



Evolución de los agroecosistemas en la zona de San Javier (Murcia), y su relación con la huella de carbono.

Autor: Pedro Martínez Baños. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Otros autores: Damián Antonio Aguilar Morales. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

En el presente estudio se ha analizado el cambio del uso del suelo y del cultivo en una parcela agrícola situada en la zona de San Javier (Murcia), desde 1928 hasta 2011, a la vez se ha determinado la capacidad de remoción de CO₂ de dos cultivos, el de brócoli y el de limonero, utilizando para ello la metodología propuesta en el proyecto LESSCO₂, que a su vez está basada en la norma ISO14064.

Las principales conclusiones han sido que el agroecosistema ha evolucionado a lo largo del tiempo desde un agroecosistema de tipo II en los años 30 (dedicado principalmente al pastoreo y en menor medida al cultivo de gramíneas), hasta convertirse en uno de tipo IV en la actualidad (cultivo extensivo de cultivos leñosos), debido principalmente a las aportaciones hídricas realizadas por el trasvase Tajo-Segura. Asimismo, se ha observado como el cambio de cultivo ha afectado a la capacidad del agroecosistema de retener CO₂, pasando de 3,92 t de CO₂ por hectárea con el cultivo de brócoli, a 25,16 t de CO₂ por hectárea con el cultivo de limón, lo cual pone de manifiesto que el cultivo de limón es seis veces más eficiente como especie captadora de CO₂, contribuyendo de forma más notable a paliar el cambio climático.

INTRODUCCIÓN

El sector agrícola es uno de los pilares económicos y sociales en la zona de San Javier, aportando riqueza y trabajo para los habitantes de la zona, pero la explotación de los agroecosistemas en los que se basa este modelo, está causando afecciones al medio ambiente. La gestión de estos impactos ambientales, y el correcto manejo de los agroecosistemas, pueden permitir que se reviertan estas afecciones negativas causados por la industrialización.

Para poder conocer los impactos que los agroecosistemas y el cambio del uso del suelo en el medio ambiente, existen diversas soluciones tecnológicas a nuestro alcance, y una de las más importantes, son los sistemas de información geográfica (Peña, 2006).

Los sistemas de información geográfica (SG), se han venido utilizando desde la década de los sesenta, pero fue a partir del 2000, cuando el fuerte desarrollo de las tecnologías de la información, internet, las tecnologías móviles y los sistemas de posicionamiento, han propiciado la utilización de los sistemas SIG (Arnalich et al. 2010; Botella et al, 2011).

Este desarrollo tecnológico, junto con el desarrollo de la geografía permiten a los individuos, instituciones, comunidades y naciones, crear, acceder, utilizar y compartir



información y conocimiento, para alcanzar un desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida. En este contexto, los sistemas de Información geográfica, se convierten en una herramienta indispensable para la comprensión de la dimensión medioambiental del territorio (Conesa, 2005).

Estas técnicas, nos permiten realizar un seguimiento de un gran número de parámetros ambientales y geográficos, los cuales nos van a habilitar para poder determinar, el impacto de los agroecosistemas y su relación con la Huella de Carbono (HC) (Gómez Sal 2001; Gómez Sal y cols, 2012).

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona de estudio, se encuentra en el Campo de Cartagena, en la provincia de Murcia, más concretamente, en el término municipal de San Javier (figura 1). La comarca del Campo de Cartagena se localiza entre los 37°40' y los 38° de latitud Norte y los 0°40' y 1°15' de longitud Oeste, al sureste de la Región de Murcia, que a su vez se encuentra al sureste de la Península Ibérica .



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio, en San Javier (Murcia).

La finca que se ha estudiado en el presente trabajo está constituida por dos parcelas, denominadas 180 y 181 (figura 2), disponiendo de una superficie total de 116.683 m². En cuanto al suelo, es de tipo rústico destinado para uso agrario de regadío, según queda reflejado en la documentación catastral.



Figura 2: Parcelas de estudio 180 y 181.

