

Análisis de la incidencia de la supresión de la quema de residuos agrícolas sobre la reducción de emisiones de gases contaminantes en Andalucía

Noviembre 2009

SECRETARÍA GENERAL DEL MEDIO RURAL Y LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

Análisis de la incidencia de la supresión de la quema de residuos agrícolas sobre la reducción de emisiones de gases contaminantes en Andalucía

Índice de contenidos

Resumen	4
1. Introducción	6
2. Objetivos y estructura del documento	7
3. Gases contaminantes emitidos en la quema de residuos agrícolas	8
3.1. <i>Introducción</i>	8
3.2. <i>Gases de Efecto Invernadero (GEI)</i>	8
3.2.1. <i>GEI directos</i>	9
3.2.2. <i>GEI indirectos</i>	10
3.3. <i>Otros gases contaminantes: amoníaco</i>	11
4. Metodología	11
4.1. <i>Consideraciones previas e información de partida</i>	12
4.2. <i>Cálculo de emisiones de gases contaminantes derivadas de la quema de residuos agrícolas</i>	17
4.2.1. <i>Cálculo de emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x</i>	17
4.2.2. <i>Cálculo de emisiones de SO_x, COVNM y NH₃</i>	21
5. Resultados: emisiones evitadas por la supresión de la quema de residuos agrícolas en Andalucía	22
5.1. <i>Estimación de la cantidad de residuos generados y residuos secos</i>	22
5.2. <i>Estimación de la biomasa quemada total</i>	24
5.3. <i>Estimación del carbono y nitrógeno total liberado</i>	25
5.4. <i>Cálculo de emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x</i>	26
5.5. <i>Cálculo de emisiones de SO_x, COVNM y NH₃</i>	27

<i>5.6. Emisiones totales evitadas por la supresión de la quema de residuos agrícolas en Andalucía</i>	29
5.6.1. Emisiones evitadas por aplicación de la Condicionalidad	29
5.6.2. Emisiones evitadas en un escenario de prohibición total de quema de residuos vegetales	32
6. Conclusiones	35
Bibliografía	36
Anexo I: Parámetros utilizados para la estimación de emisiones según metodología del IPCC	38
Anexo II: Legislación nacional sobre derechos de emisión de GEI	43
Anexo III: Emisiones de GEI en España y Andalucía	44
<i>Introducción</i>	44
<i>Evolución de las emisiones de GEI en España</i>	44
<i>Evolución de las emisiones de GEI en Andalucía</i>	46

Resumen

La quema de residuos agrícolas en el campo ha sido una práctica habitual en España y Andalucía en las últimas décadas. Sus consecuencias negativas son varias: junto al aumento del riesgo de incendios y de erosión, se elimina la posibilidad de que se incorpore al suelo materia orgánica, lo que incide sobre la degradación estructural del suelo que puede causar pérdida de fertilidad y mayores riesgos de desertización. Es por ello, que tanto las instituciones europeas como las nacionales y andaluzas, rechazan y prohíben esta práctica a través de una serie de normativas y reglamentaciones desarrolladas durante los últimos años.

En este sentido, a escala andaluza, en la Orden de 22 de junio de 2009, por la que se establecen las normas de Condicionalidad (requisitos legales de gestión y buenas condiciones agrarias y medioambientales) que deben cumplir los agricultores y ganaderos que reciban pagos directos en el marco de la Política Agraria Común, los beneficiarios de determinadas ayudas de desarrollo rural¹, y los agricultores que reciban ayudas en virtud de programas de apoyo a la reestructuración y reconversión y a la prima por arranque del viñedo, se recoge la prohibición de quemar los residuos agrícolas correspondientes a leguminosas, proteaginosas y cereales salvo maíz, arroz y sorgo (existen excepciones en determinados casos por razones fitosanitarias). Adicionalmente, y en cualquier caso, la eliminación de los restos de cosecha de los cultivos herbáceos o de la poda de cultivos leñosos, debe realizarse siempre con arreglo a la normativa medioambiental vigente.

Como consecuencia de la entrada en vigor de la normativa mencionada, cada vez más restrictiva, los residuos agrícolas quemados en los campos han sufrido un serio retroceso durante los últimos años.

En este estudio se cuantifican las emisiones de gases contaminantes que han dejado de emitirse en Andalucía por la prohibición de la quema de rastrojos que dicta la Condicionalidad, así como las emisiones que se evitarían si se eliminase totalmente la quema de cualquier residuo agrícola (tanto herbáceo como leñoso) en nuestra Comunidad.

En concreto, se han estimado las emisiones de gases de efecto invernadero directos (CH_4 y N_2O), gases de efecto invernadero indirectos (CO , NO_x , SO_x y COVNM^2) y otros gases contaminantes (NH_3) ahorrados por la supresión de esta práctica.

Así, para el cálculo de las emisiones de CH_4 , N_2O , CO y NO_x evitadas se ha utilizado el método del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), en concreto, se ha seguido las "Directrices del IPCC para los inventarios de los GEI, versión revisada en 1996: Libro de trabajo" (Capítulo 4, Sección 4.3). Para obtener las estimaciones de las emisiones de SO_x ,

¹ Ayudas destinadas a indemnizar a los agricultores por las dificultades naturales en zonas de montaña y por las dificultades en zonas distintas a las de montaña, ayudas «Natura 2000» y ayudas relacionadas con la Directiva 2000/60/CE, ayudas agroambientales, ayudas relativas al bienestar de los animales, ayudas a la primera forestación de tierras agrarias y ayudas en favor del medio forestal.

² COVNM: Compuestos orgánicos volátiles no metano.

COVNM y NH₃ se han empleado los factores de emisión para cada uno de estos gases extraídos de la metodología CORINAIR³.

Considerando el actual escenario de aplicación de las normas de Condicionalidad, se ha estimado (con datos de 2008) que la supresión de la quema de residuos agrícolas en campo abierto en Andalucía supuso un ahorro de 2,3981 kilotoneladas de CO₂ equivalente. Sevilla con más del 40% del total, Córdoba y Cádiz, fueron las principales provincias que dejaron de emitir gases contaminantes derivados de la prohibición de esta práctica.

Por su parte, en un escenario hipotético de prohibición total de quema de residuos vegetales en Andalucía se ahorrarían 310,8 kilotoneladas de CO₂ equivalente. Jaén, con casi el 38% del total, sería la principal provincia que dejaría de emitir gases contaminantes si se prohibiera por completo esta práctica, situándose tras ella las provincias de Córdoba (con el 20,1%) y Sevilla (con el 17,5%).

Los cultivos leñosos serían los principales responsables del ahorro de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera en este escenario: la supresión de la quema de sus residuos supondría el 90% del ahorro total de emisiones. Tras ellos, se situarían los cultivos industriales con un 3,6%, otros cultivos (patata y flor cortada) con un 3,0%, y los cultivos hortofrutícolas con un 2,7%.

Los resultados obtenidos en el estudio ponen de manifiesto que la importancia cuantitativa de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera por la quema de residuos agrícolas en campo es relativa respecto a otras actividades agrarias y otros sectores. No obstante, el análisis de la misma es una tarea necesaria por las consecuencias que esta actividad presenta: junto con las emisiones de gases contaminantes, y el posible riesgo de provocar incendios, causa pérdida de suelo fértil y desertización, entre otros efectos negativos.

Asimismo, no quemar residuos agrícolas en campo abierto, junto con otras actuaciones propias de la agricultura de conservación, como por ejemplo las prácticas de mínimo laboreo, pueden ayudar a lograr la sostenibilidad energética y medioambiental de las tierras de cultivo.

³ CORINAIR es un proyecto realizado desde 1995 por el Centro Temático Europeo de Emisiones Atmosféricas (European Topic Centre on Air Emissions) bajo contrato de la Agencia Europea de Medio Ambiente. Su objetivo es recopilar, mantener, controlar y publicar la información sobre las emisiones al aire, mediante un inventario europeo de emisiones al aire y un sistema de base de datos. Conciernen a las emisiones de todas las fuentes relevantes para los problemas medioambientales del cambio climático, acidificación, eutrofización, ozono troposférico, calidad del aire y dispersión de sustancias peligrosas. La metodología que emplea es utilizada por la Consejería de Medioambiente para desarrollar el inventario de gases de efecto invernadero a escala andaluza.

1. Introducción

La quema de residuos agrícolas en campo abierto es una práctica agraria común, sobre todo en los países en desarrollo, que genera emisión de gases contaminantes a la atmósfera (gases de efecto invernadero, en adelante GEI, y amoníaco). No obstante, durante los últimos años, se ha desarrollado un conjunto de normativas y reglamentaciones referidas a esta actividad, rechazándola y prohibiéndola en muchos casos: su supresión no sólo se justifica por tratarse de una práctica que genera emisiones de gases contaminantes, sino porque además presenta otros perjuicios para el medio ambiente, como la pérdida de fertilidad del suelo, desertización o incremento del riesgo de incendios.

En este sentido, a escala andaluza, en la Orden de 22 de junio de 2009, por la que se establecen los requisitos legales de gestión y las buenas condiciones agrarias y medioambientales que deben cumplir los agricultores y ganaderos que reciban pagos directos en el marco de la política agrícola común, los beneficiarios de determinadas ayudas de desarrollo rural⁴, y los agricultores que reciban ayudas en virtud de programas de apoyo a la reestructuración y reconversión y a la prima por arranque del viñedo, se recoge la prohibición de quemar los residuos agrícolas correspondientes a leguminosas, proteaginosas y cereales salvo maíz, arroz y sorgo.

Por otra parte, cuando en virtud de las prospecciones fitosanitarias realizadas, la Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera declara zonas afectadas por alguna plaga o enfermedad que puedan hacer aconsejable la quema de rastrojos por razones fitosanitarias, ésta se puede autorizar⁵.

En cualquier caso, la eliminación de los restos de cosecha de los cultivos herbáceos o de la poda de cultivos leñosos, debe realizarse siempre con arreglo a la normativa medioambiental vigente, teniendo en cuenta especialmente el Decreto 247/2001, de 13 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales y demás disposiciones al respecto.

Por otra parte ante la necesidad de reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero, en el año 2007 el Gobierno Andaluz aprobó el Plan Andaluz de Acción por el Clima 2007-2012 (PAAC): Programa de Mitigación, que entre sus objetivos contempla la mejora del conocimiento sobre las emisiones y captaciones de GEI asociados a la agricultura y a la pesca constituye. Como parte de una de las tres medidas concretas que dan respuesta a ese objetivo en el Plan (Medida 61), se elabora este estudio del que a continuación se presentan sus objetivos y estructura.

⁴ Ayudas destinadas a indemnizar a los agricultores por las dificultades naturales en zonas de montaña, Ayudas destinadas a indemnizar a los agricultores por las dificultades en zonas distintas a las de montaña, Ayudas «Natura 2000» y ayudas relacionadas con la Directiva 2000/60/CE, Ayudas agroambientales, Ayudas relativas al bienestar de los animales, Ayudas a la primera forestación de tierras agrarias y Ayudas en favor del medio forestal.

⁵ A tal efecto, resulta imprescindible disponer de la concesión de excepción correspondiente previa solicitud conforme al modelo que se recoge en el Anexo VII y siguiendo el procedimiento descrito en el artículo 6 de la presente Orden. La solicitud debe presentarse antes de la fecha de máximo apogeo de la plaga o enfermedad y, en todo caso, con anterioridad al estado fenológico de grano pastoso.

2. Objetivos y estructura del documento

El **objetivo general** del presente informe es doble: estudiar la incidencia de la supresión de la quema de rastrojos en las emisiones de gases contaminantes en general y GEI en particular en Andalucía como consecuencia de la aplicación de las normas de Condicionalidad y estimar las emisiones de estos gases que se ahorrarían en el caso hipotético de que se prohibiera la quema de residuos vegetales (herbáceos o leñosos) procedentes de la actividad agraria.

Como **objetivos específicos** cabe mencionar los siguientes:

- Analizar en qué grado la desaparición de la quema de residuos agrícolas en campo supondría una mejora en la reducción de los niveles de emisiones de gases contaminantes en Andalucía.
- Identificar qué provincias y cultivos contribuirían en mayor medida a la disminución de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera en Andalucía.
- Identificar y cuantificar los principales gases contaminantes que se dejarían de emitir si no se realizase esta práctica en campo.

El estudio se estructura en cuatro capítulos (aparte del precedente y éste que nos ocupa). En el primero se analizan los gases contaminantes que se emiten en la quema de residuos agrícolas en campo, principalmente gases de efecto invernadero, tanto los directos como los indirectos, describiéndose las relaciones de los mismos con el cambio climático. Como se comentará más adelante, en ese mismo apartado también se analiza otro gas contaminante emitido como consecuencia de la quema de residuos agrícolas, el amoníaco, si bien su importancia cualitativa y cuantitativa es escasa.

En el segundo capítulo se describe la metodología empleada para la realización del estudio. Por un lado, se detallan los datos e hipótesis de partida, y por otro, se describe el método utilizado para el cálculo de las emisiones de gases contaminantes derivadas de la quema de residuos agrícolas en campo abierto.

Seguidamente, en el tercero se incluyen los resultados obtenidos, y en el cuarto las conclusiones.

Por último, se presentan tres anexos que completan el estudio: el primero recoge las tablas que muestran los parámetros relativos a la quema de residuos agrícolas de cultivos para la aplicación y desarrollo de la metodología del IPCC para el cálculo de las emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x. El segundo resume la legislación nacional sobre los derechos de emisión de los gases de efecto invernadero y el tercero analiza la evolución de emisiones de gases de efecto invernadero en España y Andalucía en los últimos años.

3. Gases contaminantes emitidos en la quema de residuos agrícolas

3.1. Introducción

La quema de los residuos en el campo provoca la emisión a la atmósfera de GEI y otros gases contaminantes. Entre los primeros se encuentran GEI directos e indirectos, y entre los otros contaminantes se encuentra el amoníaco.

3.2. Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Los GEI son gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes (IPCC, 2001a)⁶. Esta propiedad causa el efecto invernadero, efecto neto consistente en que parte de la energía absorbida resulta atrapada localmente provocando una tendencia al calentamiento en la superficie del planeta. Se trata de un fenómeno natural beneficioso, ya que gracias a él la Tierra es capaz de mantener formas de vida vegetal y animal que con menores temperaturas serían inviables. No obstante, durante las últimas décadas, las concentraciones de GEI en la atmósfera se han elevado notablemente como consecuencia del incremento de su producción derivado de las actividades humanas o fuentes antropogénicas, como por ejemplo, la quema de combustibles fósiles. Este sobrecalentamiento de la atmósfera provocado por el incremento de emisiones de GEI tiene repercusiones sobre el clima.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático⁷ (CMNUCC), en su Artículo 1, define cambio climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Durante los últimos años las investigaciones científicas han puesto de manifiesto que el cambio climático es una de las amenazas más graves y complejas a la que hacer frente a escala mundial: la variación de la temperatura media del planeta puede afectar a ecosistemas y comunidades naturales, generando impactos negativos en las formas de vida de los mismos.

