

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y
DEL MEDIO NATURAL

Departamento de Ecosistemas Agroforestales



Determinación de la Huella de Carbono de productos agrícolas en una finca de agricultura ecológica.

Trabajo Fin de Grado: Ingeniería Agronómica y del Medio Rural

Alumno: Miguel Roig Benedito

Tutor: Prof. Rafael Laborda Cenjor

Curso Académico: 2016/2017

Localidad: Valencia

Valencia, diciembre 2016

RESUMEN

Determinación de la Huella de Carbono de productos agrícolas en una finca de agricultura ecológica.

La necesidad de paliar el cambio climático hace necesario reducir las emisiones absolutas en todos los sectores, incluso en la agricultura. La determinación de la Huella de Carbono en los productos permite estimar las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) durante el ciclo de vida de los productos agrícolas. El objetivo del presente trabajo es identificar los distintos gases de efecto invernadero que se producen en una explotación de agricultura ecológica. Para ello se han establecido cinco cultivos para realizar el estudio de la Huella de Carbono como son la cebolla (*Allium cepa* L.), la lechuga (*Lactuca sativa* L.), la zanahoria o carlota (*Daucus carota*), la patata (*Solanum tuberosum* L.) y el pimiento (*Capsicum annuum*), además de diversos factores a tener en cuenta como: técnicas agrícolas que se realizan (laboreo, escardas, aplicación de productos fitosanitarios), insumos, productos, en una finca situada en el término municipal de Alcàsser.

Finalmente se realizará una valoración de los datos de CO_{2eq} obtenidos y se compararán con las técnicas empleadas. A la vista de los resultados, se muestra claramente que la acción de fertilizar es la que más contribuye al calentamiento global debido a las emisiones de CO₂ y N₂O por la aplicación de abonos orgánicos, siguiéndole la quema de combustible fósil durante las labores agrícolas y posteriormente la aplicación directa de los productos fitosanitarios.

Alumno: Miguel Roig Benedito.

Tutor académico: Prof. D. Rafael Laborda Cenjor.

Palabras Clave: Análisis Ciclo de Vida, Cambio Climático, CO₂, Factores de Emisión, Gases de Efecto Invernadero, Huella de Carbono, Sostenibilidad.

Valencia, diciembre 2016

RESUM

Determinació de la Petjada de Carboni de productes agrícoles a una finca d'agricultura ecològica.

La necessitat de pal·liar el canvi climàtic fa necessari reduir les emissions absolutes en tots el sectors, incluit l'agricultura. La determinació de la Petjada de Carboni en els productes, permetren estimar les emissions de GEI (Gases d'Efecte Hivernacle) durant el cicle de vida dels productes agrícoles. L'objectiu del present treball es identificar els distints gases d'efecte hivernacle que es produeixen a una explotació d'agricultura ecològica. Primerament, ha de establir-se els cultius a estudiar como son la ceba (*Allium cepa* L.), la enciam (*Lactuca sativa* L.), la safanòria (*Daucus carota*), la creïlla (*Solanum tuberosum* L.) i la pebrera (*Capsicum annuum*), a més a més, s'estudiarà diversos factors ha tindre en compte com pot ser les tècniques agrícoles que es realitzen (conreu, aixadells, aplicació de productes fitosanitaris), insums, productes, a una finca situada en el terme municipal d'Alcàsser.

Finalment, es realitzarà una valoració de les dades de CO_{2eq} obtingudes i es compararà amb les tècniques utilitzades. A la vista dels resultats, es mostra clarament que l'acció de fertilitzar contribueix més al calentament global debut a les emissions de CO₂ y N₂O per l'aplicació d'abonaments orgànics, seguidament la crema de combustible fòssil durant les labors agrícoles y posteriorment l'aplicació directa dels productes fitosanitaris.

Alumne: Miguel Roig Benedito.

Tutor acadèmic: Prof. D. Rafael Laborda Cenjor.

Paraules clau: Anàlisi Cicle de Vida, Canvi Climàtic, CO₂, Gases d'Efecte Hivernacle, Factors d'Emissió, Petjada de Carboni, Sostenibilitat.

València, desembre 2016

SUMMARY

Analysis of the Carbon Footprint of agricultural products in an ecological agriculture farm.

The need to mitigate climate change makes it necessary to reduce absolute emissions in all sectors, including agriculture. The determination of the Carbon Footprint in the products allows estimating the GHG emissions during the life cycle of the agricultural products.

The objective of the present work is to identify the different greenhouse gases that occur in a farm of ecological agriculture, 5 crops have been established for which to carry out the study of the Carbon Footprint such as onion (*Allium cepa* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), carrot (*Daucus carota*), potato (*Solanum tuberosum* L.) and pepper (*Capsicum annuum*), in addition to various factors to take into account as agricultural techniques that are performed (tillage, hoeing, application of plant protection products Weeding, application of phytosanitary products), inputs, products, on a farm located in the municipal term of Alcasser.