El uso del suelo en las parcelas a estudiar, ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. Para poder apreciar de forma visual como este cambio ha modificado el agroecosistema en cuestión, se ha utilizado Software SIG (gvSIG) y las capas de datos proporcionadas por el proyecto CORINE, las cuales se han superpuesto sobre una ortofotografía obtenida de la base de datos del Instituto Geográfico Nacional.

En los años 90, la gran mayoría del terreno es utilizado para cultivos de regadío. Las parcelas 180 y 181, se encuentra bajo la clasificación de regadío. También se ha podido observar, que aunque es terreno dedicado mayoritariamente a regadío, una gran parte del terreno está destinada a cultivo herbáceo, siendo la zona destinada a frutales y cítricos minoritaria. Los datos de la misma parcela para el año 2006, muestra que el agroecosistema ha sufrido cambios importantes, iniciando un cambio hacia un ambiente leñoso, donde una parte importante de la tierra agrícola, ha sido destinada al cultivo de cítricos, siendo la parte destinada al cultivo menor que en los años 90, según la información facilitada por el proyecto CORINE.

En el presente estudio se ha empleado la clasificación de los agroecosistemas, propuesta por el proyecto EME, Ecosistemas del Milenio en España, (Gómez Sal y cols, 2012).

Para la determinación de la Huella de Carbono en los agroecosistemas murcianos, se ha optado por la norma propuesta por la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia, a través del proyecto LESSCO₂, y que a su vez está basada en la norma ISO 14064.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



A continuación, se exponen los resultados obtenidos sobre la evolución del uso del suelo en las parcelas a estudio (180 y 181), desde 1928 hasta el año 2011, a la vez que se ha determinado el balance de CO₂ equivalente en dichas parcelas en los años 2001 y 2013.

En la figura 3, se pueden observar algunas agrupaciones cultivos leñosos y grandes extensiones de suelo no cultivado (o tal vez de cultivo herbáceo de secano, como por ejemplo, algún tipo de gramíneas).

Conviene recordar que en este periodo temporal, el campo de Cartagena, era una zona de cultivo de secano, por lo que tanto los cultivos leñosos como los herbáceos, debían ser cultivos del tipo de gramíneas, olivos, almendros, etc.

Se puede considerar, que en general, el pastoreo puede ser uno de los principales usos que el terreno tenía en la zona, por lo que podemos considerar que nos encontramos en un agroecosistema de tipo II.

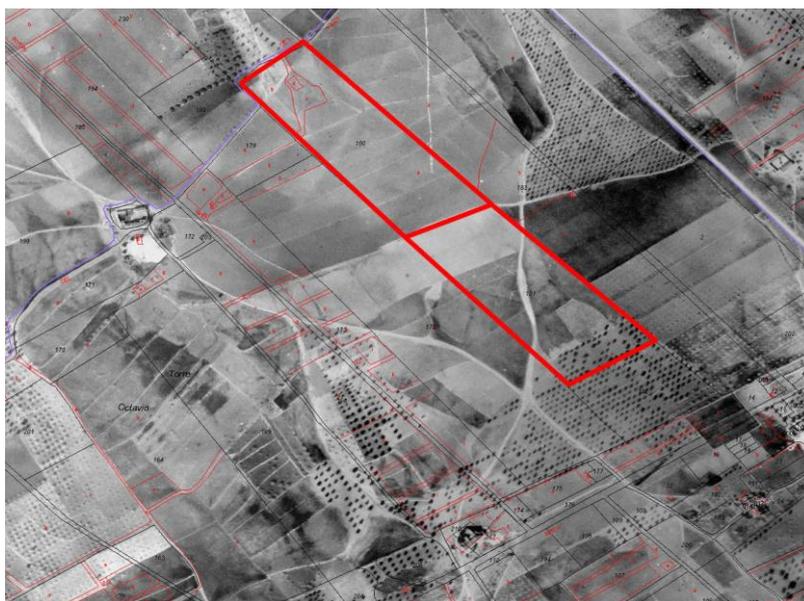


Figura 3. Vista aérea de las parcelas 180 y 181 realizada en 1928 por Julio Ruiz de Alda.
Fuentes: Elaboración propia a partir de datos de IDERM y Catastro.