Para frenar el fenómeno se han puesto en marcha estrategias de mitigación que responden a la necesidad de reducir las emisiones netas de GEI al tiempo que se amplía la capacidad de sumidero de estos gases.

⁶ Definición extraída del “Glosario de términos utilizados en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC” (IPCC, 2001a) (<http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>).

⁷ Fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994 con el objetivo último de estabilizar las emisiones de GEI “a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático”. En ella se demandaba la realización de inventarios actualizables y periódicos de las emisiones de GEI de los países industrializados (http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/feeling_the_heat/items/3385.php, 1998).

3.2.1. GEI directos

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), los principales GEI directos, es decir, atribuibles a las actividades humanas, cuyo control se ha marcado la comunidad internacional en la CMNUCC y en el Protocolo de Kioto⁸, son CO₂, CH₄, N₂O, SF₆ y halocarbonos distintos a los regulados por el Protocolo de Montreal⁹ para la protección de la capa de ozono¹⁰.

Para poder “traducir” la contribución de los diversos gases al efecto invernadero a una unidad común se define el llamado Potencial de Calentamiento Global (GWP) de cada uno. El GWP mide la capacidad de absorción de calor de cada GEI en la atmósfera y hace que se puedan comparar los efectos de los distintos GEI directos. Los GEI directos considerados en este estudio presentan un GWP muy diferente. El CO₂ es el que se utiliza como referencia de comparación, usándose la masa de dióxido de carbono equivalente como unidad de medida.

Asimismo, el estudio de los GEI directos hace también necesario considerar su comportamiento en la atmósfera, el cual varía en dos sentidos:

- Desde una perspectiva “estática”: unas sustancias inducen un mayor efecto que otras por unidad (1 molécula de CH₄ en el aire induce un mayor GWP que una molécula de CO₂).
- Desde una perspectiva “dinámica”: estas sustancias tienen unas “vidas medias” diferentes, modificándose su GWP en el tiempo.

Combinando ambos factores, se han asumido los valores de GWP para cada sustancia en un periodo de 100 años¹¹. De esta forma, la contribución al efecto invernadero para cada sustancia se traduce a su equivalente en CO₂ en un periodo de 100 años.

En el caso de estos gases, existe una relación directa entre emisión y concentración en la atmósfera condicionada por la captación de reservorios y sumideros naturales, que almacenan o retiran GEI de la atmósfera.

⁸ Como es sabido, el Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases causantes del calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. Se trata de un instrumento que se encuentra dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

⁹ El Protocolo de Montreal relativo a Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono es un tratado internacional que tiene como objetivo proteger la capa de ozono mediante el control de producción de las sustancias degradadoras de la misma. El tratado fue firmado el 16 de septiembre de 1987 y entró en vigor el 1 de enero de 1989.

¹⁰ El ozono es un contaminante secundario, es decir, no emitido directamente a la atmósfera, sino formado a partir de reacciones fotoquímicas (activadas por la luz solar) entre contaminantes primarios. Concretamente, se forma ozono cuando coexisten los óxidos de nitrógeno (NO_x), los compuestos orgánicos volátiles (COV) y una radiación solar intensa a lo largo de un periodo de tiempo suficientemente largo (un mínimo de varias horas). Los principales precursores del ozono (NO_x y COV) se emiten de manera natural o como consecuencia de las actividades humanas, en este caso la quema de residuos agrícolas.

¹¹ Datos extraídos del “Tercer Informe de Evaluación del IPCC” (IPCC, 2001b).

Tabla 1 Características de los GEI directos.

GEI	Periodo de vida (años)	Fuentes antropogénicas	Potencial de calentamiento (100 años)
Dióxido de carbono (CO ₂)	---	Combustión de combustible fósiles Cambio del uso de la tierra (deforestación) Producción de cemento, cal, etc.	1
Metano (CH ₄)	12	Combustibles fósiles Arrozales Vertederos Fermentación entérica	23
Óxido nítrico (N ₂ O)	114	Uso de fertilizantes	296
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	3.200	Fluidos dieléctricos	22.200
Halocarbonos (HFC's, PFC's...)	Variable según gas: desde 1 año a 50.000	Refrigerantes líquidos Producción de aluminio	Variable según gas: desde 1 a 14.900

Fuente: Elaboración propia a partir del "Plan Andaluz de Acción por el Clima 2007-2012. Programa de Mitigación" (CMA, 2007a)¹².

3.2.2. GEI indirectos

Los GEI indirectos causan efectos no directos en el calentamiento global de la atmósfera por ser precursores de ozono troposférico, además de contaminantes del aire ambiente de carácter local. En la atmósfera se transforman en gases de efecto invernadero directo.

Los GEI indirectos que recoge la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto son el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x), los óxidos de azufre (SO_x) y los compuestos volátiles no metano (COVNM).

- **Monóxido de carbono (CO).** Se trata de un componente natural de la atmósfera y un contaminante cuando está presente por encima de determinadas concentraciones, pudiendo ser causa de problemas en los casos de concentraciones localmente altas, debido a su toxicidad (Manahan, 2007).

Mayoritariamente está presente como intermediario en la oxidación del metano por el radical hidroxilo (OH). Por lo tanto, aunque por sí mismo no contribuye directamente al efecto invernadero, debido a su influencia sobre los radicales hidroxilos, tiene importancia sobre el clima puesto que su cantidad afecta indirectamente a la formación de otros gases de efecto invernadero como el metano y el ozono troposférico.

- **Óxidos de Nitrógeno (NO_x).** Son gases traza que se presentan en la troposfera y que se originan tanto en procesos antropogénicos como en procesos naturales, siendo los compuestos más importantes dentro de este grupo el óxido nítrico (NO), el dióxido de nitrógeno (NO₂), el ácido nítrico (HNO₃), los aerosoles nitrados y el peroxi- acetil- nitrato (PAN). Son precursores del ozono. Asimismo, controlan la concentración de radicales hidroxilo (OH) en la atmósfera.

¹² Datos extraídos del "Tercer Informe de Evaluación del IPCC" (IPCC, 2001b).

- **Óxidos de azufre (SO_x).** Son gases cuya presencia en la atmósfera pueden influir en el clima. Por ejemplo, el SO₂ es un precursor de aerosoles¹³ y tiene un efecto de enfriamiento sobre el clima (Benavides *et al.*, 2007).

Su efecto en algunas regiones puede ser comparable, pero opuesto, a las emisiones de gases de efecto invernadero directos. Sin embargo, los aerosoles, dependiendo de su tamaño y forma geométrica, también pueden contribuir al calentamiento de la atmósfera, por lo que no se conoce con exactitud si el aumento de su cantidad favorecerá el enfriamiento o calentamiento de la Tierra. Asimismo, son eliminados rápidamente de la atmósfera por la precipitación. Por tener tiempos de vida atmosférica cortos, y por presentar concentraciones y composiciones que varían regional, espacial y temporalmente, sus contribuciones al forzamiento radiactivo son difíciles de cuantificar.

- **Compuestos volátiles no metano (COVNM).** Entre ellos se incluye el butano, propano y etano. Estos compuestos participan, junto con los óxidos de nitrógeno, en la formación de ozono troposférico y otros oxidantes fotoquímicos.

3.3. Otros gases contaminantes: amoníaco

Como se ha comentado anteriormente, la quema de residuos de los cultivos en campo, produce otros gases contaminantes, además de gases de efecto invernadero. Entre ellos el de mayor importancia relativa es el amoníaco (NH₃). No obstante, las emisiones de este gas presentan escasa importancia respecto a las emisiones totales generadas por esta práctica.

El amoníaco es un gas que se encuentra en la atmósfera mayoritariamente debido a fuentes de origen natural, principalmente como consecuencia de la hidrólisis de la urea de las excretas de los animales (en muchos de estos procesos biológicos el N₂ se reduce a NH₃ en condiciones de temperatura y presión apropiadas) (Seoáñez, 2002). Del mismo modo, se emite en forma gaseosa en ciertos procesos industriales o en la combustión del carbón. En estos casos de producción artificial de NH₃, las condiciones que se requieren son de alta presión, alta temperatura y presencia de hidrógeno gas y de un catalizador.

4. Metodología

A partir de la metodología que a continuación se describe, se han calculado las emisiones de gases contaminantes que se han evitado por la supresión de la quema de rastrojos a la que obliga la Condicionalidad. Igualmente se ha estimado el ahorro de emisiones en un escenario hipotético de supresión total de quema de cualquier residuo procedente de la actividad agraria andaluza.

¹³ Los aerosoles son pequeñas partículas que suspendidas en el aire reflejan y absorben radiación infrarroja solar y la emitida por la superficie de la Tierra, favoreciendo la formación de nubes, actuando como núcleos de condensación alrededor de los cuales las gotas de agua crecen en tamaño. Un incremento en el número de núcleos de condensación puede incrementar el albedo de las nubes, dando lugar, a una mayor cantidad de radiación reflejada por la capa de las nubes. Asimismo, un aumento de las partículas sulfatadas en la estratosfera puede incrementar la reflexión de onda corta al espacio (Benavides *et al.*, 2007).

4.1. Consideraciones previas e información de partida

El análisis de las emisiones que se ahorran como consecuencia, tanto de la prohibición de la quema de rastrojos de cereales (excepto maíz, sorgo y arroz), leguminosas y proteaginosas, como de la supresión completa de la quema de cualquier residuo agrícola se ha realizado para la Comunidad Autónoma de **Andalucía** a partir de datos de producción de los cultivos contemplados correspondientes al **año 2008**.

Se han tenido en cuenta los cultivos que se muestran en la Tabla 2 al ser los de mayor importancia en Andalucía y por tanto los que generan residuos cuya quema puede tener mas influencia en las emisiones de gases contaminantes.

Tabla 2 Cultivos agrícolas contemplados en el estudio.

Grupo	Subgrupo	Cultivos	Tipo de residuo
Cultivos herbáceos	Cereales (excepto arroz, maíz y sorgo), leguminosas y proteaginosas	Trigo, cebada, avena, centeno y triticale Garbanzo Haba y guisante secos	Rastrojos
	Cultivos hortofrutícolas (protegidos y al aire libre)	Tomate, pimiento, judía, melón, sandía, berenjena, calabacín, pepino, fresa y fresón	Residuos biodegradables
	Cultivos industriales	Algodón Girasol Remolacha azucarera	Mata de algodón Cañote de girasol Restos aéreos y corona de remolacha
	Otros cultivos	Flor cortada Patata	Restos de flor cortada Mata de patata
Cultivos leñosos	Cultivos leñosos	Almendro Cítricos (limonero, mandarino y naranjo) No cítricos (aguacate, albaricoquero, cerezo y guindo, ciruelo, manzano, melocotonero, níspero, peral) Olivar Viñedo	Leña, ramón y hojas

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los **cereales**, el trigo es el más importante, tanto en superficie como en producción. En superficie, le siguen la cebada y avena. Sus rastrojos representan una gran cantidad de biomasa. En cuanto a las **leguminosas y proteaginosas** sólo se han considerado las de mayor importancia en Andalucía, es decir, garbanzo, haba y guisante seco.

Sobre los **cultivos hortofrutícolas**, protegidos y al aire libre, cabe señalar que se concentran principalmente en las provincias de Almería, Málaga y Granada, a excepción de la fresa que se produce en la provincia de Huelva, y que presentan una gran importancia económica y social. Los residuos generados por estos cultivos se caracterizan por su elevada heterogeneidad y producción por unidad de superficie. Dentro de esta categoría, se han incluido el tomate, pimiento, judía, melón, sandía, berenjena, calabacín, pepino, fresa y fresón, destacando la importancia de su superficie cultivada en invernaderos (Manzano, 2007).

Los **cultivos industriales** considerados son el girasol, la remolacha y el algodón, si bien la importancia de los dos últimos se ha visto reducida en los últimos años.

Asimismo, respecto a los cultivos herbáceos, en el estudio también se han incluido otras dos especies más: patata y flor cortada.

Los restos de poda de los **cultivos leñosos** tradicionalmente se han quemado *in situ*, o bien, en algunos casos, se han incorporado al suelo de la explotación. Sólo los de determinadas especies, y en escasas cantidades, se emplean como leña.

Los cultivos leñosos considerados son olivar, viñedo, almendro, naranjo, mandarino, limonero, aguacate, albaricoquero, cerezo y guindo, ciruelo, manzano, melocotonero, níspero y peral.

Respecto al olivar, cabe indicar que se trata del principal cultivo leñoso de Andalucía. Ocupa más del 33% de su superficie agrícola, llegando a ser monocultivo en amplias zonas de la provincia de Jaén.

En cuanto al viñedo, su cultivo se concentra en las provincias de Cádiz, Córdoba y Huelva, donde se produce uva de vinificación, y Málaga, donde se obtiene principalmente uva pasa. También existe cierta proporción de uva de mesa, principalmente en Sevilla y Málaga, y en mucha menor medida en Almería.

Dentro de los frutales de cáscara el almendro es el único considerado dado que ocupa la práctica totalidad de la superficie dedicada a estos frutales en Andalucía.

Como datos de partida para estimar las emisiones se han utilizado las producciones de los cultivos considerados que recoge el “Avance de superficies y producciones a 30 de septiembre del año 2009” (CAP, 2009) y que se presentan en las tablas siguientes.

Tabla 3 Producción de cereales (excepto arroz, maíz y sorgo), leguminosas y proteaginosas en Andalucía en el año 2008 (toneladas).

Provincia	toneladas									
	Cereales					Leguminosas		Proteaginosas		
	Trigo	Cebada	Avena	Centeno	Triticale	Garbanzo	Haba seca	Guisante seco		
Almería	1.483	12.750	3.080	9	25	2	4	7		
Cádiz	241.750	19.450	21.300	0	28.100	1.990	3.575	950		
Córdoba	299.881	27.982	27.699	49	1.865	4.082	5.135	1.672		
Granada	10.037	48.456	12.779	162	374	862	565	608		
Huelva	61.630	2.175	3.700	0	17.400	350	290	750		
Jaén	44.708	26.774	6.032	43	139	153	618	144		
Málaga	92.120	30.200	13.735	4	1.708	2.250	6.000	4.644		
Sevilla	668.825	53.888	15.875	0	19.438	5.340	8.606	2.381		
Andalucía	1.420.434	221.675	104.200	267	69.049	15.029	24.793	11.156		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del "Avance de Superficies y Producciones a 30 de septiembre del año 2009" (CAP, 2009).

