver detalle en Tabla 2), siendo el total de 4.778.370.000 ha.

Tabla 2. Área global de tierras secas por continente (FAO, 2002).

Continente	Áridas (mill.ha)	Semiáridas (mill.ha)	Subhúmedas secas (mill.ha)	Áridas (%)	Semiáridas (%)	Subhúmedas secas (%)
África	467,60	611,35	219,16	16,21	21,20	7,60
Asia	704,30	727,97	225,51	25,48	26,34	8,16
Oceanía	456,50	211,02	38,24	59,72	27,42	4,97
Europa	0,30	94,26	123,47	0,01	1,74	2,27
América del Norte/Central	4,27	130,71	382,09	6,09	17,82	4,27
América del Sur	5,97	122,43	250,21	7,11	14,54	5,97
Total	1 641,95	1 897,74	1 238,68			

Millones de ha.

Las zonas áridas cubren alrededor del 15% de la superficie de la tierra. África y Asia suman casi 4/5 partes de las zonas áridas e hiper-áridas en el mundo. Las zonas semiáridas son más extensas, presentes en todos los continentes y cubren hasta un 18% de la superficie de la tierra; estas tienen regímenes de lluvia altamente estacionales (FAO, 2007). En la península ibérica, su extensión comprende el 50% en España y 20% en Portugal (Cirelli y Abraham, 2002).

Según United Nations Environment Management Group (UN, 2011) las tierras secas tienen tres funciones económicas primarias: pastizales (65% de la superficie mundial), tierras de cultivo (25%), bosques o sitios de pueblos y ciudades (10%), estas últimas están creciendo rápidamente.

UNESCO (2010) estableció el porcentaje de superficie con tierras secas por país: Brasil 25%, México 65%, Chile 58%, Bolivia 38%, Perú 30%, Venezuela 27%, Paraguay 34%, Ecuador 22%, Nicaragua 26%, etc. Respecto a Argentina, LADA (2011) analizó una superficie de tierras secas correspondiente al 55% de la superficie total del país, y determinó que el 81.5 % presentó algún proceso de degradación (ver detalle en Figura 3).

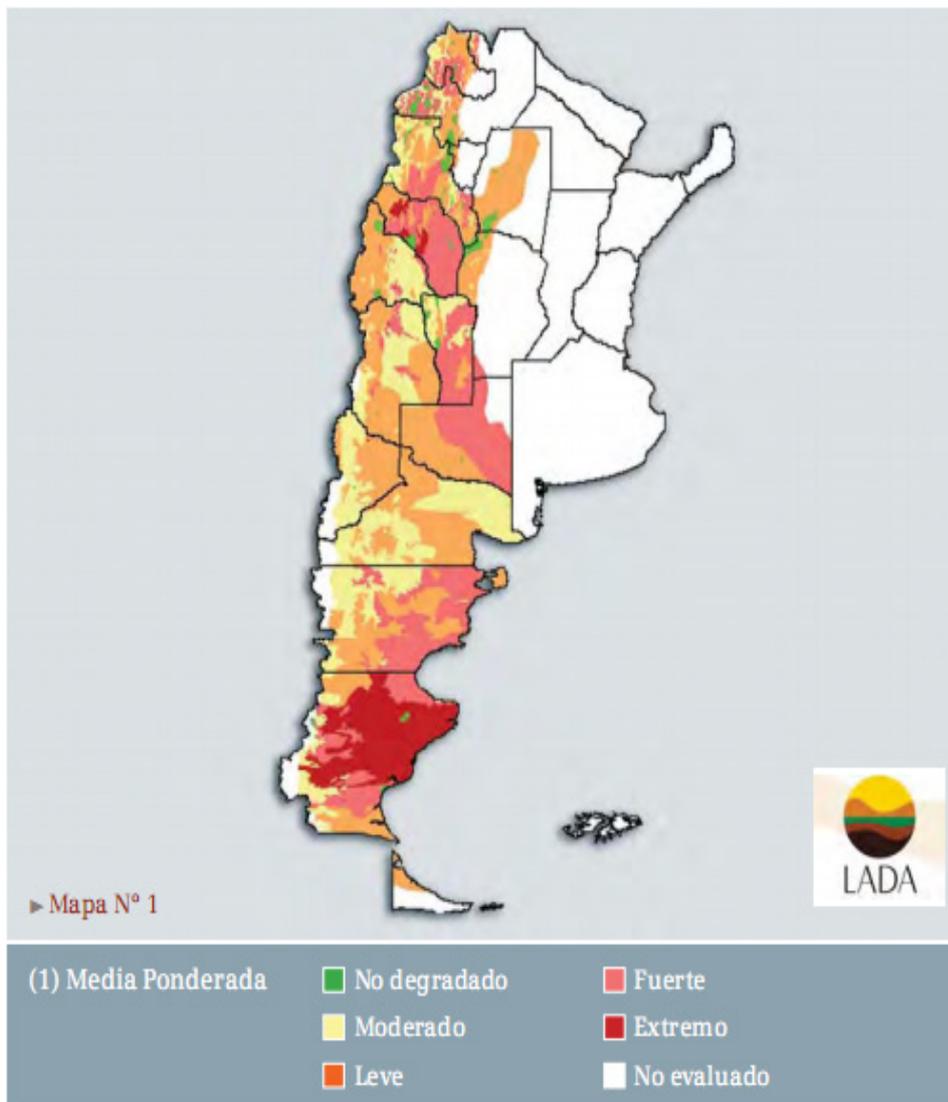


Figura 3: Degradación de las tierras secas en Argentina.

3.2- Características de las tierras secas

La característica principal es la falta de agua, no sólo es escasa, sino que generalmente es errática, caracterizándose por estrés hídricos frecuentes, limitando la productividad primaria de forma severa, afectando por lo tanto la acumulación de carbono edáfico; generando bajos contenidos de materia orgánica, susceptibilidad a la erosión y un bajo nivel nutritivo edáfico en general, particularmente de nitrógeno (Skujins, 1991). Estos bajos índices de materia orgánica no favorecen la formación de agregados en el suelo, y los existentes presentan poca estabilidad, haciendo al terreno vulnerable ante procesos de erosión eólica e hídrica (Sivakumar & Stefanski, 2007).

Las sequías reducen la humedad del suelo, lo que implica la disminución de las tasas de evaporación y de la formación de nubes, mientras que la pérdida de la cubierta vegetal incrementa el albedo. Estos cambios en la superficie del terreno provocan el aumento de la temperatura del suelo y del aire en capas próximas a la superficie del terreno, lo que fomenta el desequilibrio del intercambio energético entre superficie y atmósfera (Williams & Balling, 1996). Elevados índices de evaporación pueden llevar a la acumulación de sales en las capas superficiales del suelo, haciéndolos más vulnerables a procesos erosivos y limitando su actividad biológica (WMO, 2005). El contenido de carbono orgánico del suelo tiende a decrecer exponencialmente con la temperatura (Lal, 2002a). En consecuencia, los suelos de las tierras áridas contienen pequeñas cantidades de carbono (entre 1 y menos de 0,5%) (Lal, 2002b). Sin embargo, también existen algunos aspectos de los suelos de las tierras áridas que actúan en favor del secuestro de carbono en las regiones áridas. El almacenamiento de carbono de las tierras secas (principalmente en forma de carbono en el suelo) representa más de un tercio del valor mundial (UN, 2011). Los suelos secos tienen menor probabilidad de perder carbono que los suelos húmedos (Glenn et al., 1992), debido a que la falta de agua limita la mineralización del suelo (Heathcote, 1983; Mainguet, 1999; Sivakumar & Stefanski, 2007) y por tanto el flujo de carbono hacia la atmósfera. En consecuencia, el tiempo de residencia medio del carbono en estas tierras es largo. El potencial para secuestrar carbono es alto, no solo debido a su gran magnitud, sino también porque históricamente, los suelos de las tierras áridas han perdido cantidades significativas de carbono y falta una cantidad importante para su saturación.

A pesar de que las tierras áridas varían considerablemente, están constituidas principalmente por Aridisoles (2 120 000 000 ha) y Entisoles (2 330 000 000 ha). Otros suelos incluyen: los Alfisoles (380 000 000 ha), Molisoles (800 000 000 ha), Vertisoles (210 000 000 ha) y otros (470 000 000 ha) (Dregne, 1976). Caracterizándose por ser delgados y pedregosos (Mainguet, 1999).

La vegetación sustentada por estos suelos varía desde, desiertos yermos o vegetación esparcida hasta pastizales; tierras con arbustos y sabanas; tierras de cultivos y bosques

secos. La vegetación de los bosques usualmente es pobre, tiene baja densidad, con especies adaptadas a una alta eficiencia en el uso del agua. Las plantas que se han adaptado sobreviven a las lluvias irregulares, la alta radiación solar y los períodos de sequía, con una alta eficiencia en el uso del agua (FAO, 2007).

3.3- Magnitud y distribución de la desertificación

Uno de los problemas para evaluar la magnitud de la desertificación y de las medidas para prevenirlas, es la falta de indicadores confiables que permitan determinar la calidad de la tierra y que sean de fácil medición. Por lo tanto, las estimaciones varían ampliamente según la fuente y el método empleado. La Evaluación Mundial de la Degradación del Suelo (GLASOD) de 1991, informó que el 20% de las tierras secas sufrían de una degradación del suelo de origen antropogénico; similar a las estimaciones del PNUMA 1 140 000 000 ha (PNUMA 1991a). Al incluir las tierras de pastoreo con vegetación degradada, el porcentaje de tierras degradadas de las tierras secas es del 69,5 % (5 172 000 000 ha) (PNUMA 1991b). De acuerdo con Oldeman y Van Lynden (1998) las áreas degradadas en grado ligero, moderado y severo son 489.000.000, 509.000.000 y 139.000.000 ha, respectivamente. Dregne y Chou (1992) estiman que el 70 % de la superficie de tierras secas (5.159.652.000 ha) presentan algún grado de degradación. De acuerdo a Dregne y Chou (1992) el 30% de las tierras de regadío están desertificadas, el 47% de las tierras de cultivo de secano y el 70% de los pastizales.