Comparando la foto de 1928 con una de 1956, se observa un ligero incremento de los cultivos leñosos en la zona, aunque la distribución de los cultivos extensivos sigue siendo limitada, lo que si se observa es una disminución de las tierras no cultivadas o en barbecho.



En la figura 4, se observa un incremento del laboreo en la tierra, y cierta estructura en los campos de cultivo, lo que da a entender un ligero incremento en los cultivos de secano, por lo que se empiezan a ver cultivos herbáceos extensivos (aunque de secano), lo que muestra una evolución hacia un agroecosistema del tipo III, y dentro de este, un subtipo a, es decir, cultivos de secano extensivos.



Figura 4. Vista aérea de las parcelas 180 y 181 realizada en 1956. Fuentes: Elaboración propia a partir de datos de IDERM y Catastro.

Con el trasvase Tajo-Segura, a finales de la década de los 70, es cuando se van a empezar a ver transformaciones importantes en los agroecosistemas en la zona de San Javier (campo de Cartagena), pero es en los años 90, cuando empiezan a suceder las grandes transformaciones a regadío, como se aprecia en la figura 5 (ortofoto realizada en 1997), donde ya comienzan a observarse cultivos de cítricos en la zona, y lo que sin duda es un salto hacia los cultivos hortícolas de regadío (ya empiezan a observarse pequeños embalses e infraestructuras hidrológicas).

Este cambio, supone un salto hacia un agroecosistema de tipo III, pero ya encaminado hacia un subtipo b, el cual supone: cultivos herbáceos de regadío. No olvidemos que desde principios de los noventa las parcelas a estudio (180 y 181) han sido utilizadas para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) y brócoli (*Brassicaoler aceaitalica*), y es a finales de la década, en 1999, cuando se empieza a cultivar casi en exclusiva brócoli.



Figura 5. Vista aérea de las parcelas 180 y 181 realizada en 1997. Fuentes: Elaboración propia a partir de datos de IDERM y Catastro.

En el año 2001, las parcelas 180 y 181 sufren el mayor cambio, pasando de cultivo hortícola de regadío a cultivo de cítricos, concretamente, son reemplazados los cultivos de brócoli por limoneros (*Citrus limon*).

En la figura 6 (año 2002), se aprecia el gran cambio que ha sufrido el agroecosistema, aumentando considerablemente el cultivo de cítricos, y sobre todo, la incorporación de hortícolas intensivos mediante cultivo en invernadero. Es a partir de entonces, cuando el agroecosistema, empieza a mantenerse estable, sufriendo pequeños cambios (destinados principalmente a las mejoras tecnológicas) hasta nuestros días.



Figura 6. Vista aérea de las parcelas 180 y 181 realizada en 2002. Fuentes: Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y Catastro.



Es evidente el cambio que el uso del suelo ha sufrido a lo largo de los años en las parcelas de estudio (180 y 181). Este cambio ha supuesto un salto del secano al regadío, el cual sucedió en los años ochenta, y posteriormente, un cambio de cultivos hortícolas (lechuga y brócoli) hacia el cultivo de cítricos. Estos cambios han llevado el agroecosistema hacia un tipo IV, es decir, cultivos leñosos extensivos de regadío.

A continuación, se desglosan las emisiones de GEI durante la gestión del agroecosistema para la explotación de *Brassicaoleracea itálica* (brócoli). Los resultados son los siguientes (tabla 1):

BRÓCULI	EMISIONES CO ₂ EQUIVALENTE	
	(kg CO ₂ e/año)	(kg CO ₂ e/año/ha)
TOTAL EMISIONES (Kgs CO₂)	435.682,65	4.703,47
EMISIONES DIRECTAS	%	kg CO₂e/año/ha
Preparación del terreno	13,58%	598,75
Transporte y recolección	8,09%	228,12
Quema Biomasa	0,00%	0,00
Emisiones de N ₂ O por fertilización	70,23%	3.612,74
EMISIONES INDIRECTAS	%	kg CO₂e/año/ha



Energía Eléctrica Riego por goteo	8,50%	249,75
Energía Eléctrica Almacén y otros	8,77%	14,58
TOTAL	100,00%	4.703,47

Tabla 1. Resultado de cálculo de emisiones de CO₂ equivalente utilizando la hoja de cálculo del proyecto LESSCO₂, para el cultivo de Brócoli. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por el proyecto LESSCO₂.