Tabla 4 Producción de los principales cultivos hortofrutícolas (protegidos y al aire libre) en Andalucía en el año 2008 (toneladas).

Provincia	toneladas									
	Tomate	Pimiento	Judía	Melón	Sandía	Berenjena	Calabacín	Pepino	Fresa	
Almería	1.077.809	446.871	18.665	186.621	332.125	126.904	242.921	382.734	0	
Cádiz	57.300	39.200	3.050	12.100	14.050	10.350	10.295	5.985	2.850	
Córdoba	11.800	9.500	1.100	27.600	30.000	3.163	5.040	2.250	90	
Granada	226.251	45.027	51.840	11.598	16.755	6.640	14.262	206.137	156	
Huelva	6.800	8.000	280	4.750	6.600	170	650	90	264.666	
Jaén	15.540	6.960	1.470	2.034	2.492	2.611	0	1.406	60	
Málaga	49.800	33.750	21.560	14.000	10.800	12.130	6.875	19.200	14	
Sevilla	176.725	23.425	108	42.000	61.875	1.090	1.425	600	2.513	
Andalucía	1.622.025	612.733	98.073	300.703	474.697	163.058	281.468	618.402	270.349	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del "Avance de Superficies y Producciones a 30 de septiembre del año 2009" (CAP, 2009).

Tabla 5 Producción de cultivos industriales en Andalucía en el año 2008 (toneladas).

Provincia	toneladas		
	Algodón	Girasol	Remolacha azucarera
Almería	0	2	0
Cádiz	6.375	64.135	250.500
Córdoba	5.311	77.332	1.083
Granada	0	440	0
Huelva	438	24.200	8.390
Jaén	6.987	2.555	2.989
Málaga	0	6.000	1.950
Sevilla	36.000	218.018	526.250
Andalucía	55.111	392.682	791.162

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del “Avance de Superficies y Producciones a 30 de septiembre del año 2009” (CAP, 2009).

Tabla 6 Producción de otros cultivos herbáceos (patata y flor cortada) en Andalucía en el año 2008 (toneladas).

Provincia	toneladas	
	Flor cortada	Patata
Almería	26.476	12.308
Cádiz	532.500	66.300
Córdoba	26.400	119.240
Granada	30.285	45.700
Huelva	0	10.770
Jaén	1.480	10.204
Málaga	3.900	63.600
Sevilla	83.125	168.175
Andalucía	704.166	496.297

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del “Avance de Superficies y Producciones a 30 de septiembre del año 2009” (CAP, 2009).

Tabla 7 Producción de los principales cultivos leñosos en Andalucía en el año 2008 (toneladas).

Provincia	toneladas													
				Cítricos			No cítricos							
	Almendra	Olivar	Vitípedo	Naranja	Mandarino	Limonero	Aguacate	Albaricoquero	Cerezo y guindo	Ciruelo	Manzano	Melocotonero	Peral	Nispero
Almería	12.681	43.282	5.999	164.763	51.077	46.154	126	247	266	398	935	369	288	145
Cádiz	139	40.500	101.925	62.650	10.200	378	410	11	0	10	14	147	6	8
Córdoba	368	966.000	44.824	192.867	9.778	293	0	250	192	5.700	1.125	7.695	560	212
Granada	3.741	379.373	14.772	18.620	101	2.840	23.328	169	3.481	970	5.196	29.480	6.899	9.546
Huelva	950	35.000	31.700	240.000	120.000	200	180	50	20	5.000	250	20.800	420	2
Jaén	1.938	1.993.219	1.106	4	0	8	0	98	1.726	1.477	219	631	73	0
Málaga	6.000	263.420	12.800	88.000	14.600	90.000	42.000	350	200	500	800	800	2.100	2.917
Sevilla	259	687.500	25.275	426.060	42.442	2.558	53	887	145	27.436	265	120.149	623	173
Andalucía	26.076	4.408.294	238.401	1.192.964	248.198	142.431	66.097	2.062	6.030	41.491	8.804	180.071	10.989	13.003

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del "Avance de Superficies y Producciones a 30 de septiembre del año 2009" (CAP, 2009).

4.2. Cálculo de emisiones de gases contaminantes derivadas de la quema de residuos agrícolas

Para estimar las emisiones de gases contaminantes evitadas por la supresión de la quema de los residuos agrícolas se ha seguido la misma metodología que utiliza la Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) en los **Informes de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero**. En dichos informes las emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x se estiman siguiendo el método de cálculo empleado por el IPCC, mientras que para valorar las de SO_x y COVNM se utilizan los factores de emisión de la metodología CORINAIR. En el caso de las emisiones de NH₃ la metodología utilizada en nuestro estudio ha sido también esta última.

En el siguiente apartado se describe el método de cálculo de los GEI directos, CH₄ y N₂O, y de los GEI indirectos, CO y NO_x. Posteriormente, se describe el método de cuantificación del resto de GEI indirectos, es decir, SO_x y COVNM, y amoníaco (NH₃).

4.2.1. Cálculo de emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x

Respecto a la **metodología del IPCC**, siguiendo la publicación “**Directrices del IPCC para los inventarios de los GEI, versión revisada en 1996: Libro de trabajo**” (Capítulo 4, Sección 4.3), se han calculado las emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x producidas por causas antropogénicas.

Como ya se ha comentado, este método considera que, aunque en la quema se produce emisión de CO₂, no se trata de una fuente neta de CO₂ ya que la emisión del gas liberado a la atmósfera se compensa por la reabsorción en la siguiente campaña por el crecimiento del cultivo.

Según el método propuesto por el IPCC, las etapas serían las siguientes:

1. **Cálculo de la cantidad de residuos que generan los cultivos**

La cantidad de residuos generados por los cultivos se obtiene a partir de la producción y la tasa de residuo de cada cultivo¹⁴ (Tabla I del Anexo I).

2. **Estimación de la cantidad de residuos secos**

La cantidad de residuos secos se obtiene del producto de la cantidad de residuos generados por la fracción de materia seca correspondiente a cada uno de los cultivos en estudio (Tabla II del Anexo I).

3. **Estimación de la biomasa quemada total**

¹⁴ Los valores de la tasa de residuo según cultivo utilizados son los empleados en los inventarios nacional y andaluz proporcionados por el IPCC que se incluyen en el “Informe Inventarios GEI 1990-2007” (MARM, 2009). No obstante, cabe señalar la existencia de tasas de residuos con mayor representatividad para las condiciones de cultivo de los territorios andaluces (CAP, 2008). Se han utilizado los datos del “Informe Inventarios GEI 1990-2007” (MARM, 2009) con el objetivo de seguir el método de cálculo empleado para la realización de dicho informe.

La biomasa quemada total se calcula aplicando a la cantidad de residuos secos, la fracción oxidada¹⁵ de cada cultivo, 0,90 para todos las especies consideradas (IPCC, 1996), y el porcentaje de residuos que son quemados (fracción quemada) de cada uno de los cultivos, y que se recogen en la Tabla III del Anexo I.

4. Cálculo del carbono y el nitrógeno total liberado

El carbono total liberado se calcula multiplicando la biomasa quemada por la fracción de carbono de cada tipo de residuo. Igualmente, el nitrógeno total liberado se obtiene de multiplicar la biomasa quemada por la fracción de nitrógeno de cada tipo de residuo (Tabla IV del Anexo I).

5. Estimación de las emisiones de CH₄ y CO

Las emisiones de metano (CH₄) y monóxido de carbono (CO) se cuantifican multiplicando, para cada gas, el carbono total liberado por su relación de emisión por defecto (Tabla 8) y su relación de conversión (Tabla 9).

Tabla 8 Tasas de emisión (rango de valores y valores por defecto) para la realización de los cálculos de la quema de residuos agrícolas según gas (CH₄ y CO).

Gas	CH ₄	CO
Tasa de emisión (rango de valores)	0,0030-0,0070	0,0400-0,0800
Tasa de emisión (por defecto)	0,0050	0,0600

Fuente: Elaboración propia a partir de “Directrices del IPCC para los inventarios de GEI, versión revisada en 1996: Libro de Trabajo” (IPCC, 1996).

Tabla 9 Relaciones de conversión de los GEI (CH₄ y CO).

Gas	CH ₄	CO
Relación de conversión	16/12	28/12

Fuente: Elaboración propia a partir de “Directrices del IPCC para los inventarios de GEI, versión revisada en 1996: Libro de Trabajo” (IPCC, 1996).

6. Estimación de las emisiones de N₂O y NO_x

El cálculo de las emisiones de óxido nitroso (N₂O) y óxidos de nitrógeno (NO_x) se realiza del mismo modo que para el CH₄ y CO, si bien se parte del nitrógeno total liberado.

En la Tabla 10 y la Tabla 11 se presentan las relaciones de emisión (rango de valores y valores por defecto) y las relaciones de conversión de los gases N₂O y NO_x respectivamente.

Tabla 10 Tasas de emisión (rango de valores y valores por defecto) para la realización de los cálculos de la quema de residuos agrícolas según gas (N₂O y NO_x).

Gas	N ₂ O	NO _x
Tasa de emisión (rango de valores)	0,0050-0,0090	0,0940-0,1480
Tasa de emisión (por defecto)	0,0070	0,1210

Fuente: Elaboración propia a partir de “Directrices del IPCC para los inventarios de GEI, versión revisada en 1996: Libro de Trabajo” (IPCC, 1996).

¹⁵ La **fracción oxidada** hace referencia a la parte de biomasa quemada que se oxida. Cabe indicar que una pequeña parte puede permanecer como carbón vegetal. Varía entre 0,8 y 1,0 según la especie. En el estudio que nos ocupa, se ha considerado un valor de 0,90 para el conjunto de cultivos que en él se incluyen (IPCC, 1996).

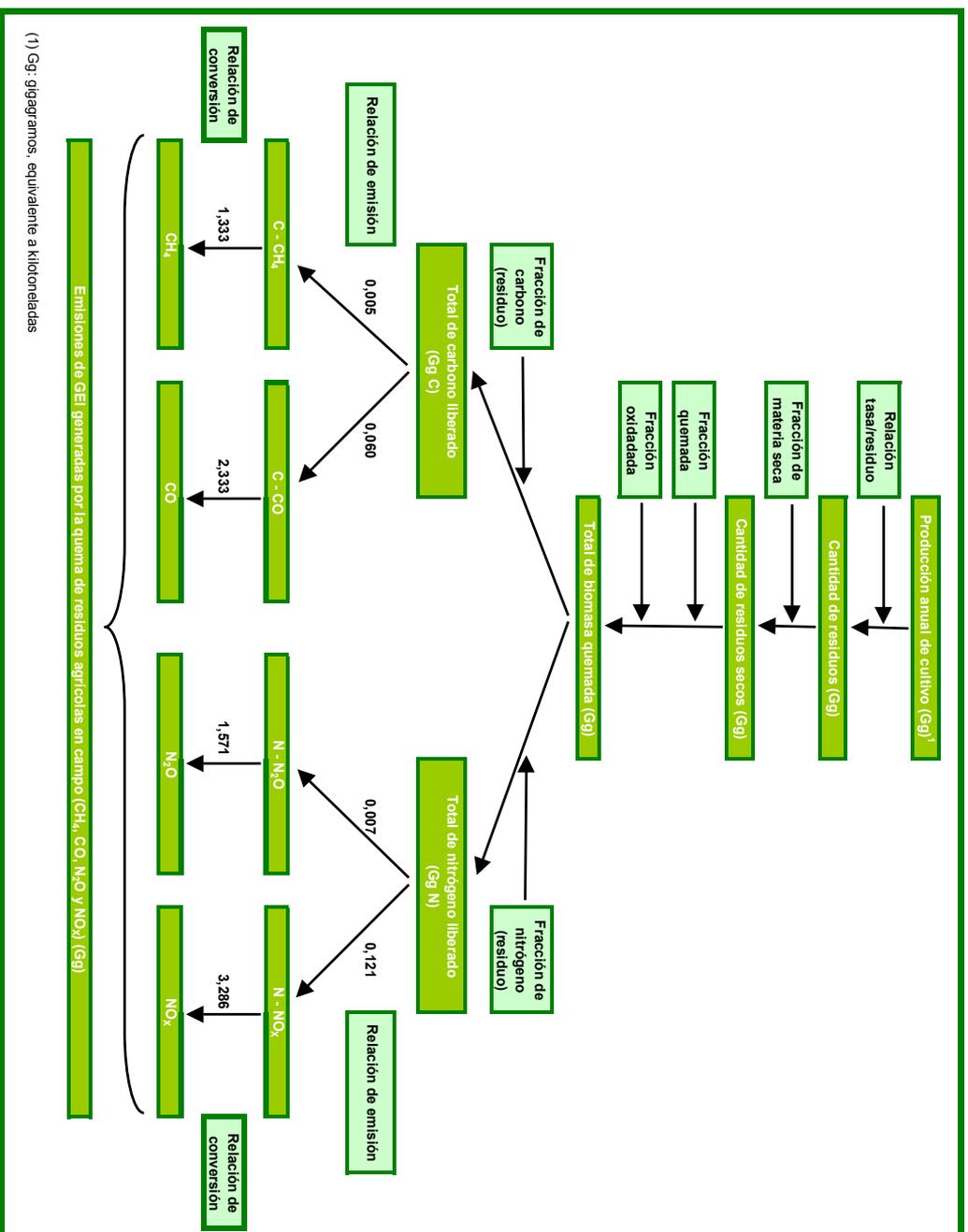
Tabla 11 Relaciones de conversión de los GEI (N₂O y NO_x).

Gas	N ₂ O	NO _x
Relación de conversión	44/28	46/14

Fuente: Elaboración propia a partir de “Directrices del IPCC para los inventarios de GEI, versión revisada en 1996: Libro de Trabajo” (IPCC, 1996).

En la Figura 1 se muestra los pasos a seguir para realizar el cálculo de las emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x derivadas de la quema de residuos agrícolas en campo abierto.

Figura 1 Esquema relativo al cálculo de las emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x.



Fuente: Elaboración propia a partir de “Directrices del IPCC para los inventarios de GEI, versión revisada en 1996: Libro de Trabajo” (IPCC, 1996).