Finally, an assessment of CO₂eq data obtained will be made and they will compare with the techniques employed. In view of the results, are clearly shows that the action of fertilizing is which contributes more to global warming due to CO₂ and N₂O emissions by the application of organic fertilizers, followed by the burning of fossil fuel during agricultural work and later the direct application of plant phytosanitary products.

Student: Miguel Roig Benedito.

Teacher: Prof. D. Rafael Laborda Cenjor.

Keywords: Climatic change, CO₂, Emissions Factors, Footprint Carbon, Greenhouse Gases, Life Cycle Assessment, Sustainability.

Valencia, december 2016

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, expresar mi agradecimiento al Dr. Rafael Laborda Cenjor por presentarme la posibilidad de realizar este proyecto y su dedicación y paciencia a lo largo del tiempo, así como darme la oportunidad de poder formar parte de su grupo de trabajo. Y lo aprendido gracias a él.

Al grupo de trabajo del departamento de Ecosistemas Agroforestales, por su ayuda y facilitarme las dudas que han ido surgiendo durante el proceso del proyecto.

A la empresa SAIFRESC, Julio, Fermín y Kiko, donde se ha realizado el proyecto; por su disponibilidad en todo momento, por su ayuda, por sus conocimientos y por haberme facilitado los datos necesarios para poder haber llevado a cabo el proyecto.

A los compañeros que he ido conociendo a lo largo de esta carrera.

A mi familia y amigos por su apoyo y sus consejos para seguir adelante. En especial a mis padres, mi hermana y mi tío Miguel Ángel por su fuerza incondicional para conseguir mis objetivos.

ÍNDICE

Resumen	III
Resum	IV
Summary	V
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Calentamiento Global (CG)	2
1.2 Efecto Invernadero (EI) y Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	2
1.3 Análisis Ciclo de vida (ACV)	4
1.4 Análisis Ciclo de Vida de un producto agrícola	5
1.5 La Huella de Carbono en la agricultura	6
1.6 Importancia de estimar la Huella de Carbono.....	7
1.7 Evaluación del Impacto Ciclo de Vida (EICV)	8
1.8 Metodología Huella de Carbono	9
2.JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	14
3.MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
3.1 La empresa SAIFRESC y localización	16
3.1.1 Análisis de la maquinaria utilizada.....	17
3.1.2 Análisis de los aperos empleados.....	18
3.1.3 Análisis de los productos fitosanitarios utilizados.....	20
3.1.4 Análisis de los fertilizantes empleados.	21
3.2 Metodología	22
3.2.1 Descripción del desarrollo del estudio.....	22
3.2.2 Unidad funcional.....	22
3.2.3 Determinación de los límites.....	23
3.2.4 Cálculo de la Huella de Carbono.....	24
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Resultado de la maquinaria y aperos empleados para cada cultivo	27
4.2 Resultado de los productos fitosanitarios empleados.....	29
4.3 Resultados de los fertilizantes empleados	30
4.4 Resultados Totales.....	32

4.4.1 Emisión kg CO ₂ /kg cultivo.....	34
5. CONCLUSIONES.....	35
6.BIBLIOGRAFÍA.....	36
7.ANEXO 1: información inventario.....	39
7.1 Documentación maquinaria y aperos	39
7.2 Documentación productos fitosanitarios y fertilizantes.	41
7.3 Plantilla cálculo emisión CO ₂ combustible.....	43
7.4 Plantilla cálculo emisión CO ₂ plaguicidas.....	44
7.5 Plantilla cálculo emisión CO ₂ fertilizante.....	45

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación y definición de los Gases de Efecto Invernadero	3
Tabla 2. Clasificación de distintas normativas para la estimación de la Huella de Carbono (A partir de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)	13
Tabla 3. Potencial de calentamiento global para cada GEI (Basado en IPCC, 2007)	25
Tabla 4. Clasificación de los diferentes factores de emisión	26
Tabla 5. Emisión kg CO ₂ /ha por parte del consumo de combustible fósil en cada una de las prácticas realizadas para preparar la parcela.....	27
Tabla 6. Emisiones kg CO ₂ /ha para cada cultivo por parte de los fitosanitarios empleados en el estudio	29
Tabla 7. Emisión de CO ₂ por ha por parte del fertilizante	30
Tabla 8. Emisión kg CO ₂ /ha por los diferentes grupos de emisión estudiados.....	31
Tabla 9. Emisión kg CO ₂ /kg producto por cada elemento establecido como fuente potencial de emisión en una explotación agrícola, en función de los cultivos seleccionados previamente para su evaluación.	33

