

# CAMBIO CLIMÁTICO Y GANADERÍA: EL PAPEL DE LA AGROFORESTERÍA

## CLIMATE CHANGE AND LIVESTOCK PRODUCTION: THE ROLE OF AGROFORESTRY

Soriano-Robles, R.<sup>1\*</sup>; Arias-Margarito, L.<sup>1</sup>; Carbajal de Nova, M.<sup>1</sup>; Almaraz-Buendía, I.<sup>2</sup>; Torres-Cardona, M.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Delegación Iztapalapa, Ciudad de México. C. P. 09340. <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Rancho Universitario. Av. Universidad km 1. Ex-Hda. de Aquetzalpa AP 32. Tulancingo, Hidalgo, México. C. P. 43600.

\*Autor de correspondencia: ramon@xanum.uam.mx

### RESUMEN

Este trabajo hace una reseña de las causas y consecuencias de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y del cambio climático. Hace un énfasis en la ganadería como uno de los principales contribuyentes a la emisión de GEI y por lo tanto al cambio climático. Se retoma la recomendación del IPCC usar la agroforestería como método de mitigación. Se mencionan los efectos positivos sobre el medioambiente causados por la agroforestería (captura de carbono y servicios ambientales) y se menciona los principios agroecológicos sobre los que debe fundamentar una agroforestería pecuaria de zonas áridas en nuestro país así como los retos científicos para fundamentarla.

**Palabras clave:** Cambio climático, zonas áridas, Región Mixteca, *Prosopis*, *Acacia*.

### ABSTRACT

This paper summarizes the causes and consequences of the emission of Greenhouse Gases (GHG) and climate change. It emphasizes livestock production as one of the main contributors to GHG emission and therefore to climate change. The IPCC recommendation is resumed, to use agroforestry as a method of mitigation. The positive effects on the environment caused by agroforestry (carbon capture and environmental services) are mentioned, as well as the agroecological principles on which livestock agroforestry in arid zones in our country should be based, as well as the scientific challenges to substantiate it.

**Keywords:** Climate change, arid zones, Mixtec region, *Prosopis*, *Acacia*.

**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 2, febrero. 2018, pp. 70-74.

**Recibido:** diciembre, 2017. **Aceptado:** febrero, 2018.

## INTRODUCCIÓN

**En 1987** la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (WCED) o comisión Bruntland, estableció lo que hoy conocemos como desarrollo sustentable. A lo largo de los años, el desarrollo sustentable y sus principales objetivos se han centrado en la preservación de los recursos naturales. Una amenaza muy seria para los recursos naturales, la satisfacción de las necesidades de presente generación y las venideras es el cambio climático.

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define el cambio climático como "un cambio atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que además de variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables". La CMCC hace así una distinción entre el cambio climático atribuible a actividades humanas que altera la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

Las emisiones antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero (GEI: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) han aumentado desde la era preindustrial, impulsada en gran parte por el crecimiento económico y demográfico, y ahora son más altas que nunca. Esto ha ocasionado que la atmósfera tenga concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub>) sin precedentes en al menos los últimos 800,000 años. Sus efectos, junto con los de otros conductores antropogénicos, han sido detectados en todo el sistema climático y son extremadamente propensos a ser la causa dominante del calentamiento observado global desde mediados del siglo XX. Una de las actividades humanas que más contribuye a la emisión de GEI es la ganadería (principal emisora de metano entérico). Sin embargo, existen opciones de mitigación de estas emisiones a través de prácticas como la agroforestería. El objetivo de este trabajo es revisar la emisión de GEI y el papel de distintas opciones y formas de agroforestería para su mitigación.

La influencia humana en el sistema climático es clara, y las emisiones antropogénicas recientes de gases de efecto invernadero son las más altas en la historia. Los recientes cambios climáticos han tenido un gran impacto en los sistemas humanos y naturales.

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no tienen precedentes durante décadas o milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, las cantidades de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar ha aumentado.

Cada una de las últimas tres décadas ha sido sucesivamente más cálida en la superficie de la Tierra que cualquier década anterior desde 1850. El período de 1983 a 2012 fue probablemente el período más cálido de 30 años de los últimos 1,400 años en el hemisferio norte, donde tal evaluación es posible (confianza media). Los datos combinados de temperatura de la superficie terrestre y oceánica promediados globalmente calculados por una tendencia lineal muestran un calentamiento de 0.85 (0.65 a 1.06) °C durante el período de 1880 a 2012, cuando existen múltiples conjuntos de datos producidos

independientemente (IPCC, 2014) .