4.2.2. Cálculo de emisiones de SO_x, COVNM y NH₃

La cuantificación de las emisiones del resto de GEI indirectos, SO_x y COVNM, y de amoníaco (NH₃) generadas por la quema de residuos agrícolas se ha realizado a partir de la estimación del carbono total liberado, calculada por la metodología del IPCC (1996), a la que se le ha aplicado los factores de emisión correspondiente de cada uno de estos gases que recoge el método CORINAIR (Tabla 12).

Tabla 12 Coeficientes de emisión debidos a la quema de biomasa respecto al carbono emitido en forma de CO₂.

Gas	moles X por 100 moles CO ₂ emitido	g X / kg C emitido como CO ₂
SO _x	0,30	1,60
COVNM	7,00	21,00
NH ₃	1,30	1,80

Fuente: Elaboración propia a partir del capítulo “Other sources and sinks / Activities 110301 - 11302” de “EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007” (AEMA, 2006).

5. Resultados: emisiones evitadas por la supresión de la quema de residuos agrícolas en Andalucía

5.1. Estimación de la cantidad de residuos generados y residuos secos

La cantidad de residuos generados por subgrupo de cultivo en Andalucía en el año 2008 se muestra en la siguiente tabla.

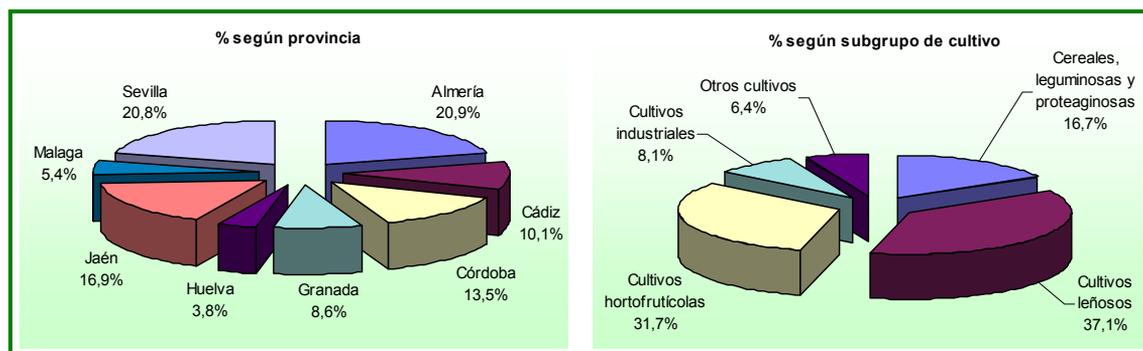
Tabla 13 Cantidad de residuos generados por subgrupo de cultivo en Andalucía en 2008.

Provincia	kilotoneladas					Total cultivos
	Cultivos herbáceos				Cultivos leñosos	
	Cereales, leguminosas y proteaginosas	Cultivos hortofrutícolas	Cultivos industriales	Otros cultivos		
Almería	21,29	2.835,18	0,00	31,77	110,47	2.998,72
Cádiz	408,71	158,54	221,30	561,01	95,26	1.444,81
Córdoba	473,46	91,75	171,80	77,67	1.128,75	1.943,43
Granada	90,82	635,69	0,92	49,94	461,06	1.238,42
Huelva	111,83	292,31	53,73	4,63	85,68	548,19
Jaén	99,31	34,19	20,19	5,87	2.259,63	2.419,19
Málaga	190,74	191,85	13,07	31,25	343,62	770,51
Sevilla	997,28	309,88	683,35	155,44	845,50	2.991,44
Andalucía	2.393,44	4.549,39	1.164,35	917,57	5.329,96	14.354,72

La cantidad de residuos es el producto de la tasa residuo-cultivo correspondiente a cada especie (Tabla I del Anexo I) y la producción de cada uno de los cultivos considerados (Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7).

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1 Biomasa residual generada en Andalucía en el año 2008 según provincia y subgrupo de cultivo.



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos se puede mencionar que la provincia que genera mayor volumen de biomasa residual es Almería (20,9%), seguida de Sevilla (20,8%), Jaén (16,9%) y Córdoba (13,5%). Los cultivos herbáceos, que incluyen los cultivos hortofrutícolas (31,7%), los cereales, leguminosas y proteaginosas (16,7%), los cultivos industriales (8,1%) y otros cultivos (6,4%), generan el 62,9% de la biomasa residual producida, frente al 37,1% que producen los cultivos leñosos. Profundizando en cada subgrupo de cultivo, dentro de los leñosos, el olivar, con un 93,5% del total de este grupo, es la principal fuente del sector agrario andaluz, siendo en la provincia de Jaén donde se producen mayores cantidades. En el caso de los cereales, leguminosas y proteaginosas, el trigo (77,2%), cebada (11,1%) y avena (5,7%) son las especies que mayor cantidad de residuos generan. Finalmente, dentro de los cultivos hortofrutícolas, destacan el tomate (35,7%), el pepino (13,6%) y el pimiento (13,5%).

Los residuos secos que corresponden a la biomasa residual estimada se presentan en la Tabla 14.

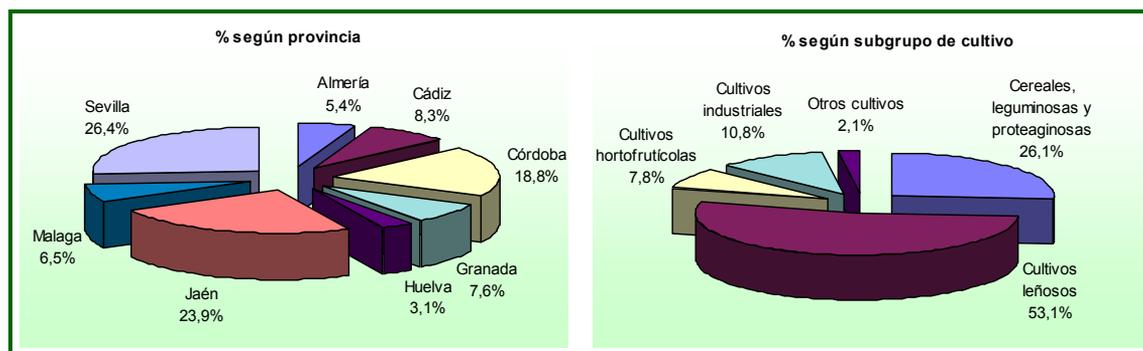
Tabla 14 Residuos secos (kilotoneladas) que se generarían por subgrupo de cultivo en Andalucía (estimados a partir de sus producciones en el año 2008).

Provincia	kilotoneladas					
	Cultivos herbáceos				Cultivos leñosos	Total cultivos
	Cereales, leguminosas y proteaginosas	Cultivos hortofrutícolas	Cultivos industriales	Otros cultivos		
Almería	18,38	313,31	0,00	5,03	89,32	426,04
Cádiz	351,23	20,72	139,19	66,08	72,58	649,80
Córdoba	405,20	10,93	149,87	25,71	881,63	1.473,34
Granada	78,44	146,31	0,80	11,87	361,11	598,52
Huelva	96,58	29,68	44,98	2,08	67,09	240,42
Jaén	84,98	5,77	17,75	2,12	1.766,32	1.876,94
Málaga	163,81	53,59	10,95	12,70	269,99	511,03
Sevilla	850,56	31,16	485,17	40,85	661,37	2.069,11
Andalucía	2.049,19	611,46	848,71	166,45	4.169,39	7.845,20

La cantidad de residuos secos se cuantifica multiplicando la cantidad de residuos generados, calculados en el apartado anterior (Tabla 13), por la fracción de materia seca de cada uno de los cultivos considerados, recogida en la Tabla II del Anexo I.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2 Cantidad de residuos secos que se generarían en Andalucía según provincia y subgrupo de cultivo.



Fuente: Elaboración propia.

Sevilla (26,4%) y Jaén (23,9%) son las provincias donde se genera mayor cantidad de residuos secos en Andalucía. Tras ella, se sitúa Córdoba con un 18,8%.

Cabe destacar el caso de Almería, que siendo, como se ha comentado anteriormente, la provincia andaluza que genera mayor volumen de biomasa residual (20,9%), pasa a ser la penúltima en generación de biomasa residual seca (5,4%), debido a que en ella se concentra la mayor parte de la producción de cultivos hortofrutícolas, principalmente protegidos, cuyos residuos tienen alto contenido en humedad.

Como cabe esperar, por subgrupo de cultivo, los leñosos son los que mayor cantidad de residuos secos producen, en concreto, el 53,1% del total. Tras él, los cereales, leguminosas y proteaginosas suponen el 26,1%, los cultivos industriales el 10,8% y los cultivos hortofrutícolas el 7,8%.

5.2. Estimación de la biomasa quemada total

En la siguiente tabla y en el gráfico que aparece a continuación se estima la biomasa quemada que correspondería a los residuos de los cultivos incluidos en el estudio estimados a partir de las fracciones quemadas.

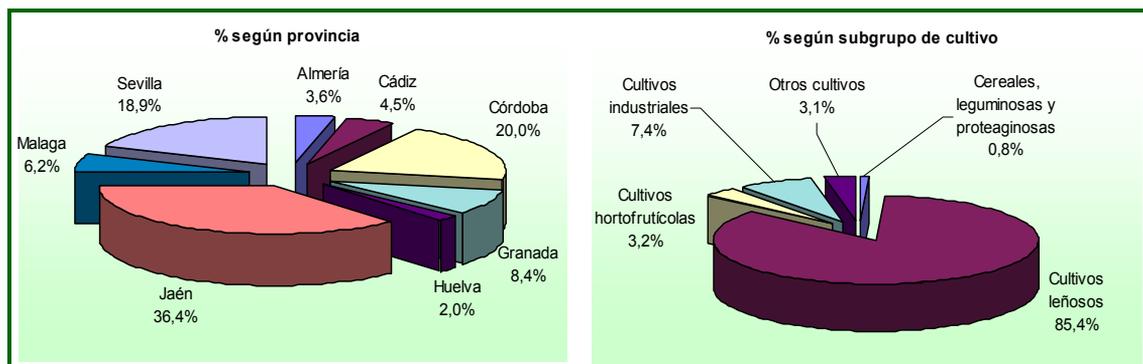
Tabla 15 Estimación de la cantidad de biomasa quemada (toneladas) que se produciría en Andalucía en un escenario en que se quemase la totalidad de los residuos de los cultivos bajo estudio.

Provincia	toneladas					
	Cultivos herbáceos				Cultivos leñosos	Total cultivos
	Cereales, leguminosas y proteaginosas	Cultivos hortofrutícolas	Cultivos industriales	Otros cultivos		
Almería	200	56.400	0	3.450	62.700	122.750
Cádiz	4.510	3.730	41.750	53.700	50.950	154.640
Córdoba	5.470	1.970	44.960	12.760	618.900	684.050
Granada	1.060	26.340	240	6.700	253.500	287.830
Huelva	1.240	5.340	13.490	940	47.100	68.110
Jaén	1.040	1.040	5.330	1.020	1.239.950	1.248.380
Málaga	3.610	9.650	3.280	5.890	189.530	211.960
Sevilla	10.920	5.610	145.540	22.130	464.280	648.470
Andalucía	28.040	110.060	254.590	106.590	2.926.910	3.426.190

La biomasa quemada total se calcula aplicando a la cantidad de residuos secos (Tabla 14), la fracción oxidada de cada cultivo (0,90 para todas las especies consideradas) y el porcentaje de residuos que son quemados (fracción quemada) de cada uno de los cultivos (Tabla III del Anexo I).

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3 Estimación de la biomasa quemada en Andalucía según provincia y subgrupo de cultivo.



Fuente: Elaboración propia.

Jaén (36,4%) es la provincia andaluza en la que, si se quemara toda la biomasa residual procedente de los cultivos estudiados, la cantidad de biomasa quemada sería mayor, debido a la importancia del cultivo del olivar en la misma. Tras ella, se sitúan Córdoba (20,0%) y Sevilla (18,9%). Por subgrupo de cultivos, es la biomasa quemada de las especies leñosas la que mayor porcentaje representaría a escala andaluza, alcanzado el 85,4% del total.

5.3. Estimación del carbono y nitrógeno total liberado

La Tabla 16 y la Tabla 17 recogen respectivamente las estimaciones de carbono y nitrógeno total liberado por subgrupo de cultivo en el escenario de quema total de residuos considerado.

Tabla 16 Carbono total liberado según subgrupos de cultivos (toneladas).

Provincia	toneladas					Cultivos leñosos	Total cultivos
	Cultivos herbáceos						
	Cereales, leguminosas y proteaginosas	Cultivos hortofrutícolas	Cultivos industriales	Otros cultivos			
Almería	90	21.870	0	1.430	33.530	56.920	
Cádiz	2.010	1.330	9.210	22.090	27.100	61.740	
Córdoba	2.350	730	9.130	5.360	307.820	325.390	
Granada	430	7.330	50	2.800	126.880	137.490	
Huelva	560	2.170	2.730	400	24.940	30.800	
Jaén	460	330	1.250	430	614.350	616.810	
Málaga	1.260	2.510	660	2.480	95.670	102.580	
Sevilla	4.860	2.290	31.480	9.260	232.390	280.280	
Andalucía	12.030	38.560	54.510	44.250	1.462.680	1.612.030	

La cantidad de carbono total liberado se cuantifica multiplicando la biomasa quemada, calculada en el apartado anterior (Tabla 15), por la fracción de carbono para cada tipo de residuo (Tabla IV del Anexo I).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 Nitrógeno total liberado por subgrupo de cultivos (toneladas).

Provincia	toneladas					
	Cultivos herbáceos				Cultivos leñosos	Total cultivos
	Cereales, leguminosas y proteaginosas	Cultivos hortofrutícolas	Cultivos industriales	Otros cultivos		
Almería	0	1.450	0	80	410	1.940
Cádiz	30	90	390	1.380	240	2.120
Córdoba	30	50	370	180	2.540	3.170
Granada	10	460	0	120	1.000	1.590
Huelva	10	140	110	10	410	680
Jaén	10	20	50	10	4.830	4.920
Málaga	30	160	30	70	860	1.150
Sevilla	60	150	1.310	370	2.110	3.990
Andalucía	170	2.520	2.250	2.210	12.400	19.550

El nitrógeno total liberado se cuantifica multiplicando la biomasa quemada, calculada en el apartado anterior (Tabla 15) por la fracción de nitrógeno para cada tipo de residuo (Tabla IV del Anexo I).

Fuente: Elaboración propia.