El 70 % de las tierras secas de todo el mundo, excluidos los desiertos hiperáridos, están afectadas por la desertificación. En estos territorios viven unas 1200 millones de personas las cuales verán peligrar su medio de vida (Adeel et al., 2005).

El problema es especialmente grave en África, que alberga el 37% de las zonas áridas del planeta; aproximadamente el 66% de su superficie está formada por desiertos y tierras secas (FIDA); un 73% de las tierras áridas está ya gravemente o moderadamente degradado (CNUCLD, 2003). Los efectos de la desertificación también son graves en Asia, que contiene el 33% de las zonas áridas del mundo (FIDA). El mapa mundial de la

desertificación (PNUMA, 1992), advierte que esta amenaza se cierne sobre el 74 % de Australia, el 34% de África, el 31% de Asia, el 19% de América y el 2% de Europa. En el Mediterráneo, casi dos terceras partes de las tierras áridas están muy degradadas; y en los países de Europa central y oriental, entre un 40 y un 80% de las tierras áridas están fuertemente degradadas (CNUCLD 2003).

El PNUMA (1991a) estimó que la tasa anual de desertificación era de 5 800 000 ha, tierras que pierden su capacidad de producir alimentos.

Argentina es el país de América latina con mayor proporción de tierras seca, las cuales ocupan el 75% del territorio. De los 276 millones de ha que componen el territorio continental nacional, 60 millones están afectadas por distintos grados de desertificación y degradación de los suelos. Avanzando a razón de 650.000 ha por año (LADA, 2011). Se analizó una superficie de tierras secas correspondiente al 55% de la superficie total del país, el 81.5 % presentó algún proceso de degradación (LADA; 2011). Las tierras secas en Argentina concentran el 100% de los caprinos y camélidos del país, el 80% de los ovinos y el 40% de los bovinos (LADA, 2011). Albergan el 50% de la producción agrícola y el 47% de la ganadera (LADA/FAO, 2011). El 40% de las tierras secas presenta problemas de desertificación (LADA/FAO 2011). Según Dascal (2012) 32,9% de las tierras desertificadas se encuentra en la Patagonia, 26,4% en el Comahue (Neuquén, Río Negro y La Pampa) y 24,6% en el Nuevo Cuyo. En la Patagonia se concentra la casi totalidad de las zonas con procesos de desertificación de un nivel extremo (94,2%) y el mayor porcentaje de las tierras con un fuerte nivel de degradación (40,3%).

3.4- Causas y consecuencias de la desertificación

Según los avances del Millennium Ecosystem Assessment y de acuerdo con Vogel & Smith (2002), la degradación de las tierras secas es una cuestión de pérdida de resiliencia del sistema. En estas tierras la población depende muy estrechamente de los servicios de los ecosistemas para cubrir sus necesidades básicas, viven en ellas casi el 40% de la población total del planeta (Reynolds et al., 2007). La gran mayoría de esa población vive en países en

desarrollo (90%), con condiciones deficitarias en cuanto a bienestar humano, renta per cápita y salud; con acelerados procesos de migración y pobreza (LADA/FAO, 2011; UN, 2011). A pesar de esta condición, en las tierras secas se encuentra el 44% de los ecosistemas cultivados del mundo, el 50 % del ganado mundial y son responsables del 30% de las cosechas que se consumen (LADA/FAO, 2011).

Muchos de sus recursos dependen de la disponibilidad de agua y de las condiciones climáticas, siendo lo normal que se produzcan fluctuaciones en los servicios proporcionados por los ecosistemas en estas zonas. Estos ecosistemas son extremadamente vulnerables, cuando son sometidos a un uso abusivo de sus recursos, pierden la capacidad de recuperarse de presiones anteriores y pueden entrar en una espiral de degradación que conduce a la desertificación (LADA/FAO 2011; Adel, 2005), perdiendo su capacidad a largo plazo de suministrar bienes y servicios a las poblaciones humanas.

En las regiones áridas, la desertificación se ha atribuido tanto a factores relacionados con las acciones humanas como a eventos climáticos. En la desertificación se halla todo un conjunto de procesos interrelacionados; físicos, biológicos, históricos, económicos, culturales y políticos, cuya manifestación plantea una diversidad niveles de resolución, tanto en escala espacial como temporal. A pesar de esto, la identificación clara de las causas de la desertificación puede ser severamente obstaculizada por la interacción de los eventos antropogénicos y naturales (Figura 4 y 5), pero también por la confusión de los cambios cíclicos de corto plazo en el medio ambiente con aquellos que representan la degradación a largo plazo.

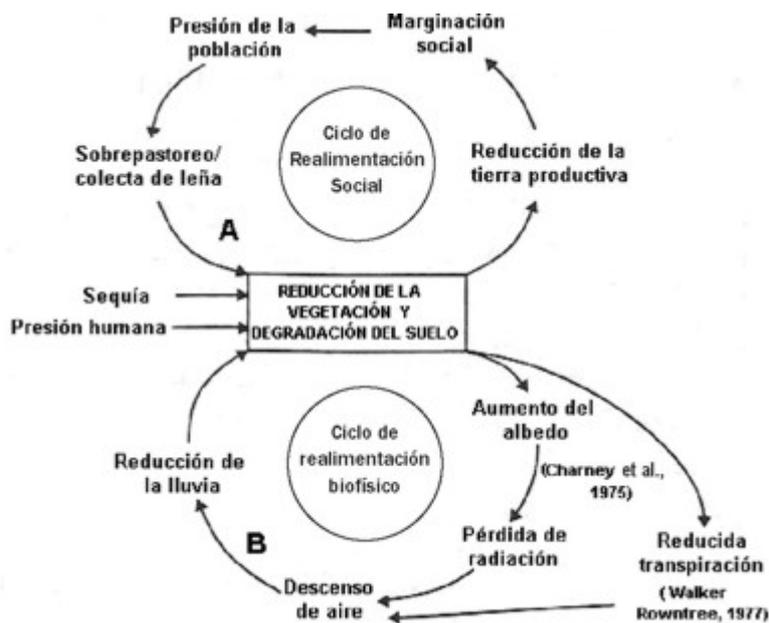


Figura 4: Ciclo de retroalimentación de la desertificación: A) la degradación o la sequía alimentan las reacciones humanas y las respuestas generan una degradación adicional, B) La degradación puede conducir a una de dos rutas hacia cambios en las atmósfera que reducen las lluvias (Thomas and Middleton, 1994)

Es importante tener en cuenta la discrepancia entre el crecimiento de la población y la disponibilidad limitada de recursos renovables, así como la sustitución de las formas tradicionales de gestión (el estilo de vida nómada) por el pastoreo de las formas modernas y la agricultura en los campos secos (Granados-Sánchez et. al., 2014). En los últimos años, la población humana en todo el Sahara se ha quintuplicado (Schulze et al., 2005). Hoy en día se pueden encontrar ejemplos de la agricultura poco adaptados en todas las áreas cercanas a los desiertos.



Figura 5: Esquema de los procesos de desertificación (Schultz, Beck and Müller-Hohenstein, 2005)

La ganadería extensiva es la actividad predominante de las tierras secas de Argentina, en ellas se concentra el 100% de los caprinos y camélidos del país, el 80% de los ovinos y el 40% de los bovinos (LADA, 2011). Realizan la actividad con bajo nivel tecnológico, predominando los productores pequeños y de subsistencia. Los pastizales naturales aportan la totalidad de la alimentación de los animales y son manejados de acuerdo a criterios subjetivos; siendo los niveles de producción y eficiencia de estos sistemas baja a muy baja. El sobrepastoreo continuo, la falta de manejo del comportamiento animal, hacen que se

produzcan procesos de desertificación en la mayoría de estos predios (LADA/FOA; 2011; Cericelli y Abraham, 2002). En las tierras secas de Argentina se ubica el 50% de la producción agrícola y el 47% de la ganadera (LADA/FAO, 2011). Presentan problemas de desertificación el 40% de las tierras secas (LADA/FAO 2011), a tal punto que en la Patagonia se concentra la casi totalidad de las zonas con procesos de desertificación de un nivel extremo (94,2%) y el mayor porcentaje de las tierras con un fuerte nivel de degradación (40,3%).

3.5- Complejas interrelaciones entre causas y efectos de la desertificación

Uno de los motivos por los que la desertificación se considera como un asunto medioambiental mundial de gran importancia es por la relación entre la degradación de las tierras secas y la producción de alimento. Satisfacer las demandas alimentarias de la población estimada para el año 2050 (sobre todo urbana y más rica) será difícil incluso bajo circunstancias favorables (CNULD, 2012). Las tierras secas, son el principal garante de la **seguridad alimentaria**, especialmente para los países más pobres (CNULD, 2014). La FAO proyecta que para reducir la población con desnutrición crónica de los países en desarrollo al 4% para el año 2050, la producción mundial de alimentos tendrá que aumentar en un 70% con respecto al nivel de 2005 (Bruinsma J., 2009).