Estos cambios en la temperatura oceánica y la temperatura terrestre continuarán en los próximos años y seguirán causando incrementos en el nivel del mar, fenómenos meteorológicos extremos, sequías, riesgo de extinción de especies, aparición de enfermedades tropicales en entornos templados, amenazas a la seguridad alimentaria, entre otros fenómenos (IPCC, 2014)

### Ganadería y gases de efecto invernadero (GEI)

La emisión de GEI es llevada cabo por diversos sectores de la economía mundial, entre ellos la industria, que contribuye con el 32 %, la agricultura, con el 25 %, transporte con el 10.5 %. En total, estos sectores contribuyen con el 67 % de emisiones mundiales de GEI.

La agricultura, forestería y otros usos de la tierra son responsables de un cuarto de las emisiones totales mundiales de GEI, principalmente originadas por la deforestación y la ganadería, así como por el uso y manejo de los nutrientes del suelo. Dentro del rubro de agricultura se incluye la ganadería y su principal fuente de emisión que es el metano (fermentación entérica). Esta representa aproximadamente el 5 % del total del rubro agricultura, forestería y otros usos de la tierra. Si esto lo sumamos al sub-rubro de cambios en el uso de la tierra y deforestación (principal emisión CO<sub>2</sub>), que es de un 10 % o del total de GEI, ambas actividades suman el 15 % del total mundial.

Emisiones globales de esta importante categoría de fermentación entérica creció de 1.4 a 2.1 Gt de CO<sub>2</sub>eq por año entre 1961 y 2010,

con promedio de tasas de crecimiento anual de 0.70 %. El crecimiento de las emisiones disminuyó durante la década de 1990 en comparación con el promedio a largo plazo, se incrementó rápidamente otra vez después del año 2000. En 2010, de 1.0 a 1.5 Gt de CO<sub>2</sub>eq por año. Se estima que un 75 % de las emisiones totales de fermentación entérica (metano) provienen de países en desarrollo. Los principales emisores son en orden de importancia Asia, América Latina, África y Europa. De 2000 a 2010, el ganado bovino aportó la mayor parte las emisiones entéricas (75 % del total), seguida de búfalos, ovejas y cabras.

### Adaptación y mitigación

La adaptación y la mitigación son estrategias complementarias para reducir y gestionar los riesgos del cambio climático. Reducciones importantes de emisiones de GEI en las próximas décadas pueden disminuir los riesgos en el siglo XXI y más allá, aumentar las perspectivas de adaptación efectiva, reducir los costos y desafíos de la mitigación a largo plazo y contribuyen a la recuperación del clima, caminos para el desarrollo sustentable.

De acuerdo con el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2014), la producción de GEI puede ser mitigada, y su emisión capturada. Esto se puede lograr en diferentes maneras: conservando bosques, turberas, matorrales y otras agrupaciones vegetales; reduciendo las pérdidas de carbono en el suelo (mediante cambios en la gestión dentro del mismo tipo de uso de la tierra; o al reducir las pérdidas de ecosistemas ricos en carbono, por ejemplo, la deforestación reducida, rehumectación de las turberas drenadas. También se puede

llevar a cabo el mejoramiento del secuestro de carbono en suelos, biota y duraderos. Se puede y se debe a través de incrementos en el área de ecosistemas ricos en carbono como los bosques (forestación, reforestación, agroforestería, silvoganadería), un aumento en el almacenamiento de carbono por unidad de área, por ejemplo, aumento de la densidad de siembra en los bosques (bancos de proteína), secuestro de carbono en los suelos (plantas con sistemas radiculares extensos), y el uso de madera en la construcción.

Entre las interacciones de la ganadería y la agroforestería se encuentra un apropiado manejo de las cargas ganaderas, bancos de proteína y manejo del pastoreo, así como la diversificación en la oferta de pastos y árboles forrajeros. Otras medidas de mitigation incluyen el mejoramiento genético (animales más productivos y por lo tanto que emiten menos GEI), y la agroforestería, incluyendo sistemas agropastorales y agrosilvopastoriles.

### La agroforestería como estrategia de mitigación del cambio climático

La agroforestería es una forma de uso de la tierra que incluye el uso o aprovechamiento de árboles de distinta índole (maderable, frutal, ornamental, de plantación) combinados con cultivos y en ocasiones con animales. Desde los albores de la humanidad, cuando el ser humano empieza a convertirse en sedentario se da de manera casi natural el combinar árboles, cultivos y ganado en sistemas integrados de producción a pequeña y mediana escala.