5.4. Cálculo de emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x

En la tabla siguiente se muestran las emisiones de metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO_x) que se producirían al quemar los residuos agrícolas de los cultivos considerados en el estudio.

Tabla 18 Emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x procedentes de la quema de residuos agrícolas de los cultivos considerados en el estudio en Andalucía en el año 2008 (toneladas).

Provincia	Gas	toneladas					
		Cultivos herbáceos				Cultivos leñosos	Total cultivos
		Cereales, leguminosas y proteaginosas	Cultivos hortofrutícolas	Cultivos industriales	Otros cultivos		
Almería	CH ₄	0,6	145,8	0,0	9,5	223,5	379,5
	N ₂ O	0,0	16,0	0,0	0,8	4,5	21,3
	CO	12,6	3.062,2	0,0	200,2	4.693,6	7.968,6
	NO _x	0,4	577,2	0,0	30,6	161,3	769,5
Cádiz	CH ₄	13,4	8,8	61,4	147,3	180,7	411,6
	N ₂ O	0,3	1,0	4,3	15,1	2,6	23,3
	CO	281,9	185,5	1.289,6	3.092,5	3.794,7	8.644,1
	NO _x	10,1	34,6	155,2	547,3	95,0	842,2
Córdoba	CH ₄	15,7	4,9	60,9	35,7	2.052,1	2.169,3
	N ₂ O	0,4	0,5	4,0	2,0	28,0	34,8
	CO	329,1	102,6	1.277,9	750,7	43.094,9	45.555,2
	NO _x	12,9	19,2	145,2	71,3	1.010,2	1.258,8
Granada	CH ₄	2,9	48,8	0,3	18,7	845,9	916,6

Provincia	Gas	toneladas					
		Cultivos herbáceos				Cultivos leñosos	Total cultivos
		Cereales, leguminosas y proteaginosas	Cultivos hortofrutícolas	Cultivos industriales	Otros cultivos		
	N ₂ O	0,1	5,1	0,0	1,3	11,0	17,5
	CO	60,3	1.025,8	6,7	391,9	17.763,8	19.248,4
	NO _x	2,9	183,7	0,8	47,1	396,5	630,9
Huelva	CH ₄	3,7	14,5	18,2	2,6	166,3	205,3
	N ₂ O	0,1	1,6	1,2	0,1	4,5	7,5
	CO	78,6	304,0	382,7	55,5	3.491,6	4.312,3
	NO _x	2,8	57,6	43,8	4,1	164,0	272,3
Jaén	CH ₄	3,1	2,2	8,3	2,9	4.095,6	4.112,1
	N ₂ O	0,1	0,2	0,6	0,1	53,2	54,2
	CO	64,5	45,8	174,8	60,2	86.008,4	86.353,7
	NO _x	2,1	8,4	20,0	5,3	1.922,1	1.957,9
Málaga	CH ₄	8,4	16,7	4,4	16,6	637,8	683,9
	N ₂ O	0,4	1,7	0,3	0,8	9,4	12,6
	CO	176,2	351,7	92,7	347,8	13.393,2	14.361,6
	NO _x	13,8	62,2	10,6	28,0	341,0	455,6
Sevilla	CH ₄	32,4	15,3	209,9	61,7	1.549,3	1.868,6
	N ₂ O	0,6	1,7	14,4	4,0	23,2	43,9
	CO	680,9	320,9	4.407,6	1.295,8	32.534,6	39.239,8
	NO _x	22,8	60,9	519,1	145,5	838,3	1.586,5
Andalucía	CH ₄	80,2	257,1	363,4	295,0	9.751,2	10.746,8
	N ₂ O	1,9	27,8	24,8	24,3	136,4	215,1
	CO	1.684,0	5.398,6	7.631,9	6.194,5	204.774,8	225.683,8
	NO _x	67,6	1.003,8	894,6	879,4	4.928,4	7.773,8

Las emisiones de CH₄ y CO se cuantifican multiplicando, para cada gas, el carbono total liberado, calculado anteriormente (Tabla 16) por su relación de emisión (Tabla 8) y su relación de conversión (Tabla 9). Asimismo, el cálculo de las emisiones de N₂O y NO_x se realiza de la misma forma en el caso del CH₄ y CO, si bien se parte del nitrógeno total liberado, calculado anteriormente (Tabla 17). En la Tabla 10 se presentan las relaciones de emisión de los gases de N₂O y NO_x y en la Tabla 11 se recogen las relaciones de conversión de estos mismos gases.

Fuente: Elaboración propia.

5.5. Cálculo de emisiones de SO_x, COVNM y NH₃

En la siguiente tabla se muestran los resultados de estimar las emisiones de SO_x, COVNM y NH₃ que se producirían durante la quema de residuos agrícolas de los cultivos considerados en el estudio en Andalucía.

Tabla 19 Emisiones de SO_x, COVNM y NH₃ procedentes de la quema de residuos agrícolas de los cultivos incluidos en el estudio en Andalucía (toneladas).

Provincia	Gas	toneladas					
		Cultivos herbáceos				Cultivos leñosos	Total cultivos
		Cereales, leguminosas y proteaginosas	Cultivos hortofrutícolas	Cultivos industriales	Otros cultivos		
Almería	SO _x	0,1	35,0	0,0	2,3	53,6	91,1
	COVNM	1,9	459,3	0,0	30,0	704,0	1.195,3
	NH ₃	0,2	39,4	0,0	2,6	60,3	102,5
Cádiz	SO _x	3,2	2,1	14,7	35,3	43,4	98,8
	COVNM	42,3	27,8	193,4	463,9	569,2	1.296,6
	NH ₃	3,6	2,4	16,6	39,8	48,8	111,1
Córdoba	SO _x	3,8	1,2	14,6	8,6	492,5	520,6
	COVNM	49,4	15,4	191,7	112,6	6.464,2	6.833,3
	NH ₃	4,2	1,3	16,4	9,7	554,1	585,7
Granada	SO _x	0,7	11,7	0,1	4,5	203,0	220,0
	COVNM	9,0	153,9	1,0	58,8	2.664,6	2.887,3
	NH ₃	0,8	13,2	0,1	5,0	5,0	247,5
Huelva	SO _x	0,9	3,5	4,4	0,6	39,9	49,3
	COVNM	11,8	45,6	57,4	8,3	523,7	646,8
	NH ₃	1,0	3,9	4,9	0,7	44,9	55,4
Jaén	SO _x	0,7	0,6	2,2	0,8	983,0	986,9
	COVNM	9,7	0,5	2,0	0,7	12.901,3	12.953,1
	NH ₃	0,8	0,6	2,2	0,8	1.105,8	1.110,3
Málaga	SO _x	2,0	4,0	1,1	4,0	153,1	164,1
	COVNM	26,4	52,8	13,9	52,2	2.009,0	2.154,2
	NH ₃	2,3	4,5	1,2	4,5	172,2	184,6
Sevilla	SO _x	7,8	3,7	50,4	14,8	371,8	448,5
	COVNM	102,1	48,1	661,1	194,4	4.880,2	5.886,0
	NH ₃	8,8	4,1	56,7	16,7	418,3	504,5
Andalucía	SO _x	19,2	61,7	87,2	70,8	2.340,3	2.579,2
	COVNM	252,6	809,8	1.144,8	929,2	30.716,2	33.852,6
	NH ₃	21,7	69,4	98,1	79,6	2.632,8	2.901,6

El cálculo de las emisiones de SO_x, COVNM y NH₃ generadas por la quema de residuos agrícolas se ha realizado aplicando los factores de emisión de estos gases, extraídos de la metodología CORINAIR e incluidos en la Tabla 12, a los resultados de la estimación del carbono total liberado correspondientes al escenario considerado en el estudio, que se han obtenido por medio de la metodología del IPCC, y que se incluyen en la Tabla 16.

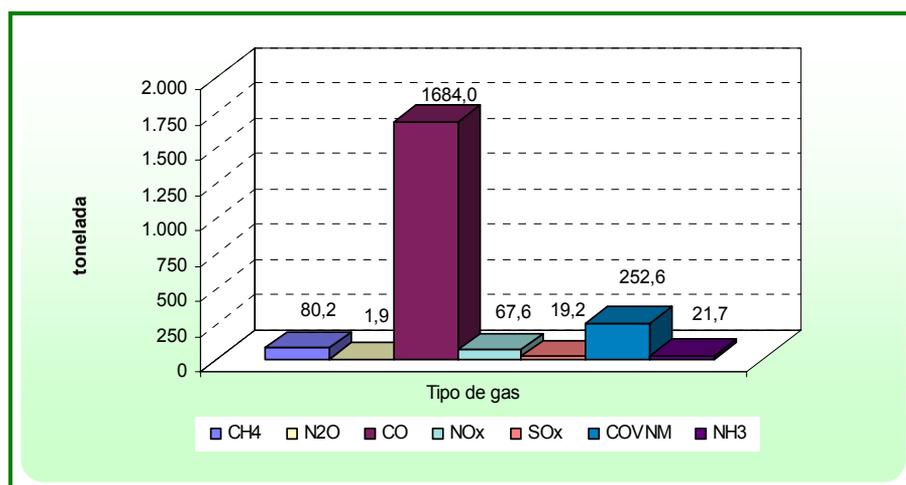
Fuente: Elaboración propia.

5.6. Emisiones totales evitadas por la supresión de la quema de residuos agrícolas en Andalucía

5.6.1. Emisiones evitadas por aplicación de la Condicionalidad

En el Gráfico 4 se representan las emisiones totales por tipo de gas evitadas en el año 2008 por aplicación de las normas de Condicionalidad en Andalucía y en la Tabla 20 se encuentra el desglose por tipo de cultivo.

Gráfico 4 Emisiones totales de CH₄, N₂O, CO, NO_x, SO_x, COVNM y NH₃ ahorradas en el año 2008 por la aplicación de las normas de Condicionalidad relativas a la prohibición de quema de rastrojos de determinados cultivos en Andalucía (toneladas).



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20 Emisiones evitadas por la supresión de la quema de residuos agrícolas por la aplicación de las normas de Condicionalidad en Andalucía en el año 2008 según grupos de cultivo (toneladas).

Grupos decultivos	toneladas						
	GEI directos		GEI indirectos				Otros gases contaminantes
	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	SO _x	COVNM	NH ₃
Cereales	69,2	0,8	1.454,0	29,2	16,7	218,1	18,7
Leguminosas	0,4	0,0	8,2	1,4	0,1	1,2	0,1
Proteaginosas	10,6	1,1	221,7	37,0	2,6	33,3	2,9
Total	80,2	1,9	1.683,9	67,6	19,2	252,6	21,7

Fuente: Elaboración propia.

Obviamente, dada la importancia de la superficie que ocupan, son los cereales los principales responsables de la reducción de emisiones: suponen el 84,9% del ahorro total. Tras ellos, con una gran diferencia, se sitúan las proteaginosas con un 14,5%, y las leguminosas con un 0,5%.

Dado que la metodología utilizada en el análisis del primer escenario del estudio en el que se contabilizan las emisiones de gases contaminantes evitadas por la supresión de la quema de rastrojos a la que obliga la Condicionalidad en Andalucía, es similar a la que se emplea en los informes de los inventarios de emisiones atmosféricas a escala autonómica, en la siguiente tabla se comparan las emisiones de gases contaminantes que recoge el “Inventario de Emisiones a la atmósfera en la Comunidad Autónoma de Andalucía” para el sector agricultura en el año 2005 (CMA, 2008) con las emisiones calculadas sobre el ahorro por la aplicación de la Condicionalidad¹⁶.

Tabla 21 Porcentaje de ahorro de emisiones de gases contaminantes que supone la supresión de la quema de residuos agrícolas por la aplicación de la Condicionalidad en Andalucía respecto a las emisiones recogidas en el Inventario de Emisiones a la atmósfera en la Comunidad Autónoma Andaluza del año 2005 (CMA, 2008).

Tipo de gas contaminante	Gas contaminante	toneladas		% reducción de emisiones por la aplicación de la Condicionalidad
		Emisiones totales según el Inventario ⁽¹⁾	Emisiones evitadas por la aplicación de la condicionalidad	
GEI directos	CH ₄	5.687,0	80,2	1,41%
	N ₂ O	6.779,0	1,9	0,03%
GEI indirectos	CO	15.169,0	1.684,0	11,10%
	NO _x	8.842,0	67,6	0,76%
	SO _x	717,0	19,2	2,68%
	COVNM	56.307,0	252,6	0,45%
Otros gases contaminantes	NH ₃	34.711,0	21,7	0,06%

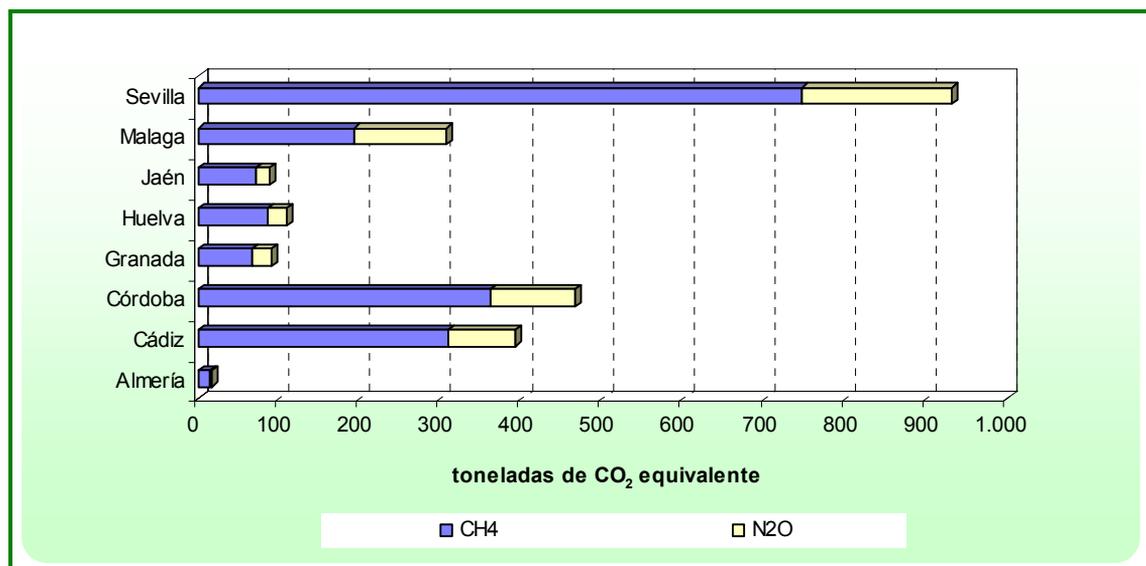
(1) Datos extraídos del “Inventario de Emisiones a la atmósfera en la Comunidad Autónoma Andaluza” del año 2005 (CMA, 2008), último informe disponible.