Alrededor de 12.000 millones de hectáreas de tierras productivas se convierten en improductivas cada año debido a la desertificación y la sequía, lo que supone una pérdida de oportunidad de producir 20 millones de toneladas de grano (CNULD, 2014). Aproximadamente el 2% de la PPN (productividad primaria neta) terrestre mundial se pierde cada año debido a la degradación de las tierras áridas (Melillo et ál., 1993). El impacto de la reducción de la productividad de la tierra se manifiesta a través de la reducción de los ingresos, la desnutrición y la mala salud (Hassan et al., 2005; Spring y Brauch, 2009). Las demandas de alimento, biocombustibles, materias primas y forraje para el ganado están creciendo rápidamente debido al crecimiento de la población, la urbanización y los cambios en la dieta, la cual incluye más productos de origen animal. Una de las consecuencias de

estos cambios es la expansión de las tierras dedicadas a la ganadería, tanto directa como indirectamente a través de tierras cultivadas dedicadas a la producción de forraje (Rudel et al., 2009; Naylor et al., 2005); provocando la conversión del uso de la tierra y la degradación del suelo.

Hassan et al. (2005) expresan que la desertificación es resultado del manejo adoptado por los usuarios de las tierras secas, quienes no pueden responder adecuadamente a los factores indirectos como la presión de la población, la globalización y el cambio climático global, aumentando la presión sobre la tierra de forma no sostenible. Geist y Lambin (2004) dicen que es causada por un número relativamente grande de factores que varían de una región a otra, y que a menudo pueden actuar en conjunto. Analizaron 132 casos de desertificación en distintos lugares del mundo e identificaron cuatro categorías principales de agentes causales, donde sólo alrededor del 10% de los estudios de caso fueron conducidos por una sola causa, alrededor del 30% se atribuye a una combinación de dos causas, mientras que los casos restantes eran combinaciones de tres o cuatro factores. Según Stafford Smith y Pickup (1993) los agentes causales difieren en diferentes escalas espaciales y temporales.

La evaluación de muchos estudios de caso en una amplia gama de regiones y cultivos muestra los impactos negativos del cambio climático sobre los rendimientos de los principales cultivos para muchas regiones y en agregado global (confianza media). Aumentos de la temperatura mundial de 4 ° C o más por encima de los niveles de finales del siglo XX, combinados con la creciente demanda de alimentos, plantearían grandes riesgos para la **seguridad alimentaria** a nivel mundial y regional (alta confianza). El cambio climático aumentará progresivamente la variabilidad interanual de los rendimientos de las regiones (confianza media). Riesgo de pérdida de medios de vida rurales y de ingresos de los residentes rurales debido a un acceso insuficiente a agua potable y de riego, y la reducción de la productividad agrícola, así como la inseguridad alimentaria, en particular para los productores con un capital mínimo a nivel regional. La importación de alimentos puede

ayudar a los países a adaptarse al clima cambios de productividad internos inducidos por el cambio (IPCC, 2017).

Las reducciones en las producciones influyen en el aumento de la agricultura extensiva e intensiva, deforestación, pastoreo excesivo, cambio inadecuado en el uso de la tierra y presiones demográficas especialmente en tierras ambientalmente frágiles sujetas a uso excesivo (IPCC, 2017).

El efecto de la sequía, reduce la humedad del suelo y la evaporación, disminuyendo la cubierta de nubes, y aumentando el albedo de superficie a medida que se destruye la cubierta de la planta, generalmente aumenta las temperaturas del aire en el suelo y cerca de la superficie, reduciendo el balance de radiación superficial y exacerbando el déficit en el balance de radiación de la atmósfera superficial local, esto resulta en una menor precipitación. Los bajos contenidos de la materia orgánica del suelo afecta la estabilidad estructural, la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de ciertos nutrientes en el suelo, haciendo al terreno vulnerable ante procesos de erosión eólica e hídrica (Sivakumar y Stefanski 2007; Sivakumar, 2006).

El cambio climático podría exacerbar la desertificación a través de la alteración de los patrones espaciales y temporales de temperatura, lluvia, aislamiento solar y vientos. Varios modelos climáticos sugieren que el futuro calentamiento global puede reducir la humedad del suelo sobre grandes áreas de pastizales semiáridos en América del Norte y Asia (Manabe y Wetherald, 1986). Es probable que este cambio climático exacerbe la degradación de las tierras semiáridas que será causada por la rápida expansión de las poblaciones humanas durante la próxima década.

Todos los informes y evidencias que maneja el IPCC apuntan hacia una situación en la que las lluvias de las zonas secas disminuirán y, por el contrario, aumentaran en las zonas húmedas. El calentamiento continuará más allá de 2100 en todos los escenarios; el contraste en la precipitación entre las regiones húmedas y secas y entre las estaciones húmeda y seca aumentará, aunque puede haber excepciones regionales. A escala global y regional las proyecciones de disminución de la humedad del suelo y el aumento de la sequía

agrícola son probables en las regiones actualmente secas. Es muy probable que las olas de calor se produzcan con una mayor frecuencia y duración. Los escenarios proyectados de cambio climático pueden agravar la degradación de los ecosistemas y la desertificación de las tierras secas, al alterar las pautas de lluvias y temperaturas (IPCC, 2017). El cambio climático hará que los objetivos de desarrollo sostenible como la alimentación y los medios de vida, la seguridad, la reducción de la pobreza, la salud y el acceso a agua limpia son más difíciles de alcanzar en muchos lugares, sistemas y poblaciones afectadas (IPCC, 2017).

A la vez, la desertificación puede contribuir al calentamiento mundial al incrementar las emisiones de CO₂ por desaparición de la vegetación y afectar la absorción o el reflejo de la energía solar por el suelo (López Bemúdez, 2006; WMO, 2005).

Entender el proceso de desertificación requiere un acercamiento holístico, es decir, integrar los factores causales y las características espacio-temporales de los mecanismos de las variaciones climáticas, de las sequías, de la erosión del suelo, del deterioro de las características físicas, químicas, biológicas y económicas del suelo, de la degradación y pérdida de biodiversidad y de los impactos de las actividades humanas (Figura 4).

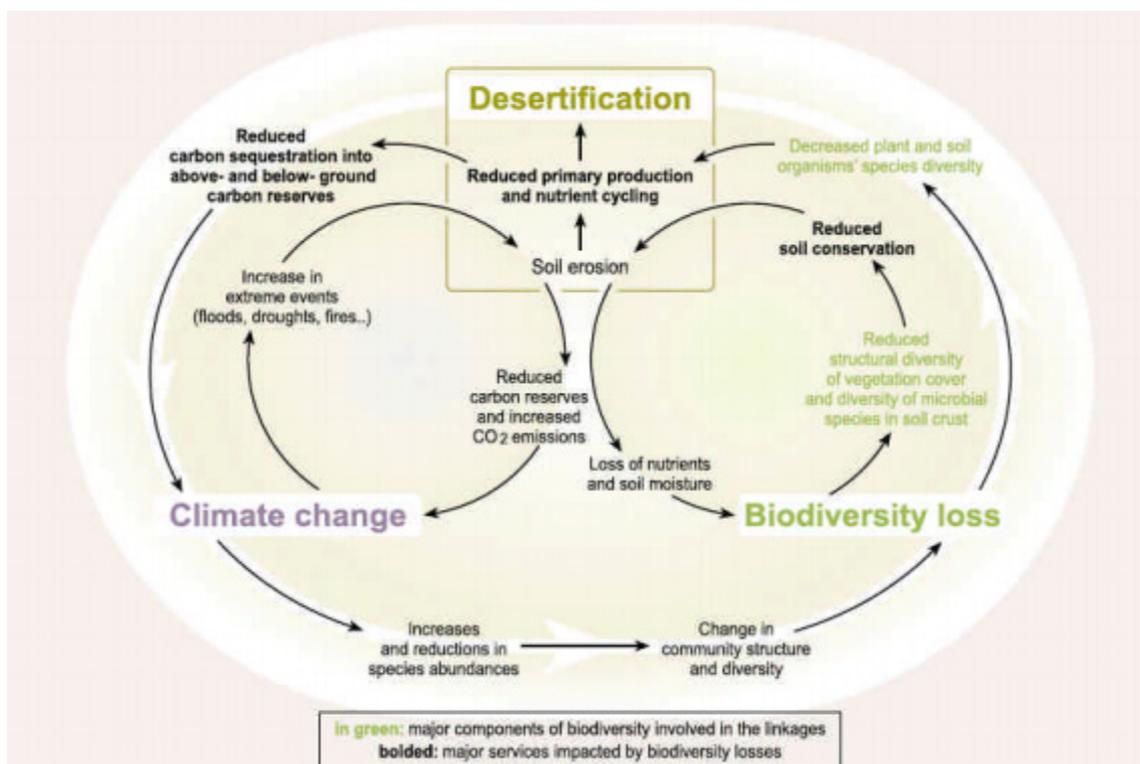


Figura 4: Interacción y retroalimentación entre desertificación, cambio climático global y pérdida de biodiversidad (Adeel et al., 2005)

Algunos modelos predicen que los impactos del cambio climático se distribuyen de forma desigual geográficamente. Se espera en los países del hemisferio sur que sufran la mayor parte de los daños en la forma de disminución de los rendimientos y una mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos (UN, 2011).

Es necesaria una cooperación creciente entre la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CNUCC) y la Convención de Lucha contra el Desertificación (CCD). Sin embargo, esto está limitado actualmente por la falta de conocimientos científicos sobre los vínculos entre los dos fenómenos (Grainger et. al., 2000).