La agroforestería configura, simultáneamente, una práctica e interdisciplina. Es una modalidad de uso de la tierra de tipo productivo, en singular, que incluye la asociación de especies vegetales leñosas con especies vegetales no leñosas, o especies vegetales leñosas con especies vegetales no leñosas y especies animales, con variadas opciones espacio temporales.

En términos técnicos, la agroforestería es la interdisciplina y modalidad de uso productivo de la tierra donde se presenta interacción espacial y/o temporal de especies vegetales leñosas y no leñosas, o leñosas, no leñosas y animales. Cuando todas son especies leñosas, al menos una se maneja para producción agrícola y/o pecuaria permanente (Ospina-Ante, 2006).

La agroforestería tiene su origen en Europa, de manera natural por la interacción de los distintos tipos de ganado con el paisaje circundante (por ejemplo los sistemas trashumantes o el sistema de finalización de cerdo bellotero en España). En América Latina la situación fue diferente, ya que esta actividad se origina con la ganadería extensiva que proponía el uso de pastos introducidos en potreros creados a partir de la deforestación de amplias áreas de selva en los trópicos latinoamericanos. Los ganaderos latinoamericanos introducen en sus cercos ramas de árboles en lugar de mampostería y dan origen a lo que hoy conocemos como cercos vivos. Por otro lado, dejan remantes de arbolado para uso e sombreadero. De acuerdo con Mbow *et al.* (2014), la agroforestería en África tiene una historia similar a la observada en América Latina. Los árboles dispersos en potreros así como algunos de los componentes en cercos vivos resultan ser consumidos por el ganado encontrándose presentes especies como *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, y *Glyricida sepium*, entre otras. Estas especies llegan al interés in-

mediato de científicos de los distintos países donde se da el fenómeno. Posterior a este evento y con la finalidad de aprovechar al máximo especies con altos contenidos de proteína, como la leucaena, nace el concepto de banco de forraje, y con ello la agroforestería pecuaria.

La interacción primaria de la agroforestería con la ganadería puede tener efectos compensatorios en el medio ambiente y en particular en relación al cambio climático ya que por un lado la siembra o conservación de árboles ayuda a fijar carbono y nitrógeno atmosférico (cuando se trata de leguminosas) y el ganado lo extrae. Un escenario óptimo es una ganadería que incorpore distintos tipos de árboles en distintos arreglos que incluyan bancos forrajeros y de distintas especies para no caer en el monocultivo, como se hace actualmente con la leucaena.

La agroforestería pecuaria debe servir no solo para alimentar al ganado (Murgueitio *et al.*, 2013), sino también para generar servicios ambientales bajo principios agroecológicos. Para maximizar la captura de carbono se debe elevar la eficiencia de la fotosíntesis en tres o cuatro estratos de vegetación; la fijación de nitrógeno y el reciclado de nutrientes con la finalidad de aumentar la producción de biomasa e incrementar el contenido de materia orgánica del suelo. Esto es factible porque los insumos o entradas de los sistemas silvopastoriles proceden en forma principal de procesos biológicos y no de combustibles fósiles o compuestos sintéticos. Los Sistemas Silvopastoriles Intensivos, como los bancos de proteína o aquellos que combinan cultivos, constituyen un buen ejemplo de intensificación de la agricultura por

la vía natural para la adaptación al cambio climático.

El incremento en la productividad primaria del agroecosistema ganadero es debido a la existencia de más árboles, arbustos forrajeros, arvenses y pastos vigorosos (Murgueitio *et al.*, 2013).

La agroforestería pecuaria ayuda a capturar carbono (o equivalentes de carbono cuando lo que se captura o fija es metano) a través del crecimiento vegetativo (follaje, frutos y raíces); con una mejor alimentación, el ganado contribuye a reducir emisiones de metano, mejorando la eficiencia del rumen del ganado, la retención de carbono en el suelo, reduciendo las pérdidas de nitrógeno hacia la atmósfera por rápido y eficiente reciclaje de excretas. Además de estos beneficios la agroforestería pecuaria ofrece otros servicios ambientales igualmente importante como la retención de agua de lluvia, reducción de la erosión y la recuperación de hábitats fragmentados y el consiguiente retorno y reproducción de fauna silvestre que va desde pequeños insectos hasta pequeños herbívoros y medianos mamíferos. A fin de lograr mayores beneficios tanto productivos como ambientales, se recomienda el uso de diversas especies agroforestales, y con ello aumentar la sostenibilidad del agroecosistema silvopastoril.