Fuente: Elaboración propia.

Profundizando en los GEI directos, en el Gráfico 5 y la Tabla 22 se presentan las emisiones de CH₄ y N₂O evitadas como consecuencia de la prohibición de la quema de residuos agrícolas por aplicación de la Condicionalidad (expresadas en toneladas de CO₂ equivalente) por provincias y cultivos, respectivamente.

¹⁶ Los informes de los inventarios de emisiones atmosféricas de Andalucía diferencian entre quema de rastrojos de cultivos y quema de residuos agroforestales, ambas enmarcadas en el capítulo de emisiones atmosféricas derivadas del sector agrícola. La primera comprende la quema de rastrojos de cultivos, in situ, destacando las emisiones de gases contaminantes derivadas de la combustión de la paja seca, principal residuo de los cultivos quemados. La segunda, quema de residuos agroforestales, considera las emisiones generadas por la quema en campo abierto, para su eliminación o reducción de volumen, de los residuos agrícolas y forestales, con exclusión de la quema de rastrojos agrícolas. Su método de cálculo es distinto: mientras, y como ya se ha comentado anteriormente, en el cálculo de las emisiones de gases contaminantes en la quema de rastrojos de cultivos se emplea la metodología del IPCC y factores de emisión de la metodología CORINAIR, en el caso de la quema de residuos agroforestales, únicamente se utilizan factores de emisión de la metodología CORINAIR.

Gráfico 5 Emisiones de CH₄ y N₂O evitadas por la supresión de la quema de residuos agrícolas por la aplicación de las normas de Condicionalidad en Andalucía en el año 2008 según provincia (toneladas de CO₂ equivalente).



Para traducir las emisiones de CH₄ y N₂O a toneladas de CO₂ equivalente se ha multiplicado las cantidades obtenidas en el estudio para cada uno de los dos gases, expresadas en toneladas, por su correspondiente valor de “Potencial de Calentamiento Global” (GWP) para un periodo de 100 años establecidos en el “Plan Andaluz de Acción Por el Clima 2007-2012. Programa de Mitigación” (CMA, 2007a), y que se muestran en la Tabla 1.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22 Emisiones de CH₄ y N₂O evitadas por la supresión de la quema de residuos agrícolas por la aplicación de las normas de Condicionalidad en Andalucía en el año 2008 según cultivo (toneladas de CO₂ equivalente).

		toneladas de CO ₂ equivalente		
Grupo de cultivo		CH ₄	N ₂ O	Total
Cereales	Trigo	1.261,4	154,5	1.415,9
	Cebada	171,0	34,2	205,2
	Avena	850,0	30,7	115,7
	Centeno	0,2	0,1	0,3
	Triticale	74,9	19,9	94,8
Leguminosas	Garbanzo	9,0	11,2	20,2
Proteaginosas	Haba seca	158,3	197,6	355,9
	Guisante seco	84,6	105,6	190,2
Total cultivos		1.844,4	553,8	2.398,2

Para traducir las emisiones de CH₄ y N₂O en toneladas de CO₂ equivalente se ha multiplicado las cantidades obtenidas en el estudio para cada uno de los dos gases, expresadas en toneladas, por su correspondiente valor de “Potencial de Calentamiento Global” (GWP) para un periodo de 100 años establecidos en el “Plan Andaluz de Acción Por el Clima 2007-2012. Programa de Mitigación” (CMA, 2007a), y que se muestran en la Tabla 1.

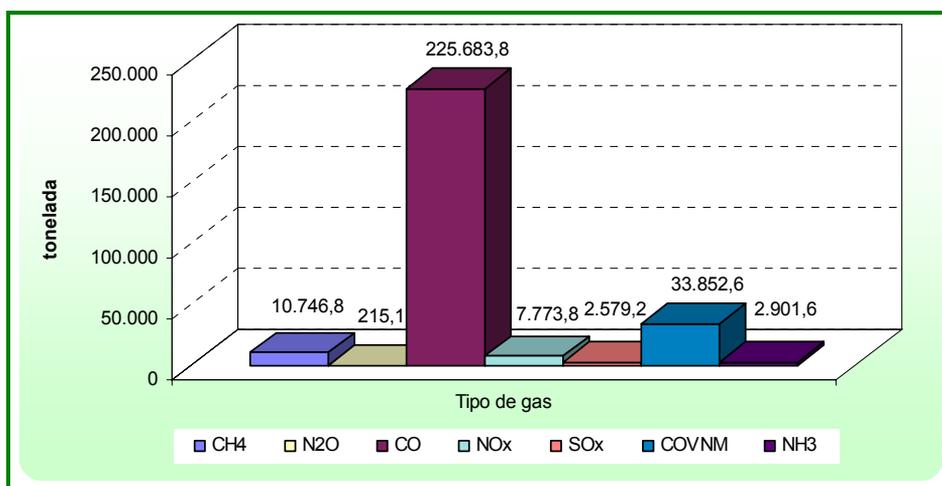
Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones totales que se ahorran por la supresión de esta práctica alcanzan las 2.398,1 toneladas de CO₂ equivalente. Este valor supone un ahorro mínimo (0,004%) si se consideran las emisiones de todos los sectores de actividad que se produjeron en 2005 en Andalucía¹⁷, y de un 0,093% si se tienen en cuenta el total de emisiones de GEI derivadas de la agricultura en ese año¹⁸.

5.6.2. Emisiones evitadas en un escenario de prohibición total de quema de residuos vegetales

El Gráfico 6 muestra las emisiones totales de gases contaminantes evitadas en una situación hipotética de supresión total de quema de cualquier residuo procedente de la actividad agraria en Andalucía¹⁹.

Gráfico 6 Emisiones de CH₄, N₂O, CO, NO_x, SO_x, COVNM y NH₃ evitadas en el caso hipotético de que se prohibiera la quema de residuos agrícolas en Andalucía.



Fuente: Elaboración propia.

En las tablas siguientes se presentan las emisiones de gases contaminantes desglosadas por provincias y por subgrupo de cultivo, respectivamente.

¹⁷ En el año 2005 para el conjunto de Andalucía y considerando todos los sectores de actividad, las emisiones de GEI alcanzaron la cifra de 67.233 kilotoneladas de CO₂ equivalente (CMA, 2008).

¹⁸ En el año 2005 en Andalucía, las emisiones de GEI en el sector agrario alcanzaron la cifra de 2.595 kilotoneladas de CO₂ equivalente (CMA, 2008).

¹⁹ Recordar que la estimación se ha realizado a partir de los datos de producción de los cultivos correspondientes al año 2008.

Tabla 23 Emisiones evitadas en un escenario hipotético de prohibición total de quema de residuos vegetales en Andalucía según provincia (toneladas).

toneladas							
Provincia	GEI directos		GEI indirectos				Otros gases contaminantes
	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	SO _x	COVNM	NH ₃
Almería	379,5	21,3	7.968,6	769,5	91,1	1.195,3	102,5
Cádiz	411,6	23,3	8.644,1	842,2	98,8	1.296,6	111,1
Córdoba	2.169,3	34,8	45.555,2	1.258,8	520,6	6.833,3	585,7
Granada	916,6	17,5	19.248,4	630,9	220	2.887,3	247,5
Huelva	205,3	7,5	4.312,3	272,3	49,3	646,8	55,4
Jaén	4.112,1	54,2	86.353,7	1.957,9	986,9	12.953,1	1.110,3
Málaga	683,9	12,6	14.361,6	455,6	164,1	2.154,2	184,6
Sevilla	1.868,6	43,9	39.239,8	1.586,5	448,5	5.886,0	504,5
Andalucía	10.746,8	215,1	225.683,8	7.773,8	2.579,2	33.852,6	2.901,6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24 Emisiones evitadas en un escenario hipotético de prohibición total de quema de residuos vegetales en Andalucía según subgrupo de cultivo (toneladas).

toneladas								
Grupo de cultivo		GEI directos		GEI indirectos				Otros gases contaminantes
		CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	SO _x	COVNM	NH ₃
Cultivos herbáceos	Cereales, leguminosas y proteaginosas	80,2	1,9	1.684,0	67,6	19,2	252,6	21,7
	Cultivos hortofrutícolas	257,1	27,8	5.398,6	1.003,8	61,7	809,8	69,4
	Cultivos industriales	363,4	24,8	7.631,9	894,6	87,2	1.144,8	98,1
	Otros cultivos	295,0	24,3	6.194,5	879,4	70,8	929,2	79,6
Cultivos leñosos		9.751,2	136,4	204.774,8	4.928,4	2.340,3	30.716,2	2.632,8
Total cultivos		10.746,9	215,1	225.683,8	7.773,8	2.579,2	33.852,6	2.901,6

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar la gran importancia de los cultivos leñosos, localizados mayoritariamente en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla, en el ahorro de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera en un escenario hipotético de prohibición total de esta práctica.

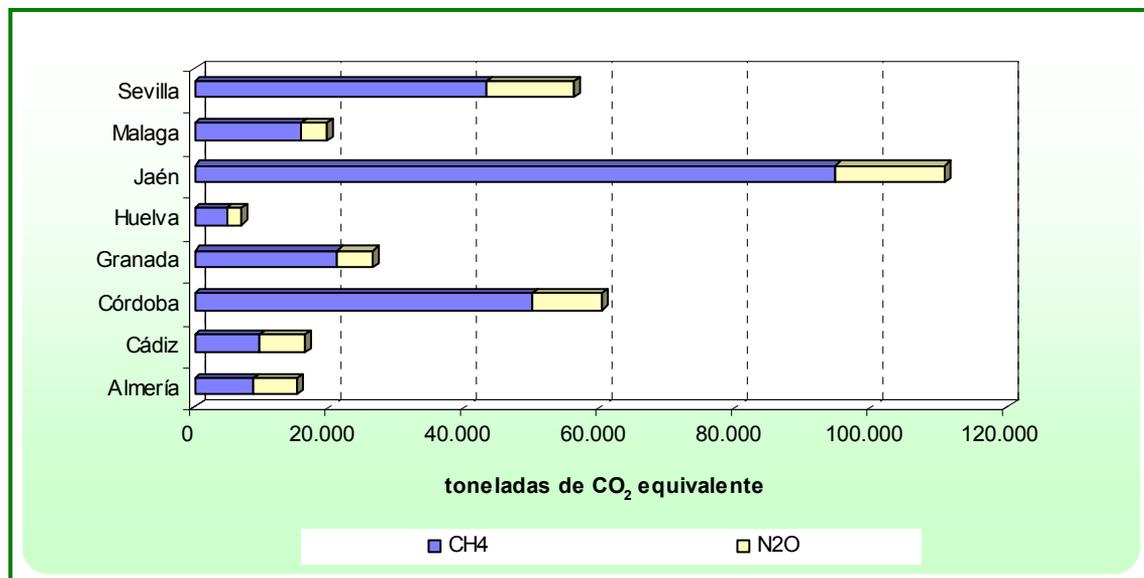
En concreto, los leñosos se convertirían en los principales responsables de la reducción de emisiones alcanzando el 90,0% del ahorro total. Tras ellos, se situarían los cultivos industriales con un 3,6%, otros cultivos (patata y flor cortada) con un 3,0% y los cultivos hortofrutícolas con un 2,7%. Por provincias, Jaén, con el 37,9%, es la principal provincia que dejaría de emitir gases contaminantes derivados de la supresión de esta práctica, situándose tras ella Córdoba (20,1%) y Sevilla (17,5%).

Como en el caso de la aplicación de las normas de Condicionalidad, la principal reducción de emisiones de gases contaminantes en nuestro escenario hipotético se produciría en los GEI indirectos: el ahorro de 225.683,8 toneladas de CO, 7.773,8 toneladas de NO_x, 2.579,2 toneladas de SO_x y 33.852,6 toneladas de COVNM, es decir, el 95,1% de las emisiones totales evitadas. Respecto al amoníaco, la reducción alcanzaría las 2.901,6 toneladas, el 1,0%.

Respecto a los GEI directos, la reducción de CH₄ alcanza las 10.746,9 toneladas y la de N₂O las 215,1 toneladas, es decir, el 3,9% del total de emisiones ahorradas.

En el Gráfico 7 y la Tabla 25 se muestran las emisiones de CH₄ y N₂O, expresadas en toneladas de CO₂ equivalente desglosadas por provincias y grupos de cultivos.

Gráfico 7 Emisiones de CH₄ y N₂O evitadas en un escenario de prohibición total de residuos agrícolas en Andalucía por provincias (toneladas de CO₂ equivalente).



Para traducir las emisiones de CH₄ y N₂O a toneladas de CO₂ equivalente se ha multiplicado las cantidades obtenidas en el estudio para cada uno de los dos gases, expresadas en toneladas, por su correspondiente valor de "Potencial de Calentamiento Global" (GWP) para un periodo de 100 años establecidos en el "Plan Andaluz de Acción Por el Clima 2007-2012. Programa de Mitigación" (CMA, 2007a), y que se muestran en la Tabla 1.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25 Emisiones de CH₄ y N₂O evitadas en un escenario de prohibición total de residuos agrícolas en Andalucía según subgrupo de cultivo (toneladas de CO₂ equivalente).

toneladas de CO ₂ equivalente				
Grupo de cultivo		CH ₄	N ₂ O	Total
Cultivos herbáceos	Cereales, leguminosas y proteaginosas	1.844,4	553,8	2.398,1
	Cultivos hortofrutícolas	5.912,8	8.220,6	14.133,4
	Cultivos industriales	6.784,4	7.201,7	13.986,2
	Otros cultivos	8.358,8	7.326,3	15.685,1
Cultivos leñosos		224.277,2	40.362,6	264.639,8
Total cultivos		247.177,5	63.665,1	310.842,6

Para traducir las emisiones de CH₄ y N₂O a toneladas de CO₂ equivalente se ha multiplicado las cantidades obtenidas en el estudio para cada uno de los dos gases, expresadas en toneladas, por su correspondiente valor de "Potencial de Calentamiento Global" (GWP) para un periodo de 100 años establecidos en el "Plan Andaluz de Acción Por el Clima 2007-2012. Programa de Mitigación" (CMA, 2007a), y que se muestran en la Tabla 1.

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones de CH₄ y N₂O evitadas por la prohibición total de esta práctica alcanzarían cifras de 247.177,5 y 63.665,1 toneladas de CO₂ equivalente respectivamente. Es decir, las emisiones totales que se ahorrarían, supondrían 310.842,6 toneladas de CO₂ equivalente.