El cambio climático ya está causando disminuciones significativas en el rendimiento de los cultivos en algunos sistemas agrícolas africanos de secano. Es probable que el cambio climático provocará una disminución de la productividad de los pastizales entre un 49-90% en las áreas semiáridas y áridas regiones. También pronostican que los altos niveles de desertificación y la salinización del suelo, el aumento estrés hídrico, se producirán particularmente en partes de Asia, África subsahariana y América Latina. (UN, 2011).

En Argentina, los valores más altos calculados del factor C (climático) en la predicción de erosión eólica, se observan en la región occidental del país coincidiendo con el clima árido, en especial en la Patagonia y el NOA, siendo mayor el riesgo en las provincias de Chubut y Santa Cruz, producto de los fuertes vientos. En general, el factor C se incrementa de este a oeste debido a la disminución de las precipitaciones y aumenta de N a S debido al incremento de la velocidad del viento. La superficie con riesgo de erosión potencial grave a muy grave ($>100 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) es del 32% para el período de referencia y no se prevén grandes cambios para 2030 (31%) y 2050 (33%). Esta superficie corresponde principalmente a la región del NOA, NO de San Luis, NE de Mendoza y la Patagonia, salvo Tierra del Fuego. Esto implicaría que, a pesar del incremento de las precipitaciones proyectadas por el modelo, las áreas consideradas actualmente como vulnerables probablemente continuarán siéndolo en 2050.

Buschiazzo et. al. (2014) recomiendan en ambientes semiáridos prestar atención respecto a la alternancia en los cambios de uso de la tierra, en función de períodos de intensificación agrícola en condiciones de altas precipitaciones, a períodos de abandono del suelo que se manifiestan en condiciones de sequías. Estos cambios pueden incrementar sensiblemente la erosión eólica. Las regiones semiáridas están entre las de mayor probabilidad de experimentar un incremento en el estrés del clima (IPCC, 1990).

Ambos procesos (cambio climático y desertificación) son fenómenos globales que están fuertemente interrelacionados, lentos, complejos y las amenazas casi siempre difusas. López Bemúdez (2006) y Sivakumar (2006) describen las interacciones entre el clima y la desertificación: las sequías prolongadas en ciertas tierras áridas han iniciado o exacerbado la desertificación.

Ambos son problemas de alcance mundial, ecológicos, económicos y sociales de tremenda importancia para la seguridad alimenticia de la creciente población mundial (Kjellen, 2001; Adeel et al., 2005; Reid et al., 2005).

Se espera que la misma crezca un 33% para el año 2050 con el consecuente aumento en la demanda de alimentos, principal fuerza que guiará el cambio en el uso del suelo, aumentando la presión sobre los recursos naturales, sobre todo en los países en desarrollo, derivado de la elevada tasa de natalidad que presentan (Le Houérou, 1996; Geist y Lambin, 2004).

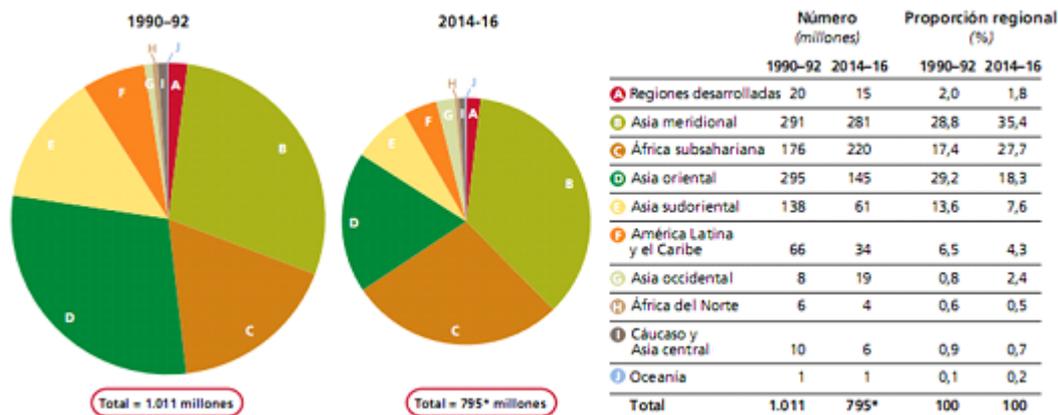
Según estimaciones actuales existen aproximadamente mil millones de personas en el mundo que carecen de seguridad alimentaria. Los índices más altos de inseguridad alimentaria se encuentran en el África subsahariana, donde hasta el 60% de las personas no puede consumir suficientes calorías para una vida activa (FAO, 2011).

La degradación del terreno tiene implicaciones sobre la seguridad alimentaria a escala global, ya que se considera que únicamente un 11% de la superficie terrestre tiene el potencial para alimentar a la población mundial (Reich et al., 2001), la cual se estima en 7,2 billones de personas en 2013 y que se prevé ascienda a 9,6 billones para 2050 (UN DESA, 2013).

La desertificación es en la actualidad uno de los mayores desafíos medioambientales y un serio obstáculo a la hora de satisfacer las necesidades básicas de las sociedades en las tierras secas, agravando las condiciones de pobreza y amenazando el sustento de los que más dependen de los recursos naturales (LADA, 2011). A nivel mundial, más de 12 millones de hectáreas de tierras cultivables se pierden por desertificación cada año y la tasa es probable que aumente como resultado de cambio climático (UN, 2011).

Bruinsma (2009) expresa que el crecimiento de la población y del hecho de que una proporción cada vez mayor de la población requiere altos niveles de consumo de alimentos, la producción agrícola tendría que aumentar el 70 % para el 2050, sin considerar la producción de biocombustibles o los impactos del cambio climático, ni la producción adicional necesaria para eliminar la desnutrición remanente en 2050. El 90 % del crecimiento de la producción agrícola sería el resultado de mayores rendimientos, el resto procedente de la expansión de las tierras cultivables. Las mismas se expandirían en unos 70 millones de ha en los países en desarrollo mayormente en África subsahariana y América Latina) y cerca de 50 millones de ha en países desarrollados. Esta situación es agravada por demandas competidoras originadas por la urbanización, los usos industriales y los usos en la producción de biocombustibles; y otras que cambiarían su disponibilidad, como el cambio climático y la necesidad de preservar los recursos generaciones futuras.

Según FAO (2015) aproximadamente 795 millones de personas de todo el mundo siguen estando subalimentadas (en 2014-16), lo que supone 167 millones menos que en la década pasada y 216 millones menos que en 1990-92 (Figura 5).



Notas: El tamaño de los gráficos circulares es proporcional al número total de personas subalimentadas en cada periodo. Los datos relativos al periodo 2014-2016 son estimaciones provisionales. Todas las cifras se han redondeado.
 *Incluye datos de Sudán que no están incluidos en la cifra de África Subsahariana, tras la partición del país cuando Sudán del Sur se convirtió en estado independiente en 2011. Fuente FAO

Figura 5: Evolución de la distribución del hambre en el mundo: número y proporción de personas subalimentadas por región, 1990-92 y 2014-16.

Si bien es cierto que el proceso de desertificación, es potenciado por la presión de factores indirectos, tales como el cambio climático o prácticas de manejo del suelo, la producción de alimentos no es el único factor que afecta la seguridad alimentaria de la población. Gregory et al. (2005) lo analiza como un sistema en donde se incorporan los numerosos procesos sociales, económicos, políticos, tecnológicos que se involucran en las relaciones humanas después de la cosecha de productos alimenticios y en la cadena y las interacciones que se establecen hasta el consumo o no consumo de estos.

En la Figura 6 se esquematiza los cambios socioecológicos que actualmente ocurren a escala global y deben considerarse en el análisis de los sistemas de la seguridad alimentaria, pues todos ellos influyen en los procesos de producción, distribución, contexto alimentario y estabilidad futura en el mantenimiento del sistema (Figura 6).



Figura 6. Algunas de las expresiones de los cambios socioecológicos que actualmente ocurren a escala global.

Godfray et al. (2010) reportan que en la actualidad existen suficientes alimentos para garantizar el abasto y consumo balanceado de nutrientes para todos los seres humanos; sin embargo, los grandes problemas de inequidad en la distribución de alimentos impiden que casi la mitad de la humanidad se alimente adecuadamente. Los países y las grandes corporaciones internacionales que producen masivamente alimentos son quienes principalmente lucran con la alimentación de la humanidad. La pobreza, el desempleo, la tenencia de la tierra, los precios en el mercado, son factores que también influyen en la inestabilidad de los sistemas de seguridad alimentaria.

Estos factores intervinientes permiten afirmar que la seguridad alimentaria es un sistema complejo y como tal debe analizarse y atenderse. Hoy en día no solamente existen suficientes alimentos para abastecer a la humanidad sino que además se desperdician entre 30 y 40% de los alimentos que se producen en el mundo. Y esto es especialmente dramático en los países desarrollados, en los que diariamente se tira a la basura una elevada cantidad de alimentos. Antes que plantearse exorbitantes metas de productividad – la FAO estima que para 2050 deberán duplicarse los niveles actuales de la producción mundial de alimentos con respecto al presente–, es urgente resolver los problemas sociales,

económicos y políticos que hoy impiden que los alimentos se distribuyan adecuada y equitativamente entre la población mundial o que se desperdicien absurdamente.