Posteriormente, se ha calculado la cantidad de CO₂ que es capaz de asimilar el cultivo, para ello, se han utilizado los datos proporcionados por el proyecto LESSCO₂ (en su anexo C), para el cultivo del brócoli (tabla 2).

BRÓCULI	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL PLANTA	
	T ha ⁻¹ año ⁻¹	T ha ⁻¹ año ⁻¹	g C Planta ⁻¹	g CO ₂ Planta ⁻¹
Raíz	1,9	7,0	17,8	65,3
Tallo	2,7	9,9	26,1	95,7
Hojas	0,5	1,8	4,6	16,9
Inflorescencia	0,5	1,8	9,7	32,5
Total	6,1	20,5	58,2	210,4

Tabla 2. Datos cuantitativos de fijación de CO₂ de las diferentes partes del cultivo de brócoli. Fuente: LESSCO₂ en su anexo C (2009).

Incorporando los datos del balance total de la planta, en la hoja de cálculo de LESSCO₂, se obtiene el siguiente balance de CO₂ (tabla 3) para el cultivo de *Brassicaoleracea itálica*



en el campo de Cartagena. Obteniéndose una remoción de CO₂ de 3,925 t por ha para el cultivo de *Brassicaoleracea itálica* (brócoli).

BALANCE DE CARBONO PARA CULTIVO DE BRÓCULI			
	g de CO ₂ / ha	g de CO ₂ / kg	g de CO ₂ / pieza
Fijación CO ₂	8.628.150,00	633,93	190,18
Emisión	4.703.472,38	345,58	103,67
Balance	3.924.678	288,36	86,51

Tabla 3. Balance de carbono de la finca objeto de estudio para el cultivo de Brócoli.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por el proyecto LESSCO₂.

A continuación, se desglosan las emisiones de GEI durante la gestión del agroecosistema para la explotación de *Citrus limón* (tabla 4).

LIMÓN	EMISIONES CO ₂ EQUIVALENTE	EMISIONES CO ₂ EQUIVALENTE
	(kg CO ₂ e/año)	(kg CO ₂ e/año/ha)
TOTAL EMISIONES (Kgs CO₂)	54.629,69	4.301,55
EMISIONES DIRECTAS	%	kg CO₂e/año/ha
Preparación del terreno	41,09%	547,59
Transporte y recolección	10,94%	208,63
Quema Biomasa	0,00%	0,00
Emisiones de N ₂ O por fertilización	26,48%	3304,02
EMISIONES INDIRECTAS	%	kg CO₂e/año/ha
Energía Eléctrica	17,15%	228,41



Riego por goteo		
Energía Eléctrica Almacén y otros	4,34%	13,33
TOTAL	100,00%	4.301,55

Tabla 4. Resultado de cálculo de emisiones de CO₂ equivalente utilizando la hoja de cálculo del proyecto LESSCO₂, para el cultivo del limón (elaboración propia).

A continuación , se ha calculado la cantidad de CO₂ que es capaz de asimilar el cultivo, para ello, se han empleado los datos proporcionados por el proyecto LESSCO₂, para el cultivo del limón (tabla 5), en lo referente a capacidad de fijación de CO₂ por parte del cultivo, y en función de cada parte del mismo.