### Algunos retos de la agroforestería

Uno de los primeros retos de la agroforestería es la diversificación. La agroforestería pecuaria se lleva a cabo generalmente en zonas de trópico húmedo y subhúmedo. Para esto se cuenta con un banco relativamente bajo de especies arbóreas o arbustivas como leucaena, guácimo, gliricidia, eritrina, ramón, y

titonia, entre otras. Sin embargo, el potencial es alto y más para el caso de México. Por ejemplo, en la Mixteca Baja de Oaxaca se ubicaron hasta 30 especies de árboles y arbustos forrajeros con buenas tasas de digestibilidad de la materia seca (arriba de 50 %), contenidos de proteína desde 12 hasta 24 % y altas tasas de preferencia y consumo por parte de los animales (Arias *et al.*, 2014). Además del gran potencial forrajero de estas especies, este estudio demuestra la biodiversidad con que se puede disponer para enriquecer los sistemas agrosilvopastoriles. Otro dato a destacar en la agroforestería de la Mixteca es que ésta se lleva hasta ahora en condiciones casi naturales en un clima árido y semiárido. De acuerdo con Carbajal de Nova (2017), la agroforestería de zonas áridas en México es posible utilizando los recursos descritos por Arias *et al.* (2014). Actualmente se trabaja en esa zona en el establecimiento de una plantación de tres especies (*Prosopis juliflora*, *Acacia cochlianta* y *Acacia farnesiana*) en un formato de banco de proteína. Cabe destacar que además de el aprovechamiento de follaje como forraje, también son muy aprovechadas las vainas o frutos de estas leguminosas nativas.

En este sentido, puede afirmarse que la Agroforestería de Zonas Áridas (AFZA) en México puede cumplir un papel importantísimo por el potencial de captura de carbono o sus equivalentes. Nuestro país tiene más de 60 % de su territorio en condiciones de clima semiárido hasta desértico y en este sentido ofrece un gran potencial por su diversidad y potencial para captura de carbono. Denominamos zona árida a aquella donde la precipitación pluvial esta en el orden de menos de 600

o 700 mm de agua al año, y nuestro país cumple con esa condición en amplias zonas. Otro reto no menor a seguir es el de primero dominar las técnicas de germinación y establecimiento de plantaciones silvopastoriles que de preferencia sigan las condiciones naturales dada la dificultad de establecerlas bajo sistemas de riego.

## COSIDERACIONES FINALES

**Muchas** fuentes citan la importancia y potencial de la agroforestería pecuaria para mitigar e incluso mitigar los efectos del cambio climático. En este trabajo se destacaron algunos aspectos de la agroforestería a nivel mundial pero se dio énfasis a la agroforestería pecuaria de zonas áridas como opción importante para nuestro país dadas las extensiones de tierras áridas en México. Se destacó también el potencial de la biodiversidad mexicana en cuanto a recursos florísticos se refiere para fundamentar una agroforestería más biodiversa que no caiga en el monocultivo como en el caso de la *Leucaena*.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Metropolitana por el apoyo otorgado a través del consejo divisional. A distintas comunidades de la Mixteca Baja Oaxaqueña por el apoyo prestado para llevar a cabo estos proyectos de agroforestería de zonas áridas.

## LITERATURA CITADA

- Arias L., Soriano R., Sánchez E., González C. 2014. Chemical composition and *in vitro* digestibility of fodder trees and shrubs consumed by goats in the Low Mixteca region of Oaxaca, Mexico. *Research Journal of Biological Sciences* 9: 92-97.
- Carbajal de Nova M. 2017. Establecimiento de una plantación silvopastoril en zonas áridas de México. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias. UAM Xochimilco. Ciudad de México.
- IPCC. 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Mbow C., van Noordwijk M., Luedeling E., Neufeldt H., Minang P.A., Kowero G. 2014. Agroforestry solutions to address food security and climate change challenges in Africa. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 6: 61-67.
- Murgueitio E., Chara D.J., Solarte J., Uribe F., Zapata C., Rivera J. 2013. Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 26: 313-316.
- Ospina-Ante A. 2006. Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano. Cali, Colombia.