3.6- Estudio de caso: Desertificación y seguridad alimentaria en Patagonia (Chubut y Santa Cruz)

La región patagónica es una extensa región de 786.983 km², distribuidos según las provincias en 224.686 km² (Chubut), 94.078 km² (Neuquén), 203.013 km² (Río Negro), 243.943 km² (Santa Cruz) y 21.263 km² (Tierra del Fuego), de los cuales aproximadamente un 10% lo constituye el bosque andino- patagónico (Gati et. al., 2009) y el 4% los humedales (mallines). La estepa patagónica, fitogeográficamente denominada Provincia Patagónica, ocupa la mayor parte de la Patagonia extraandina. El clima se caracteriza por ser semiárido a árido y frío, con fuertes vientos que provienen del oeste (LADA/FAO, 2011). La escasa precipitación y la distribución invernal de ésta determinan un fuerte déficit hídrico estival (Paruelo et al., 2000). Más del 55% de la Patagonia es árida e hiperárida y sólo un 9%, subhúmeda (Paruelo et al., 1998).

Las principales actividades económicas en la Patagonia continental son la ganadería ovina y la explotación petrolera. La actividad petrolera promueve no sólo la desaparición de la cubierta vegetal, sino que también genera cambios en el suelo, tales como la compactación y la erosión, actividad más concentrada en el espacio pero su impacto es de mayor intensidad. El pastoreo en la Patagonia ha sido generalizado, a tal punto que, en la actualidad, no se conocen áreas remanentes no pastoreadas (Paruelo y Aguiar, 2003).

La ganadería ovina extensiva con alta carga animal durante todo el año, ha degradado las frágiles estepas así como las praderas húmedas, disminuyendo la presencia y cobertura de las especies más palatables y causando distintos grados de erosión edáfica (LADA/FAO, 2011).

El ciclo de producción lanar comenzó en Argentina en la región pampeana alrededor de 1840, desarrollándose ampliamente y significando la principal exportación por años. El

predominio en las exportaciones argentinas de la lana perdió fuerza hacia 1880/85, básicamente por dos razones: la aparición del frigorífico y el despegue de la agricultura, sufriendo un violento desplazamiento hacia tierras más baratas, como zonas marginales y la región patagónica (Andrade et. al., 2010).

Desde el momento de la colonización lanar, la cantidad de ovejas ha mostrado dos fases: una creciente, hasta mediados del siglo XX, seguida por una fase decreciente (Golluscio et al., 1998). Desde ese momento, el número de ovejas descendió pasando de tener 22 millones de cabezas en los años 50' a una majada de 11 millones en los 90' (Soriano y Movia, 1986). Dicha reducción en la densidad de ovejas está generalmente asociada a bajos índices de nacimientos de corderos y/o altas tasas de mortalidad (Golluscio et al., 1998). En Santa Cruz se encontró que la relación entre la disponibilidad de forraje y el porcentaje de señalada era lineal en ambientes de baja disponibilidad (Cibils, 1993).

Las poblaciones ovinas superaron en más del 50% a la capacidad de los campos, provocando cambios en el ambiente que no se percibieron en su total magnitud hasta que en muchos casos se produjo el colapso del sistema.

Milchunas et. al. (1988) describió la evolución de los pastizales en Patagonia que sufrieron baja presión de herbivoría, por lo cual la tendencia negativa de la cobertura vegetal en estos ambientes en función del tiempo e intensidad de pastoreo, ratifican ese desequilibrio, potenciado posiblemente por la ocurrencia de años secos (Gatti et. al., 2009). Cingolani et. al. (2008) esperarían que el riesgo más alto de erosión del suelo ocurra en los sitios poco productivos que evolucionaron con bajas presiones de herbívoros. En estos ambientes la diversidad vegetal disminuye con la carga, provocado por la falta de adaptación de las especies (Milchunas et. al., 1988). La productividad final de un pastizal natural, la estructura y la posibilidad de regeneración también dependen de la precipitación y de las pérdidas de agua del sistema (Brown et. al., 2005). La variabilidad temporal ocasionada por el clima (Pickup y Stafford Smith, 1993) es afectada por las lluvias primaverales y la rigurosidad del invierno (Borrelli y Barahona, 1998). En sitios poco productivos, el pastoreo promueve el reemplazo de especies palatables por especies menos palatables (Friedel et al. 2003), esto

genera una relación entre carga y producción por animal con una pendiente negativa y creciente a medida que aumenta la carga (Kemp y Michalk, 2007). Los mecanismos de resiliencia de las plantas en los sistemas que evolucionaron con baja presión de herbívoros, evidencian que el reemplazo de especies adaptadas a resistir es irreversible o muy lento ante disminución de las cargas (Cingolani et al., 2005).

La compatibilidad entre la ganadería y la conservación es muy baja porque las cargas que optimizan el ingreso neto por unidad de superficie provocan una pérdida importante de la diversidad vegetal. Además, este valor de carga óptima económica suele estar muy cerca del umbral a partir del cual pueden desencadenarse transiciones irreversibles. Durante años secos, este umbral puede ser aún más bajo, y si no hay flexibilidad en el manejo, es muy probable que las cargas superen el umbral. Una vez que esto sucede, el sitio cambia irreversiblemente, y aunque la carga ganadera se reduzca, ni la diversidad ni la capacidad forrajera del sitio se recuperan (Cingolani et. al., 2008). Hein (2006) concluyó que la fuerte presión de pastoreo aumenta la degradación de los pastizales naturales en los años secos.

En estos ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, la distribución de la vegetación se presenta en forma discontinua siguiendo un patrón de dos fases compuesto por parches vegetados e interparches de suelo desnudo (Noy Meir, 1973). Ambas fases están relacionadas funcionalmente donde los interparches actúan como fuente de agua, sedimentos y nutrientes hacia los parches vegetados (Aguilar y Sala, 1999). Por lo tanto, para mantener las funciones de estos ecosistemas es muy importante la conservación de atributos de los parches vegetados tales como número, tamaño y distribución espacial (Ludwig y Tongway, 1995).

Gaitán J. et al., (2009) evaluaron que al aumentar la presión de pastoreo se reduce: la cobertura basal de la vegetación, el tamaño de los parches vegetados resultando en un incremento en la distancia entre ellos y la cobertura de gramíneas palatables. Estos cambios pueden ir en detrimento de la capacidad de los parches vegetados para actuar como sumideros de recursos, de manera que el sistema tendría más pérdidas. El sobrepastoreo

produce indirectamente una disminución del reservorio de carbono orgánico (CO) al aumentar la superficie de suelo desnudo y el tamaño de los interparches.

Celdran et. al. (2013) reportaron que la presencia continua de los animales en pastoreo, parece ir en detrimento de la fertilidad física y química de los primeros centímetros del suelo. La escasez de materia orgánica propia de estos ambientes se vería magnificada por la pérdida de material fino y la consiguiente concentración de las fracciones gruesas del suelo, por efecto de la erosión eólica. Esto reduciría la productividad primaria de los pastizales de la Patagonia extrandina, lo que pondría en riesgo la continuidad de la producción ovina extensiva, que utiliza como única fuente de forraje al pastizal natural.

Miehe et. al. (2010) subrayan claramente la importancia de largos períodos de observación para estudios de campo en tierras secas, idealmente un mínimo de 15 años.

Según estimaciones realizadas por el Proyecto PRODESAR (INTA GTZ), el 90% de la superficie de la Patagonia presenta algún síntoma de desertificación, y más de la mitad exhibe un nivel de degradación que puede considerarse grave a muy grave. Los síntomas más importantes de la desertificación son: la desaparición de especies susceptibles, la disminución de la producción de forraje, el aumento de los arbustos, la erosión del suelo que puede llegar a formar médanos y cárcavas, la pérdida de materia orgánica del suelo y la alteración de la hidrología de cuencas. Las consecuencias de la desertificación son diversas: por un lado los campos producen cada vez menos pasto, reduciendo el nivel nutricional de los animales domésticos y silvestres que viven en él. Los porcentajes de señalada caen notablemente, aumentan los de mortandad, y finalmente se reduce la majada, al no poder reponerse a sí misma. La receptividad del campo puede reducirse a menos de la mitad. La consecuencia inmediata es económica: la ganadería pierde rentabilidad, y en muchos casos se vuelve impracticable. Esto tiene repercusión social: el empobrecimiento económico expulsa población rural hacia las ciudades, provocando abandono de territorios y graves problemas de marginalidad y desempleo en los centros urbanos de toda la Patagonia (Borrelli, 2002).

En el distrito Occidental en la provincia de Chubut, alrededor del 80% de las explotaciones tienen un tamaño menor a la unidad económica. Mantener a estas familias en sus explotaciones, asegurarles una vida digna y lograr un manejo racional de los recursos es un enorme desafío. La lógica del mercado determina que el único camino es el abandono de esos territorios y la concentración de la propiedad. Esto trae aparejados serios perjuicios sociales, tales como la migración de la población rural a los centros urbanos y la consecuente desaparición de las comunidades rurales, el aumento de la marginalidad, la pérdida de los valores culturales, etc. (Paruello et al., 2005).

La población rural va disminuyendo regionalmente en términos absolutos habiendo disminuido el 11% entre los censos (1991-2001). Santa Cruz es la provincia de mayor retroceso relativo en su población rural tanto en la agrupada como en la dispersa lo cual puede relacionarse con las fuertes caídas de la actividad ovina (Coronato F., 2015).