LIMÓN	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL PLANTA	
	T ha ⁻¹ año ⁻¹	T ha ⁻¹ año ⁻¹	g C Árbol ⁻¹	g CO ₂ Árbol ⁻¹
Raíz	1,7	6,2	6.121	22.444
Ramas	1,1	4,0	3.138	11.504
Hojas	1,9	7,0	6.744	24.728
Poda	0,2	0,8	797	2.922
Fruto	3,2	11,7	11.282	41.367
Tronco	0,3	1,1	1.080	3.960
Total	8,4	30,9	29.162	106.926

Tabla 5. Datos cuantitativos de fijación de CO₂ de las diferentes partes del cultivo de limón. Fuente: LESSCO₂ en su anexo C (2009).

Incorporando los datos de la tabla 5 (balance total de la planta) en la hoja de cálculo de LESSCO₂, se ha obtenido el siguiente balance de CO₂ (tabla 6) para el cultivo de *Citrus*



limon en la zona de San Javier (Campo de Cartagena). Se obtiene una remoción de CO₂ de 25,166 t por ha para el cultivo de *Citrus limon* (limón), en las parcelas 180 y 181.

BALANCE DE CARBONO PARA CULTIVO DE LIMÓN			
	g de CO ₂ / ha	g de CO ₂ / kg	g de CO ₂ / pieza
Fijación CO ₂	29.467.736,34	449,27	85,36
Emisión	4.301.550,48	65,58	12,46
Balance	25.166.186	383,69	72,90

Tabla 6. Balance de carbono de la finca objeto de estudio para el cultivo de *Citrus limon* (limón).Elaboración propia.

Por otra parte, Victoria y cols., 2010, han puesto de manifiesto que la agricultura murciana de frutas y hortalizas en su conjunto, es un sumidero neto de CO₂ que puede colaborar en la compensación de emisiones realizadas en otros lugares, este efecto de la agricultura murciana, aporta un beneficio medioambiental evidente.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas en presente estudio son las siguientes:

El cambio del uso del suelo en el agroecosistema estudiado ha sido notable, ya que en los últimos 80 años ha pasado de un agroecosistema de tipo II (dedicado principalmente al pastoreo y en menor medida al cultivo de gramíneas), a uno de tipo IV (cultivo extensivo de cultivos leñosos), debido principalmente a las aportaciones hídricas realizadas por el trasvase Tajo-Segura, el cual ha supuesto un cambio importante en los agroecosistemas de la zona de San Javier (Campo de Cartagena).

El agroecosistema es capaz de funcionar como sumidero de CO₂, tanto con el cultivo de brócoli, como con el cultivo del limón. La capacidad de retención de CO₂ del cultivo del limón es 6 veces superior a la capacidad del brócoli.

BIBLIOGRAFÍA

Arnalich, S. y Ton-That, T. (2010). *gvSIG y Cooperación: cómo construir e incorporar un Sistema de Información Geográfica a tu proyecto. Segunda Edición*. Arnalich. Water and Habitat. 168 pp.

Botella Plana, A., Muñoz Bollas, A., Olivella González, R., Olmedillas Hernández, J. C., Pérez Navarro, A., Rodríguez Llorent, J. (2011). *Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática*. Editorial UOC. 348 pp.



Conesa García, C. (2005). *Territorio y medio ambiente: tecnologías de la información geográfica*. Universidad de Murcia. 221 pp.

<http://www.lessco2.es/>

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0049142>

Gomez Sal, A., López, V. y Forero, D. (2012). Evaluación de los ecosistemas del milenio en España. Sección III: Evaluación de los tipos operativos de ecosistemas. Capítulo 17: Agroecosistemas. Universidad de Alcalá, Departamento de Ecología. Informe de Resultados EME (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España).

Mitigation potential of Greenhouse Gases in the Agricultural Sector (2001). European Climate Change Programme. WorkingGroup 7 – Agriculture (ECCP). Disponible en: <http://ew.eea.europa.eu/Agriculture/Agreports/climate.pdf>

Peña Llopis, J. (2006). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio (3a edición)*. Editorial Club Universitario. 310 pp.

Sumideros de Carbono. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/sumideros-de-carbono/>

Victoria, F y cols (2010). *Etiquetado del carbón en las explotaciones y productos agrícolas. La iniciativa agricultura murciana como sumidero de CO₂*. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia. Jiménez Godoy, S.A. 316 pp.