6. Conclusiones

Tras el análisis de las emisiones de gases contaminantes provocadas por la quema de residuos agrícolas en campo mediante la metodología descrita, a continuación se exponen las principales conclusiones del estudio.

1. En relación a la **incidencia de las normas de Condicionalidad relativas a la prohibición de quemar rastrojos de cereales** (excepto maíz, sorgo y arroz), leguminosas y proteaginosas sobre las emisiones de gases contaminantes en Andalucía en el año 2008:
 - Supuso que se dejaron de emitir 2.398,1 toneladas de CO₂ equivalente, cifra que prácticamente no supone ahorro respecto al total de las emisiones de GEI que el Inventario de Emisiones a la atmósfera en la Comunidad Autónoma Andaluza del año 2005, y de un 0,09% si se consideran las emisiones de GEI derivadas de la agricultura, también del año 2005.
 - Actualmente la importancia cuantitativa del ahorro de emisiones de GEI directos (CH₄ y N₂O) en Andalucía si se compara con las emisiones que se derivan de otras actividades agrarias y de otros sectores es muy relativa.
 - Respecto a los GEI indirectos, la supresión total de la quema de rastrojos de los cultivos mencionados dictada por la Condicionalidad supone dejar de emitir 1.684,0 toneladas de CO, 67,6 toneladas de NO_x, 19,2 toneladas de SO_x y 252,6 de COVNM, lo que en total supone el 95,1% de las emisiones totales evitadas. Respecto al resto de gases contaminantes, en concreto, amoniaco (NH₃), la reducción es muy pequeña (21,7 toneladas).
 - Las provincias en que la aplicación de la normativa ha supuesto mayores ahorros son Sevilla, Córdoba y Cádiz; por subgrupo de cultivo, como cabía esperar, los cereales son los principales responsables de la reducción de emisiones: suponen el 84,9% del ahorro total. Tras ellos se sitúan las proteaginosas con un 14,5% y las leguminosas con un 0,5%.
2. Considerando un **escenario hipotético de prohibición total de quema de residuos vegetales** en Andalucía, las estimaciones realizadas con los datos de producción correspondientes al año 2008 permiten afirmar lo siguiente:
 - Se lograría un ahorro de 310.842,6 toneladas de CO₂ equivalente.
 - En relación a los GEI indirectos el ahorro sería de 225.683,8 toneladas de CO, 7.773,8 toneladas de NO_x, 2.579,2 toneladas de SO_x y 33.852,6 toneladas de COVNM. En cuanto al amoniaco, la reducción alcanzaría las 2.901,6 toneladas.
 - Jaén, con el 37,9% del total estimado, es la principal provincia que dejaría de emitir gases contaminantes derivados de la eliminación de esta práctica. Tras ellas se situarían Córdoba (20,1%) y Sevilla (17,5%).
 - Los cultivos leñosos serían los principales responsables del ahorro ya que la supresión de la quema de sus residuos supondría el 90,0% del ahorro total. Tras ellos, se situarían los cultivos industriales con un 3,6%, otros cultivos (patata y flor cortada) con un 3,0% y los cultivos hortofrutícolas con un 2,7%.

Bibliografía

AEMA (2006). Capítulo “**Other sources and sinks / Activities 110301 - 11302**” de “**EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007**”. Agencia Europea de Medio Ambiente.

Benavides B. H. O., León A. G. E. (2007). “**Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático**”. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales²⁰.

CMA (2007a). “**Plan Andaluz de Acción por el Clima 2007-2012. Programa de Mitigación**”. Consejería de Medio Ambiente.

CMA (2007b). “**Emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero, para Andalucía, 1990-2005 (Inventario MIMAM)**”. Consejería de Medio Ambiente.

CMA (2007 y 2008). “**Inventario de Emisiones a la atmósfera en la Comunidad Autónoma Andaluza**” de los años 2000, 2002, 2003-2004 y 2005. Consejería de Medio Ambiente.

CAP (2009). “**Avance de superficies y producciones a 30 de septiembre del año 2009**”. Consejería de Agricultura y Pesca.

CAP (2008). “**Potencial energético de la biomasa residual agrícola y ganadera en Andalucía**”. Consejería de Agricultura y Pesca.

Manahan E. S. (2007). “**Introducción a la química ambiental**”. 1ª edición. Editorial Reverte, S. A. ISBN. 84-291-7907-0.

Manzano, F. (2007). “**Gasificación de residuos de invernadero para la obtención de energía eléctrica en el sur de España: ubicación mediante SIG**”. INCI, feb 2007, vol 32, nº 2, p. 131-136. ISSN 0378-1844.

MARM (2009). “**Informe Inventarios GEI 1990-2007**”. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MARM (2008). “**Informe Inventarios GEI 1990-2006**”. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MARM (2007). “**El Cambio Climático en España. Estado de situación. Documento resumen. Noviembre de 2007**”. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino²¹.

Myers, L. R. (2006). “**Convivir con el fuego. Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego. Iniciativa Global para el Manejo del Fuego**”. The Nature Conservancy.

IPCC (2007). “**Cuarto Informe de Evaluación del IPCC**”. Panel Intergubernamental del Cambio Climático.

²⁰

<http://www.cambioclimatico.gov.co/documentos/NOTA%20TECNICA%20GASES%20EFECTO%20INVERNADERO%20OPDF.pdf>

²¹ http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/pdf/ad_hoc_resumen.pdf

IPCC (2001a). **“Glosario de términos utilizados en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC”**. Panel Intergubernamental del Cambio Climático²².

IPCC (2001b). **“Tercer Informe de Evaluación del IPCC”**. Panel Intergubernamental del Cambio Climático.

IPCC (1996). **“Directrices del IPCC para los inventarios de los GEI, versión revisada en 1996: Libro de trabajo”**. Panel Intergubernamental del Cambio Climático.

Seoánez C. M. (2002). **“Tratado del a contaminación atmosférica. Problemas, tratamiento y gestión”**. 1ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. ISBN. 84-8476-035-9.

UNFCCC. **“Informe de España: demostración de progreso en virtud del artículo 3.2 del protocolo de Kioto”**. Secretaría de la Convención sobre el Cambio Climático²³.

²² <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

²³ <http://unfccc.int/resource/docs/dpr/esp1.pdf>

Anexo I: Parámetros utilizados para la estimación de emisiones según metodología del IPCC

A continuación se presentan los parámetros utilizados para estimar las emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x derivadas de la quema de residuos de cultivos agrícolas según la metodología del IPCC.

◆ Tasa de residuo

Tabla I Tasas de residuo según cultivo consideradas en el estudio.

Grupo	Subgrupo	Especies	Tasa residuo-cultivo
Cultivos herbáceos	Cereales (excepto arroz, maíz y sorgo), leguminosas y proteaginosas	Trigo	1,30
		Cebada	1,20
		Avena	1,30
		Centeno	1,60
		Triticale	1,30
		Garbanzo	1,00
		Haba seca	1,00
		Guisante seco	1,38
	Cultivos hortofrutícolas (protegidos y al aire libre)	Tomate	1,00
		Pimiento	
		Judía	2,10
		Melón	1,00
		Sandía	
		Berenjena	
		Calabacín	
		Pepino	
		Fresa y fresón	
	Cultivos industriales	Algodón	2,00
		Girasol	2,08
		Remolacha azucarera	0,30
		Otros cultivos	Flor cortada
	Patata		0,43
	Cultivos leñosos	Cultivos leñosos	Olivar
Viñedo			0,43
Almendra			3,17
Naranja			0,07

Grupo	Subgrupo	Especies	Tasa residuo-cultivo
		Mandarino	0,16
		Limonero	
		Aguacate	
		Albaricoquero	
		Cerezo y guindo	
		Ciruelo	
		Manzano	
		Melocotonero	
		Níspero	
		Peral	

Fuente: Elaboración propia a partir del "Informe Inventarios GEI 1990-2007" (MARM, 2009).

◆ Fracción de materia seca

Tabla II Fracción de materia seca según cultivo.

Grupo	Subgrupo	Especies	Fracción de materia seca
Cultivos herbáceos	Cereales (excepto arroz, maíz y sorgo), leguminosas y proteaginosas	Trigo	0,8500
		Cebada	
		Avena	0,9200
		Centeno	0,9000
		Triticale	
		Garbanzo	0,8500
		Haba seca	0,8500
		Guisante seco	0,9000
	Cultivos hortofrutícolas (protegidos y al aire libre)	Tomate	0,1000
		Pimiento	
		Judía	0,8600
		Melón	0,1000
		Sandía	
		Berenjena	
		Calabacín	
		Pepino	
	Fresa y fresón		
	Cultivos industriales	Algodón	0,9300
		Girasol	0,8700
		Remolacha azucarera	0,1500
Otros cultivos	Flor cortada	0,1000	
	Patata	0,4500	
		Olivar	0,7815

Grupo	Subgrupo	Especies	Fracción de materia seca
		Olivar	0,7815
Cultivos leñosos	Cultivos leñosos	Almendro	0,7500
		Naranja	0,8000
		Mandarino	
		Limonero	
		Aguacate	0,8000
		Albaricoquero	
		Cerezo y guindo	
		Ciruelo	
		Manzano	
		Melocotonero	
		Níspero	
		Peral	

Fuente: Elaboración propia a partir del "Informe Inventarios GEI 1990-2007" (MARM, 2009).

◆ Fracción quemada de residuo agrícola

Tabla III Fracción quemada de residuo agrícola según cultivo.

Grupo	Subgrupo	Especies	Fracción quemada (%)
Cultivos herbáceos	Cereales (excepto arroz, maíz y sorgo), leguminosas y proteaginosas	Trigo	1,20
		Cebada	
		Avena	
		Centeno	
		Triticale	
		Garbanzo	1,20
		Haba seca	20,00
		Guisante seco	
	Cultivos hortofrutícolas (protegidos y al aire libre)	Tomate	20,00
		Pimiento	
		Judía	
		Melón	
		Sandía	
		Berenjena	
		Calabacín	
		Pepino	
	Fresa y fresón		
	Cultivos industriales	Algodón	
		Girasol	
Remolacha azucarera			

Grupo	Subgrupo	Especies	Fracción quemada (%)
	Otros cultivos	Flor cortada	100,00
		Patata	50,00
Cultivos leñosos	Cultivos leñosos	Olivar	78,00
		Viñedo	
		Almendro	
		Naranja	
		Mandarino	
		Limonero	
		Aguacate	
		Albaricoquero	
		Cerezo y guindo	
		Ciruelo	
Manzano			
Melocotonero			
Níspero			
Peral			

Los porcentajes de quema de **cereales, leguminosas y proteaginosas** se han extraído del “Informe Inventarios GEI 1990-2007” (MARM, 2009): en el caso de los cereales se ha tenido en cuenta la fracción quemada correspondiente al periodo 2001-2003; para las proteaginosas se ha considerado la fracción quemada correspondiente a los mismos cultivos cuando se producen en verde (haba y guisante verde) correspondiente al año 2000; para las leguminosas (garbanzo) se ha supuesto una fracción quemada de residuos agrícolas similar a la de los cereales.

En cuanto a los **cultivos hortofrutícolas** (protegidos y al aire libre) y **cultivos industriales** (algodón, girasol y remolacha azucarera), los porcentajes también se han extraído del “Informe Inventarios GEI 1990-2007” (MARM, 2009). En concreto, se ha considerado la fracción quemada correspondiente al año 2000, excepto el caso del algodón, para el que se ha tenido en cuenta la fracción quemada correspondiente al periodo 2004-2006.

Respecto a los porcentajes de quema de los residuos agrícolas de **olivar y viñedo**, señalar que se han extraído del “Informe Inventarios GEI 1990-2006” (MARM, 2008). Asimismo, para el **resto de cultivos leñosos** (almendro, naranja, mandarino, limonero, aguacate, albaricoquero, cerezo y guindo, ciruelo, manzano, melocotonero, níspero y peral) se ha supuesto una fracción quemada de residuos agrícolas similar al del olivar y viñedo.

Por último, en cuanto a la fracción quemada de residuos agrícolas de otros cultivos indicar que también se han extraído del “Informe Inventarios GEI 1990-2007” (MARM, 2009): en el caso de la patata se ha tenido en cuenta la fracción quemada correspondiente al año 2000; para la flor cortada, la referente al periodo 2004-2006.

Fuente: Elaboración propia a partir del “Informe Inventarios GEI 1990-2006” e “Informe Inventarios GEI 1990-2007” (MARM, 2008 y 2009).

◆ Fracción de carbono y nitrógeno liberado

Tabla IV Fracción de carbono y nitrógeno total liberado según cultivo.

Grupo	Subgrupo	Especies	Fracción de carbono total liberado	Fracción de nitrógeno total liberado	
Cultivos herbáceos	Cereales (excepto arroz, maíz y sorgo), leguminosas y proteaginosas	Trigo	0,4853	0,0028	
		Cebada	0,4567	0,0043	
		Avena	0,4118	0,0070	
		Centeno	0,3840	0,0048	
		Triticale	0,5600	0,0070	
		Garbanzo	0,4252	0,0250	
		Haba seca	0,2721	0,0160	
		Guisante seco	0,2211	0,0130	
	Cultivos hortofrutícolas (protegidos y al aire libre)	Tomate	0,4100	0,0274	
		Pimiento			
		Judía	0,2041	0,0120	
		Melón	0,4100	0,0274	
		Sandía			
		Berenjena			
		Calabacín			
		Pepino			
		Fresa y fresón			
	Cultivos industriales	Algodón	0,2450	0,0098	
		Girasol	0,2000	0,0080	
		Remolacha azucarera	0,4072	0,0228	
	Otros cultivos	Flor cortada	0,4100	0,0274	
		Patata	0,4226	0,0110	
	Cultivos leñosos	Cultivos leñosos	Olivar	0,4952	0,0039
			Viñedo	0,5700	0,0036
			Almendro	0,5700	0,0036
			Naranja	0,5500	0,0203
Mandarino					
Limonero					
Aguacate			0,5700	0,0036	
Albaricoquero					
Cerezo y guindo					
Ciruelo					
Manzano					
Melocotonero					
Níspero					
Peral					

Fuente: Elaboración propia a partir del "Informe Inventarios GEI 1990-2007" (MARM, 2009).

Anexo II: Legislación nacional sobre derechos de emisión de GEI

- Real Decreto 1866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan nacional de asignación de derechos de emisión, 2005-2007.
- Real Decreto 60/2005, de 21 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan nacional de asignación de derechos de emisión, 2005-2007.
- Resolución de 26 de enero de 2005, de la Subsecretaría, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros, de 21 de enero de 2005, por el que se aprueba la asignación individual de derechos de emisión a las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan nacional de asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012.