Con respecto a la Meseta Central de Santa Cruz (MCS) de 14.330.000 ha, ocupada por 609 establecimientos ganaderos, de los cuales 400 establecimientos fueron abandonados, en la década de 1990. El sector ganadero se caracteriza por el predominio de pequeños y medianos productores de lana, que en su mayoría realizan un manejo "año redondo" de los campos, en parcelas cuya extensión media presenta un valor cercano a las 15.000 ha., superficie que considerando las características ambientales de la MCS, genera inestabilidad e inseguridad en lo que respecta a la rentabilidad de los establecimientos. Sin embargo, cabe destacar que no son productores empobrecidos, sino que en su mayoría han sufrido un proceso de descapitalización y muchos de ellos reciben ingresos de otras fuentes, al vivir, en la mayoría de los casos, alternativamente en el campo y la ciudad (Andrade, et al., 2010). La mayoría de los establecimientos en producción se caracterizan por la presencia de un empleado de carácter permanente; y personal temporario en determinadas épocas del año, solamente para la realización de tareas específicas. La escasa rentabilidad de la actividad y, en otros casos, las problemáticas y los costos asociados al mantenimiento de un establecimiento sin producción lleva a un porcentaje importante de antiguos propietarios a vender o pretender vender sus establecimientos. La actualidad del sector favorece a los

compradores de tierras, quienes en determinadas ocasiones pagan precios sumamente bajos por grandes extensiones de suelo en la MCS. La tendencia más fuerte en la MCS, a partir de los años noventa, es la que posiciona a la actividad minera como una actividad que avanza de forma progresiva sobre el área. Si bien en superficie ocupada, la totalidad de yacimientos en la fase de explotación, a simple vista no es demasiado significativa, la caracterización del sector revela las verdaderas dimensiones y el impacto de la actividad en el área, generadora de importantes transformaciones sociales, culturales, económicas y territoriales (Vazquez y Novara, 2012). Hoy la visualización del territorio santacruceño se asocia con la ganadería ovina extensiva en el sur y con el petróleo, gas y minería en el centro y norte (Andrade 2012).

Las conclusiones más relevantes, según Andrade L. (2012) le permite afirmar que, en el momento no se ha despoblado toda la Meseta Central sino el centro de la misma (área hoy recolonizada por la minería transnacional), y que la estructura parcelaria actual conjugada con el impacto de la desertificación no permitirá el desarrollo de la actividad ganadera de modo sostenible. La receptividad actual de los campos es muy baja (menor a 0,1 EOP /ha) y el grado de desertificación alcanza niveles graves a muy graves (Vázquez y Mazzoni, 2004). Esta reducción de la producción potencial de los bienes y servicios ecosistémicos se conoce como desertificación, y sus efectos son similares a los inducidos por el calentamiento global y las condiciones de aridez producto del cambio climático (Gaitán et al., 2015). Este deterioro ambiental afecta directamente la hidrología, manifestándose en la pérdida de aguadas naturales y vertientes, así como la profundización de las napas con pérdida de pozos por efecto de la baja recarga de los acuíferos (Oliva et al., 2017).

Andrade et al., (2010) evaluaron el fuerte impacto de la desertificación, en la actividad económica de la región, ya que afectó la producción de forraje sobre el que se basa la ganadería extensiva, disminuyendo el stock ovino. Se cree que en los últimos 30 años el ingreso bruto no percibido en las provincias de Chubut y Santa Cruz debido a la desertificación fue de 260 millones de dólares y se calcula que representa la pérdida de una zafra de lana completa cada 7 años.

La vulnerabilidad ambiental y social de este espacio es considerablemente alta, la calidad de vida viene decayendo en las últimas seis décadas, en tanto, la situación demográfica se muestra frágil y poco sustentable. Indudablemente, ecosistemas como los mencionados resultan sumamente frágiles cuando sufren la intervención humana y, máxime, cuando ésta no toma en cuenta las propiedades intrínsecas de constitución y funcionamiento de los mismos (Cuadra, 1014).

La seguridad alimentaria de la población se manifiesta en el abandono de tierras o en la migración de los pobladores, pero la causal no es solamente la pérdida de productividad de los suelos, que sufren el proceso de desertificación, sino una multiplicidad de procesos de índole social, económicos, políticos y tecnológicos que se interrelacionan y dan el marco holístico de análisis.

4. CONCLUSIONES

Las tierras secas son sistemas frágiles y complejos que proveen de múltiples servicios ecosistémicos, que debemos valorar y cuidar con políticas sustentables de producción. La desertificación, el cambio climático y el factor humano son fuerzas que actúan sobre estas tierras de forma lenta y persistente, en una red compleja de factores interrelacionados, extremadamente difícil de valorar, donde la información disponible es muy diversa y atomizada, producto de la multifactorialidad del proceso y del origen de las fuentes, la escala temporal y espacial de los mismos.

Garantizar la alimentación adecuada de los seres humanos no es solo un problema de producción de alimentos, es ante todo un problema político, social y cultural asociado a la distribución, acceso y uso en condiciones desiguales e inestabilidad de estos factores.

No existen estudios serios que relacionen la desertificación con la seguridad alimentaria de la población mundial en el futuro, aunque si se evidencia un alerta y necesidades urgentes de abordar todo sistema productivo de una forma sustentable, debido a que la producción de alimentos y su demanda están inmersos en una red muy compleja de multifactores de grandes dimensiones, casi imposibles de dimensionar a futuro.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Abraham E.M., E. Montaña y L. Torres 2006. Desertificación e Indicadores: posibilidades de medición integrada de fenómenos complejos. Scripta Nova. Vol. X, num. 214. ISSB: 1138-9788. pp. 46..
- Abraham E.M. 2008. Tierras secas, desertificación y recursos hídricos. Ecosistemas. Vol. 17, n. 1. ISSN 1697-2473, pp. 1-4.
- Abraham E.M., C. Rubio, M. Salomon y D. Soria. 2014. Desertificación: problema ambiental complejo de las tierras secas. Ventana 4, En: TORRES, M. L., ABRAHAM, E.M. y G. PASTOR (Coords.) Ventanas sobre el territorio. Herramientas teóricas para comprender las tierras secas. EDIUNC, Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. Colección Territorios N° 1, ISBN 978-950-39-029. pp. 187- 264.
- Adeel Z., U. Safriel, D. Niemeijer & R. White. 2005. Ecosystems and human well-being: Desertification synthesis. Millenium Ecosystems Assessment. World Resources Institute, Washington, DC., 26 pp.
- Aguilar M.R. y O. E. Sala. 1999. Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems. Trends in Ecology and Evolution 14: 273-277. En: Gaitán J.J., López C. R. y Bran D. B. 2009. Efectos del pastoreo sobre el suelo y la vegetación en la Estepa patagónica. INTA, EEA Bariloche, Área de Investigación de Recursos Naturales. S.C. de Bariloche. Río Negro. Argentina.
- Andrade L., Bedacarratx V. y R. Alvarez. 2010. Producción ovina extensiva en la Patagonia Austral: el caso de la zona centro de Santa Cruz. Mundo agrario vol.11, n.21. Disponible en: [//www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1515-59942010000200010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1515-59942010000200010&lng=es&nrm=iso). ISSN 1515-5994. Último acceso. 22 de abril de 2018.
- Andrade, L., V. Bedacarratx, R. Alvarez, y G. Oliva. 2010. Otoño en la Estepa. Ambiente, ganadería y vínculos en Patagonia Austral. Editorial La Colmena, Buenos Aires. 106 pp.

- Andrade L. 2012. Producción y ambiente en la Meseta Central de Santa Cruz, Patagonia austral en Argentina: desencadenantes e impacto de la desertificación. En Ambiente y Desarrollo XVI . Vol.30: 73-92.
- Borrelli P. y M. Barahona. 1998. Intensificación de la Ganadería en la Patagonia Austral. Manual de Negocios. Grupo Interdisciplinario para la intensificación de la Ganadería. EEA Santa Cruz. I Congreso Nacional de Profesionales de Cambio Rural. 86 pp.
- Borrelli, P. 2002. La ley ovina y la desertificación Patagónica. Disponible en: www.unccd.int/publicinfo/june17/2002/.../argentina/doc2.pdf. Último acceso. 22 de abril de 2018.
- Borrelli P. y G. Oliva. 2001. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral. INTA. Río Gallegos. EEA Santa Cruz. 269 pp.
- Brown, A.E.; L. Zhang; T.A. McMahon; A.W. Western & R.A. Vertessy. 2005. A review of paired catchment studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation. In Journal of Hydrology, 310:28-61.
- Bruinsma J. 2009. The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? In How to Feed the World in 2050: Expert Meeting on How to Feed the World in 2050, 24–26 June 2009, FAO, Roma. 33 pp.
- Buschiazzo D.; J. Panebianco y J. Colazo. 2014. Cambio climático y erosión eólica en suelos de la Argentina. Capítulo 29. En: Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: avances en la Argentina. Medina P., Zubillaga M., Taboada M. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina, 2014. E-Book: ISBN 978-987-1873-24-1.
- Casas A y A Moreno Calles. 2014. Seguridad alimentaria y cambio climático en América Latina. LEISA. Revista de Agroecología. Vol. 30. N° 4. Consultado en: <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-30-numero-4/1071-seguridad-alimentaria-y-cambio-climatico-en-america-latina>, último acceso 2 de octubre de 2018.

- Celdrán D., G. Buno. y J. Cisneros. 2013. Efecto del pastoreo ovino sobre un suelo de la Patagonia extraandina. Actas del XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16-20 abril 2012, publicado el 4/02/2013 en <https://www.engormix.com/ovinos/articulos/efecto-pastoreo-ovino-sobre-t31205.htm>. Último acceso 22 de abril de 2018.
- Cibils A.1993. Manejo de pastizales. En Cambio Rural-INTA EEA Santa Cruz (Eds.) "Catálogo de Prácticas. Tecnología disponible". INTA. Río Gallegos, Santa Cruz. 339 pp.
- Cingolani A., I. Noy-Meir y S. Díaz. 2005. Grazing effects on rangeland diversity: a synthesis of contemporary models. Ecol. Appl. Vol. 15 N° 2. pp 757-773. Publisher by: Wiley on behalf of the Ecological Society of America. VRL: <http://www.jstor.org/stable/4543390>. Último acceso. 22 de abril de 2018.
- Cingolani A., I. Noy-Meir; D. Renison y M. Cabio. 2008. La ganadería extensiva, ¿es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos?. Ecología austral. Vol. 18 N° 3 Córdoba. Set/Dic.. 2008. pp. 253-271.
- Cirelli, A.F. y E.M. Abraham. 2002. De la escasez a la desertificación. Serie "El agua en Iberoamérica". Editorial: CYTED. Buenos Aires;. ISSN: 987-43-5080-6. p. 168
- CNULD. 1994. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África, Asamblea General. Disponible en: https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-08/UNCCD_Convention_text_SPA.pdf. 60 pp. Último acceso: diciembre 2016.
- CNULD. 2012. Desertificación, Publicaciones de CNULD. Disponible en: www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Desertification-SP.pdf. Último acceso: diciembre 2016.
- CNULD 2014. La desertificación. Esa invisible línea de frente. Disponible en: http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Final_Security_SPA%2018_march_14%20low%20res.pdf. Último acceso: marzo 2017.

- Coronato, F.R. 2015. Ovejas, territorio y políticas públicas en la Patagonia. Estudios del ISHiR, 13, 2015, pp. 6-19. ISSN 2250-4397 Investigaciones Socio Históricas Regionales, Unidad Ejecutora en Red – CONICET <http://revista.ishir-conicet.gov.ar/ojs/index.php/revistaISHIR>. Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/44765/CONICET_Digital_Nro.aa5f1fb4-7128-45b8-b15f-c4b41d5d2a39_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Último acceso. 22 de abril de 2018.
- Cuadra E.D. 2014. La dinámica socioambiental en el espacio santacruceño. Peculiaridades de la relación entre la población y el medio natural desde una perspectiva geográfica. Revista Geográfica Digital. IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 11. Nº 22. Julio – Diciembre. 2014. ISSN 1668-5180 Resistencia, Chaco. 21 pp.
- Dascal, G. 2012. La vulnerabilidad de las tierras desertificadas frente a escenarios de cambio climático en América Latina y el Caribe. Documento proyecto. Naciones Unidas y CEPAL, Santiago de Chile. 100 pp.
- Del Valle, H.F., N.O Elissalde., D.A Gagliardini,. & J. Milovich. 1998. Status of desertification in the Patagonian region: Assessment and mapping from satellite imagery. *Journal Arid Soil Research and Rehabilitation*, Vol.12, 1998. Issue 2. Disponible desde 9/07/2009 en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/15324989809381502?needAccess=true>. Último acceso 22 de abril de 2018.
- Dregne, H.E. 1976. *Soils of Arid Regions*. Elsevier, Amsterdam, Países Bajos. 236 pp.
- Dregne, H. E. & Chou, Nan-Ting. 1992. Global Desertification Dimensions and Costs. In *Degradation and restoration of arid lands*. Lubbock: Texas Tech. University. pp. 249-282.

- FAO, 1996. Rome Declaration and World Food Summit Plan of Action, FAO, Rome. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/w3613e/w3613e00.htm>. Último acceso: diciembre 2016.
- FAO. 2002. Food and Agriculture Organization of the United Nations; Land degradation assessment in drylands – LADA project. World Soil Resources Reports N° 97. Roma. En: Secuestro de Carbono en tierras áridas. Informes sobre recursos mundiales de suelos n° 102. ISBN 978-92-5-305230-1. 83 pp.
- FAO. 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Las tierras áridas del mundo. En: Secuestro de Carbono en tierras áridas. Informes sobre recursos mundiales de suelos n° 102. ISBN 978-92-5-305230-1. pp. 137.
- FAO, 2011. The State of Food Insecurity in the World 2010. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Rome, Italy. 65 pp.
- FAO, 2015. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. pp.66.
- Friedel M.H.; A.D. Sparrow; J.E. Kinloch y D.J. Tongway. 2003. Degradation, recovery processes in arid grazing lands of central Australia 2: vegetation. Journal of Arid Environments. Vol. 55. Issue 2. pp. 327-348.
- Gaitán, J.J.; C.R. López; y D.E. Bran. 2009. Grazing effects on soil and vegetation in the Patagonian Steppe. Cienc. suelo [online]. 2009, Vol.27, N°.2, pp. 261-270.
- Gatti I., R. Hilson y L. Stryjek. 2009. Desertificación y ovinos en la Patagonia: estado de la cuestión. Disponible en: http://www.estudiospatagonicos.com.ar/informes/desertificacion_ovejas.htm. Último acceso: 17 de julio 2017.

- Gaitán, J.J.: D.E. Donaldo Bran, y C. Azcona. 2015. Tendencia del NDVI en el período 2000-2014 como indicador de la degradación de tierras en Argentina: ventajas y limitaciones. *Agriscientia* Vol. 32: 83-93.
- Geist, H.J. y E.F. Lambin. 2004. Dynamic Causal Patterns of Desertification. *Bioscience, Oxford Journals*. Vol. 54 . N° 9. pp. 817-823.
- Glenn, Evelyn Nakano. 1992. From Servitude to Service Work: The Historical Continuities in the Racial Division of Paid Reproductive Labor. *Signs: Journal of Women in Culture and Society* 18(1):1–43.
- Godfray, H. J. Charles; J.R. Beddington; R. Ian; L. Crute; D. Haddad; J.F. Lawrence; J. Muir; S. Pretty; Robinson; S. Thomas y C Toulmin. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327: 812-818.
- Golluscio, R.A., V.A. Deregibus y J.M. Paruelo.1998. Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral*, 8:pp. 265-284.
- Grainger A., M. Stafford, V. Squiers & E.P. Gleen. 2000. Desertification and climate change: the case for greater convergence. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 5: 361-377.
- Granados-Sánchez D., Hernández-García M., Vázquez-Alarcón A.; Ruíz-Puga P. 2014. The processes of desertification and arid regions. *Revista Csielo: versión On-line* ISSN 2007-4018, versión impresa ISSN 2007-3828.
- Gregory, P.J.; J.S. Ingram y M. Brklacich. 2005. Climate change and food security. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Biological Sciences* 360: 2139-2148.
- Hassan, R.; R. Scholes, & N. Ash. 2005. Dryland Systems. In: *Ecosystems and human well-being: current state and trends, findings of the Condition and Trends Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press. Washington. Covelo, London. Vol.1. 917 pp.
- Heathcote, R.L. 1983. *The Arid Lands: Their Use and Abuse*. Longman. U.K. 323 pp.

- Hein L. 2006. The impacts of grazing and rainfall variability on the dynamics of a sahelian rangeland. *Journal of Arid Environments*, 64, 488–504.
- IADIZA-CONICET. 2010. Índice de aridez climático para Argentina. Elaboración cartográfica SIG-Desert LaDyOt (Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial). Último acceso julio 2015 en: http://www.desertificacion.gob.ar/wp-content/uploads/2013/04/ia_climatico_arg1.jpg.
- IPCC. 1990. Report of the intergovernmental panel on climate change. Geneva y Nairobi, WMP/UNEP. 259 pp.
- IPCC 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Working Group I contribution to the Fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. 996 pp.
- IPCC 2017. Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems (SR2). Intergovernmental Panel on Climate Change. pp 1-33.
- Kemp D.R. y D.L. Michalk. 2007. Towards sustainable grassland and livestock management. *J. Agr. Sci.* 145:543-564. En: Cingolani A., Noy-Meir I., Renison D. D. y Cabio M. 2008. La ganadería extensiva, ¿es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos?. *Ecología austral* v.18 n.3 Córdoba sept./dic. 2008.
- Kjellen, B. 2001. Cambio climático. Implicaciones y consecuencias. Conferencia del Embajador Bo Kjellen, Ministro de Medio Ambiente (Estocolmo), en el Observatorio Ambiental, Valencia 28 de septiembre de 2001.
- LADA. 2011. Proyecto LADA. Degradación de la tierra en zonas secas e identificación de prácticas de manejo sustentable recomendadas en argentina; pp. 55.
- LADA/FAO 2011. Evaluación de la desertificación en la Argentina. Resultados del Proyecto LADA/FAO (2011), Buenos Aires. 471 pp.
- Lal R. 2002a. Soil carbon dynamics in crop land and rangeland. *Env. Poll.*, 116: 353–362.

- Lal R. 2002b. Carbon sequestration in dryland ecosystems of west Asia and north Africa. *Land Deg. Dev.*, 13: 45–59.
- Le Houérou H.N. 1996. Climate change, drought and desertification. *Journal of Arid Environments*; 34: 133-185.
- Lobell D.B.; M.B. Burke; C.Tebaldi; M.D. Mastrandrea; W.P. Falcon & R.L. Naylor. 2008. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science* 319: 607–610.
- López Bermúdez, F. 2006. Desertificación, un riesgo ambiental global de graves consecuencias. *Rev. C & G. ISSN: 0214-1744*, 20 (3-4), 61-71.
- Ludwig, J.A. & D.J. Tongway. 1995. Spatial organization of landscapes and its function in semi-arid woodlands, Australia. *Landscape Ecology* 10: 51-63. En: Gaitán J.J., C.R. López & D.B. Bran. 2009. Efectos del pastoreo sobre el suelo y la vegetación en la Estepa patagónica. INTA, EEA Bariloche, Área de Investigación de Recursos Naturales. S.C. de Bariloche. Río Negro. Argentina.
- Manguet, M. 1999. *Aridity, droughts and human development*. Nueva York. 302 pp.
- Manabe S. & R.T. Wetherald. 1986. Induction in summer soil wetness induced by an increase atmospheric carbon dioxide. *Science* 232: 626- 628.
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. 137 pp.
- Melillo, J.M.; D.A. Maguire; D.W. Kicklighter; B. Moore; C.J. Vorosmarty & A.L. Schloss. 1993. Global climate change and terrestrial net primary production. *Nature* 363: 234-240.
- Miehle, S., J. Kluge, H. Von Wehrden & V. Retzer. 2010. Long-term degradation of Sahelian rangeland detected by 27 years of field study in Senegal. *Journal of Applied Ecology* 47(3): 692–700.
- Milchunas, D.G; O.E. Sala & W. K. Lauenroth. 1988. A generalized model of the effects of Grazing by Large Herbivores on Grassland Community Structure. *The American Naturalist* 132, N°. 1 (Jul., 1988): 87-106.