Anexo III: Emisiones de GEI en España y Andalucía

Introducción

La UE, como agente especialmente activo en la concreción del Protocolo de Kyoto que entró en vigor en 2005, se comprometió a reducir sus emisiones medias totales durante el periodo 2008-2012 en un 5,2% respecto de las de 1990. No obstante, a cada país se le otorgó un margen de aumento o de reducción de emisiones distinto en función de diversas variables económicas y medioambientales. Así, en algunos casos les correspondía, incluso, el incremento de emisiones. En concreto, España se le permitió aumentar sus emisiones un máximo del 15% en relación al año base²⁴.

Asimismo, España, como consecuencia del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y del Protocolo de Kyoto, tiene la obligación de elaborar y presentar anualmente un inventario nacional de emisiones de GEI. En él se estudian todas las fuentes de emisión de GEI e incluye la absorción de CO₂ por parte de los sumideros. Las principales categorías del inventario son energía, procesos industriales, agricultura, residuos y actividades forestales.

Evolución de las emisiones de GEI en España

La evolución de las emisiones de GEI desde 1990 hasta 2007 en España muestra una tendencia positiva, si bien, se pueden diferenciar cuatro periodos (MARM, 2009):

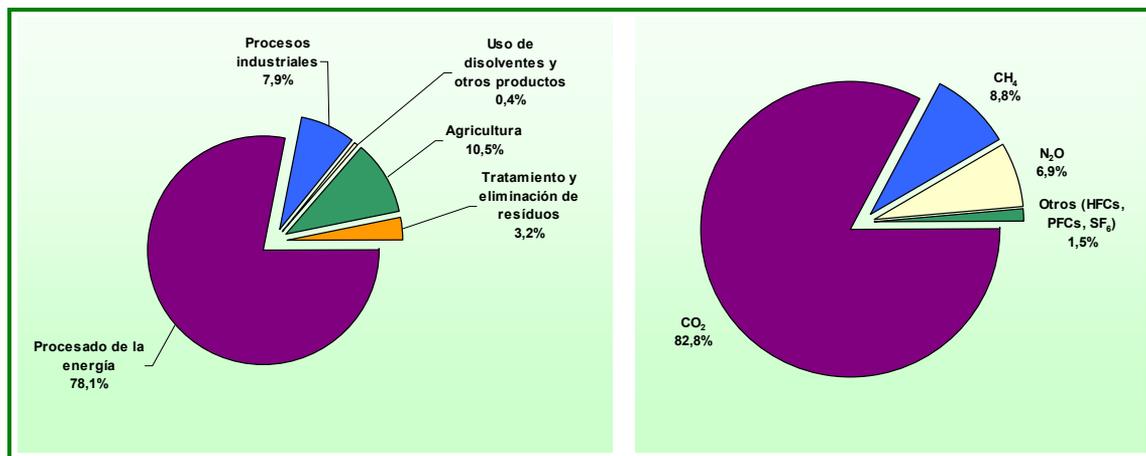
- El primer periodo, entre 1990 y 2003, en el que las emisiones de GEI crecieron notablemente y a un fuerte ritmo (las emisiones de GEI aumentaron un 42,4%).
- El segundo periodo, entre 2003 y 2005, en el que las emisiones de GEI siguieron creciendo, si bien a un ritmo mucho más lento (las emisiones de GEI se incrementaron en un 7,5%).
- El tercer periodo, entre 2005 y 2006, en el que por primera vez en muchos años, las emisiones muestran una reducción del 1,8%, gracias al impacto conjunto de diversos factores: políticas adoptadas en materia medioambiental para la reducción del consumo de energías fósiles, condiciones climatológicas favorables, aumento de la producción de energía hidráulica, y reducción de la demanda de los combustibles fósiles por el incremento de los precios internacionales del petróleo y del gas.

²⁴ En el Anexo 1 se relaciona la legislación aplicable en este tema, la normativa nacional que regula los derechos de emisiones de GEI.

- El cuarto, y último, periodo, entre 2006 y 2007, en el que vuelven a incrementarse las emisiones, si bien, lo hacen ligeramente, en concreto, en un 2,1%.

España como país industrializado, es eminentemente emisor y destacan las emisiones procedentes de los sectores energético, agrario e industrial: estos tres sectores suman el 96,5% de las emisiones de GEI totales en España en el año 2007. Asimismo, cabe señalar que es el CO₂ el GEI predominante: supuso el 82,8% de las emisiones GEI en 2007, mientras que el CH₄ y N₂O alcanzaron respectivamente un 8,8% y un 6,9%.

Gráfico I Emisiones de GEI en España según origen y tipo de gas (2007).



Fuente: Elaboración propia a partir del "Informe Inventarios GEI 1990-2007" (MARM, 2009).

Respecto a la evolución de las emisiones de GEI debidas a la agricultura y ganadería a escala nacional, en 2007 representaron el 10,5% del total de las emisiones de CO₂ equivalente, porcentaje muy inferior al de los otros sectores emisores (MARM, 2009).

Al igual que la evolución de las emisiones totales de GEI desde 1990 hasta 2007, se pueden distinguir cuatro periodos:

- Entre los años 1990 y 1995, en el que las emisiones de GEI generadas por la agricultura se mantienen estables en torno a las 40.000 kilotoneladas de CO₂ equivalente.
- Entre los años 1995 y 2003, en las que éstas experimentaron un crecimiento significativo, en concreto, de un 21,2%.
- Entre los años 2003 y 2005, periodo en el que las emisiones cayeron ligeramente, en torno a un 4,7% de media en esos dos años.
- Desde 2005 hasta 2007, último año del que se dispone de información, en el que las emisiones presentan una tendencia ligeramente alcista, en concreto, entre 2005 y 2006 aumentaron en un 2,1% y entre 2006 y 2007 en un 3,4%, hasta situarse en 46.426 kilotoneladas de CO₂ equivalente en 2007.

Respecto a la quema en el campo de residuos agrícolas, materia del estudio que nos ocupa, cabe señalar que se trata de una práctica rechazada en la UE a través de los requisitos establecidos por la Condicionalidad, recogida en el Real Decreto 2352/2004 dictado en desarrollo de los Reglamentos comunitarios 1782/2003 y 796/2004. Las ayudas directas de la Política Agraria Común (PAC) están condicionadas al respeto de estos requerimientos medioambientales.

Como ya se ha comentado anteriormente, el Real Decreto 1322/2002 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, obliga desde la campaña agrícola 2002/03 a que los agricultores que soliciten ayudas de la PAC se comprometan a no quemar los residuos agrícolas de los cultivos para los que se solicita ayuda. Esta medida se establece como obligatoria e imprescindible para cobrar la ayuda, por lo que en caso de incumplimiento se deberá reintegrar el importe de la misma. Este hecho también es aplicable a las ayudas agroambientales asociadas al cultivo del girasol.

El Real Decreto 2352/2004, en el artículo 4 relativo a las Buenas Condiciones Agrarias y Medioambientales cita la prohibición de quema de residuos agrícolas en todo el ámbito nacional, salvo que, por razones fitosanitarias, sea promovida por la autoridad competente o autorizada por ella. La quema, que deberá ser autorizada, estará condicionada al cumplimiento de las normas establecidas en materia de prevención de incendios y a las condiciones exigibles para conservar la materia orgánica del suelo.

Así, cabe señalar que las emisiones de GEI derivadas de la quema de residuos agrícolas en campo se redujeron en un 21,2% entre 1990 y 2007, si bien, presenta dinámicas diferentes durante ese periodo de tiempo considerado. Así, entre 1990 y 1995 las emisiones disminuyeron ligeramente en un 5,1%. Más tarde, entre 1995 y 2003, crecieron en un 7,0%. A continuación, entre 2003 y 2005 las emisiones descendieron drásticamente en un 39,7%. Seguidamente, entre los años 2005 y 2007, último año del que se dispone de información, las emisiones repuntaron en un 28,6%, hasta alcanzar la cifra de 424,20 kilotoneladas de CO₂ equivalente en 2007 (MARM, 2009).

Como recoge el “Informe Inventarios GEI 1990-2007” (MARM, 2009), a pesar de la introducción de nuevas reglamentaciones y normativas relativas a esta práctica que suponen la prohibición de la quema de la práctica totalidad de los cultivos, estas regulaciones no son preponderantes en las variaciones de esta actividad. La modificación experimentada en la evolución de las emisiones se debe principalmente a la importancia de quema en el campo de los residuos de la poda de olivar y el viñedo, cultivos para los que no hay reducción en el porcentaje de quema de residuos.

Evolución de las emisiones de GEI en Andalucía

Según establece el apartado 5 del artículo 17 del Decreto 74/1996, por el que se aprobó el Reglamento de la Calidad del Aire, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía lleva a cabo de forma periódica un Inventario de Emisiones Atmosféricas con el objetivo de tener un instrumento para la gestión ambiental desde el punto de vista atmosférico. En él, se incluyen todas aquellas actividades cuyas emisiones tienen cierta relevancia: las derivadas de la industria, del tráfico, de los usos domésticos, etc.

Con este inventario se pretende:

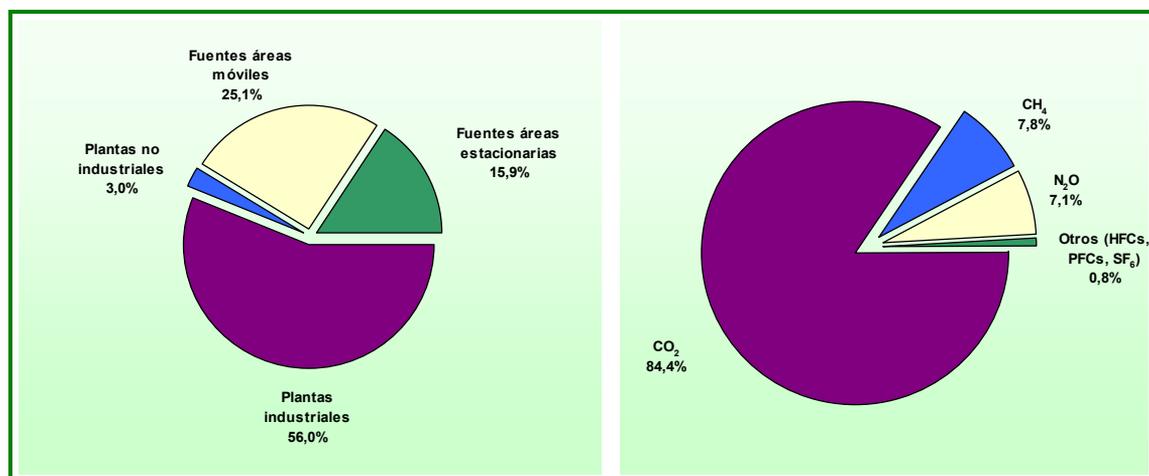
- Recoger información sobre actividades que potencialmente contaminan la atmósfera existente en Andalucía.
- Cuantificar las emisiones de contaminantes a la atmósfera en ámbitos temporales y elaborar una base de datos que recoja los resultados de la estimación de estas emisiones.

- Evaluar de forma periódica la calidad ambiental de Andalucía.

Respecto a la evolución de las emisiones totales de GEI en Andalucía, entre los años 1990 y 2005, último año del que se dispone de información, éstas se incrementaron en un 77,6%, pudiéndose diferenciar tres periodos: el primer lustro de los noventa, desde 1990 hasta 1995, en el que las emisiones se incrementaron a un ritmo ligero en un 14,4%; la segunda parte de los noventa, desde 1995 hasta 2000, en el que la emisiones aumentaron en aproximadamente un 24,8%, con fuertes ritmos de crecimiento principalmente en los años 1998 y 1999; y el tercero corresponde al periodo comprendido entre los años 2001 y 2005, en el que las emisiones siguen creciendo, si bien lo hacen a un ritmo menor que en años anteriores. No obstante, cabe señalar que entre los dos últimos años de los que se dispone de información, 2004 y 2005, el incremento de las emisiones se acentuó notablemente, en concreto, en un 8,3%, alcanzando en 2005 para el conjunto de Andalucía y considerando todos los sectores de actividad la cifra de 66.090 kilotoneladas de CO₂ equivalente (CMA, 2007b).

La principal fuente emisora de GEI en Andalucía son las plantas industriales, las cuales alcanzaron en 2005 el 56,0%. Tras ella, se sitúan las fuentes de áreas móviles (25,1%), las de fuentes de áreas estacionarias (15,9%) y las de plantas no industriales (3,0%)²⁵. Respecto al tipo de gas, el CO₂ es el principal GEI generado en Andalucía: en 2005 supuso el 84,37% de las emisiones totales de GEI en Andalucía, siguiéndole en importancia, aunque con una gran diferencia, el CH₄ (7,81%) y N₂O (7,06%).

Gráfico II Emisiones de GEI en Andalucía según origen y tipo de gas (2005).



Fuente: Elaboración propia a partir del "Inventario de Emisiones a la atmósfera en la Comunidad Autónoma Andaluza. Año 2005" (CMA, 2008).

En cuanto a la evolución de las emisiones de GEI debidas a la agricultura en Andalucía, cabe señalar que ha sufrido muchas oscilaciones desde el año 1990 hasta 2004, registrándose un aumento del 4,6% en el computo de ese periodo (CMA, 2007a).

²⁵ En los inventarios de emisiones atmosféricas de Andalucía, se diferencia entre fuentes puntuales, que incluye las plantas industriales (producción de energía eléctrica; cementos, yesos y cales; otras actividades industriales) y no industriales (hospitales; plantas de tratamiento de residuos urbanos; estaciones depuradoras de aguas residuales), y las fuentes de área, que incluye las fuentes de área móviles (tráfico rodado; maquinaria agrícola y forestal; tráfico ferroviario; tráfico aéreo; tráfico marítimo) y estacionarias (dentro de las cuales se incluye la agricultura y ganadería).

Respecto a las procedentes de la actividad ganadera, en el periodo 2000-2005, y considerando los principales gases derivados de la misma (CH_4 , NH_3 y CO_2), se pueden diferenciar hasta tres periodos: entre 2000 y 2002, en el que las emisiones aumentaron un 8,5%; entre 2002 y 2004 en el que se redujeron en un 13,9%; y entre 2004 y 2005, periodo en el que se mostraron estables, en torno a las 124,00 kilotoneladas de CO_2 equivalente (CMA, 2007 y 2008).