- Naylor, R.; H. Steinfeld; W. Falcon; J. Galloway; V. Smil, E. Bradford; J. Alder & H. Mooney. 2005. Losing the links between livestock and land. *Science* 310, 1621–1622.
- Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual review of ecology and systematics* 4: 25- 51. En: Gaitán J.J., C.R. López & D.B. Bran. 2009. Efectos del pastoreo sobre el suelo y la vegetación en la Estepa patagónica. INTA, EEA Bariloche, Área de Investigación de Recursos Naturales. S.C. de Bariloche. Río Negro. Argentina.
- Oldeman, L.R. & G.W. Van Lyden. 1998. Revisiting the GLASOD methodology. In: Lal R., Blum W.H., Valentine C. & Stewart B.A. (eds). *Methods for assessment of soil degradation*. Boca Raton, EE.UU.A., CRC/Lewis Publishers. pp. 423–440.
- Oliva G.; G. García; D. Ferrante; V. Massara; P. Rimoldi; P Boris Díaz & J. Gaitán. 2017. Estado de los recursos naturales renovables en la Patagonia Sur extraandina. INTA. Centro Regional Patagonia Sur. 66 pp. On line:
https://www.researchgate.net/profile/Gabriel_Oliva3/publication/320757749_Estado_de_los_Recursos_Naturales_de_la_Patagonia_Sur/links/59f9ba860f7e9b553ec0fbf2/Estado-de-los-Recursos-Naturales-de-la-Patagonia-Sur.pdf. Ultimo acceso 2 de febrero de 2018.
- Paruelo, J.M.; A. Beltrán; O. Sala; E. Jobbágy & R.A. Golluscio. 1998. The climate of Patagonia general patterns and controls on biotic processes. *Ecología Austral*, 8: 85-104.
- Paruelo, J.M.; O.Sala & Beltrán A. 2000. Long term dynamics of water and carbon in semiarid ecosystems: a gradient analysis in the Patagonia steppe. *Plant Ecology*, 150: 133-143.
- Paruelo, J.M. 2003. Impacto humano sobre los ecosistemas. El caso de la desertificación. Vol. 13 Nº 77 (octubre-nov., 2003). Disponible en:
<http://www.agro.uba.ar/users/paruelo/Publicaciones>. Último acceso: abril 2017.

- Paruelo, J.M. & M.R. Aguiar. 2003. Impacto humano sobre los ecosistemas: el caso de la desertificación. *Ciencia Hoy*, 13:48-59. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4316469>. Último acceso: junio 2017.
- Paruelo, J.M., R.A. Golluscio; E.G. Jobbágy; M. Canevari & M. Aguiar R. 2005. Situación ambiental en la estepa patagónica. Disponible en: <http://www.fvsa.org.ar/situacionambiental/Patagonia.pdf>. Último acceso: julio 2017. pp. 306-320.
- Pickup, G. & M. Stafford Smith. 1993. Problems, prospects and procedures for assessing the sustainability of pastoral land management in arid Australia. *Journal of Biogeography* 20: 471-487
- PNUMA 1991a. GLASOD: Global assessment of human and induced soil degradation. Nairobi. En: <https://www.isric.org/projects/global-assessment-human-induced-soil-degradation-glasod>
- PNUMA 1991b. Status of desertification and implementation of the United Nations Plan of Action to combat desertification. Nairobi. 79pp.
- PNUMA 1992. World atlas of desertification. United Nations Environment Programme (UNEP). London, Baltimore: Edward Arnold. 69 pp.
- PNUMA 1995. Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o Desertificación, en particular en África. Texto con Anexos, Documento Oficial de la UNCCD, Suiza. En: <http://www.un.org/es/events/desertificationday/convention.shtml>.
- PNUMA. 1997. World Atlas of Desertification. 2nd. ed. United Nations Environment Programme (UNEP). Oxford University Press. 182 p.
- PNUMA. 2010. América Latina y el Caribe, perspectivas del medio ambiente. GEO ALC3. 380. pp.
- Puigdefabregas, J. 1997. Ecological impacts of global change on drylands and their impacts for desertification. *Land degradation & development*. 9:393-406.

- Reich, P.F., S.T. Numben, R.A. Almaraz, & H. Eswaran. 2001. Land resource stresses and desertification in Africa. In Bridges, E.M.; I.D. Hannam; F.W. Penning de Vries; S.J. Scherr & S. Sombatpanit (eds.), *Response to Land Degradation*, Enfield: Sci. Publishers. pp 101-114.
- Reid, W.; J. Sarukhán & A. Whyte. 2005. Millennium Ecosystem Assessment Finding. Strengthening capacity to manage ecosystems sustainably for human well-being. 91 pp.
- Reynolds, J.F.; F. Maestre; P. Kemp; D.M. Stafford-Smith & E. Lambin. 2007. Natural and Human Dimensions of Land Degradation in Drylands: Causes and Consequences. In: *Terrestrial Ecosystems in a Changing World Global Change. The IGBP Series 2007*, pp 247-257.
- Ringler, C.; T. Zhu; X. Cai; J. Koo & D. Wang. 2010. Climate Change impacts on food security in Sub-Saharan Africa: Insights from comprehensive Climate Change scenarios. IFPRI Discussion Paper N° 1042. International Food Policy Research Institute, Washington. 28pp.
- Rudel, T.K.; L. Schneider; M. Uriarte; B.L. Turner; R. De Fries; D. Lawrence; J. Geoghegan; S. Hecht; A. Ickowitz; E.F. Lambin; T. Birkenholtz; S. Baptista & R. Grau. 2009. Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106: 20675–20680.
- Schulze, E. D., Beck, E., & Müller-Hohenstein, K. (2005). *Plant ecology*. Berlin, Germany: Springer Verlag.
- Sivakumar, M.V.K. 2006. Interactions between climate and desertification. World Meteorological Organization. Geneva, Switzerland. *Agricultural and Forest Meteorology* 142 (2007): 143–155.
- Sivakumar, M. V. K. & R. Stefanski. 2007. Climate and Land Degradation - An Overview; in Sivakumar, M.V.K., and N. Ndiangui (eds.), *Climate and Land Degradation*, Springer, New York, pp 105–135.

- Skujins, J. 1991. Semi-arid land and deserts: soil resource and reclamation. New York, EE.UU.A., Marcel Dekker Inc. 668 pp.
- Soriano A. & C. Movia. 1986. Erosión y desertización en la Patagonia. Argentina. *Interciencia* 11: 77-83.
- Spring, U.O. & H. G. Brauch. 2009. Seguritizar la tierra y aterrizar la seguridad. Desertificación, Degradación de tierra y Sequía. CLD- Documento Temático N° 2. UNCCD. pp. 635–672.
- Stafford Smith, D.M. & G. Pickup. 1993. Out of Africa, looking in: Understanding vegetation change. In: *Range Ecology at Disequilibrium: New models of natural variability and pastoral adaptation in African Savannas*, ed. R.H. Behnke, Jr., I. Scoones, and C. Kerven. London: Overseas Development Institute and Intl. Institute for Environment and Development. pp. 196-244.
- Thomas, D. S. G., & Middleton, N. J. (1994). *Desertification exploding the myth*. Chichester, England: J. Wiley and Sons.
- UN. 2011. United Nations. *Global Drylands: A UN system-wide response*. United Nations Environment Management Group. 132 pp.
- UN DESA. 2013. *World Population Prospects: the 2012. Revision, Volume I: Comprehensive Tables*". Disponible en: <http://esa.un.org/wpp/documentation/publications.htm>. Último acceso el 22 de abril de 2015.
- UNESCO. 2010. *Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe*. Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe. PHI-VII/ Documento Técnico N° 25. 55 pp.
- Vazquez, A & M. Novara. 2012. Uso del suelo de la Meseta santacruceña: análisis espacial mediante FOSS SIG y aportes para el fortalecimiento del sector ganadero. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*. Revista digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica. Luján, Año 4, Número 4, 2012, Sección I: Artículos. pp. 120-136.

- Vázquez M. & E. Masón. 2004. Problemas de la desertificación en Santa Cruz. Párrafos geográficos. Año III, Nº 3. 2004.
- Vogel, C. H. & J. Smith. 2002. Building social resilience in arid ecosystems. En Global Desertification: Do Humans Cause Deserts? (eds. Reynolds, J. F. y Stafford Smith, M.). Dahlem University Press, Berlin. pp. 149-166
- Williams, M.A.J., & R.C. Balling. 1996. Interaction of Desertification and Climate. World Meteorol. Organ., United Nations Environ. Programme, Arnold, London. 270 pp.
- WMO. 2005. World Meteorological Organization. Climate and Land Degradation. Nº. 989. Disponible en: http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/publications/backup_misc_pubs_17aug2007.php. Último acceso: 22 de abril de 2015.