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de la metodología de un ACV.....	5
Figura 2. Esquema ejemplo de ACV de maíz ecológico	6
Figura 3. Clasificación de los GEI	7
Figura 4. Tipos de alcances establecido por el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilización y Reporte	10
Figura 5. Parte proporcional de diversos sectores en las emisiones totales de GEI antropógenos en 2004, en término de CO ₂ -eq.....	14
Figura 6. Detalle de la finca de estudio con las parcelas de cultivo	16
Figura 7. Maquinaria empleada en campo: a) Tractor John Deere 5510, b) Tractor Same Mercury 85, c) Oruga, d) Motoazada, e) Motocultor, f) Mochila motorizada	18
Figura 8. Aperos empleados en campo: a) Cuchillas, b) Subsolador, c) Cultivador, d) Fresadora, e) Abonadora centrífuga, f) Acolchadora	20
Figura 9. Productos empleados como fertilizantes: a) Solupotasse, b) Quelacor, c) Fem de Sac, d) Calimax, e) Pulgatens	22
Figura 10. Mapa de producto de cálculo de la Huella de Carbono	24
Figura 11. Emisiones de CO ₂ /ha por el combustible fósil de las distintas acciones que se realizan durante la fase del cultivo.	28
Figura 12. Peso que tiene cada uno de los tres focos de emisión planteados en el trabajo.	31
Figura 13. Plantilla utilizada para obtener las emisiones de CO ₂ resultantes de la quema de combustible.....	41
Figura 14. Peso que tiene cada uno de los tres grandes focos de emisión en una explotación agrícola.....	42
	X

Acrónimos

1. **ACV** (Análisis del ciclo de vida).
2. **GEI** (Gases de Efecto Invernadero).
3. **HC** (Huella de Carbono).
4. **IPCC** (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático).
5. **CO₂** (Dióxido de Carbono)
6. **N₂O** (Óxido Nitroso)
7. **CG** (Calentamiento Global)
8. **EI** (Efecto Invernadero)
9. **PCG** (Potencial de Calentamiento Global)
10. **PE** (Potencial de Eutrofización)
11. **EICV** (Evaluación del impacto ciclo de vida)
12. **Ppm** (Partes por millón)

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de todo el trabajo se analiza la cantidad de emisiones de CO₂ (combustibles), N₂O (de fertilizantes orgánicos) generado a partir del estudio del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de cinco productos agrícolas en una explotación de agricultura ecológica, la empresa SAIFRESC. Dichas emisiones deben ser evaluadas y obtener conclusiones de cómo afecta al medio ambiente y/o consumidor, y por tanto tomar medidas necesarias.

En este contexto, en lo referente a medio ambiente, se debe conocer previamente que es el cambio climático y como le afecta directamente. El cambio climático es una constante en la historia de la Tierra, parece existir una relación directa entre aumento de la concentración de gases de efecto invernadero, (GEI) más importantes: (dióxido de carbono, (CO₂); metano, (CH₄); óxido nitroso, (N₂O); hidrofluorcarbonos, (HFC); perfluorcarbonos, (PFC); y hexafluoruro de azufre, (SF₆)) y el calentamiento observado (Campos Hernández, 2008). Por otra parte, las causas del calentamiento global pueden ser tanto de la actividad humana como de la propia naturaleza, ejemplo de consecuencias del cambio climático se encuentra: aumento de la temperatura media del planeta, se derretiría el hielo y la nieve almacenada sobre la superficie terrestre provocando la desecación de los polos, aumento del nivel del mar, cambio en los hábitos migratorios de las aves...por ello con la preocupación por el cambio climático y su posible relación con las actividades humanas se estableció en 1988 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) por dos organizaciones de Naciones Unidas, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Para el IPCC, el término de cambio climático: “denota un cambio en el estado del clima identificable (por ejemplo, mediante análisis estadísticos) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana”.

1.1 Calentamiento Global (CG)

En relación con el cambio climático debido a la alta temperatura, se encuentra el calentamiento global. Fenómeno que se basa en el aumento de las temperaturas de la atmósfera y los océanos; está causado por las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente por el aumento de CO₂ en la atmósfera. Se parte de la idea de que el aumento de las concentraciones de los GEI es debido a las actividades humanas relacionadas con el consumo de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón, sobre todo por la gran industrialización de las últimas décadas.

1.2 Efecto Invernadero (EI) y Gases de Efecto Invernadero (GEI)

La Tierra tiene la capacidad de absorber la mayor parte de radiación solar y convertirla en calor. Una parte de esta radiación es reflejada por parte de la superficie terrestre a la atmósfera, en la cual se encuentran una serie de gases, denominados gases de efecto invernadero, que retienen dicha radiación causando el aumento de la temperatura en la atmósfera y en la superficie terrestre. Pero sin este mecanismo, la temperatura de la Tierra sería aproximadamente de -18°C, permitiendo así la posibilidad de vida.

Según datos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2001), la concentración de CO₂ en la atmósfera aumentó de 280 ppm en 1750 a 367 ppm en 1999, con un 31% de incremento. Para el año 2100 dicha concentración podría llegar hasta los 540 ppm a 970 ppm. En el mismo periodo, el metano (CH₄), con un potencial de calentamiento mucho mayor que el de CO₂, aumento en un 150%, mientras que el N₂O, con un potencial de calentamiento global mayor que el metano, aumento en un 16%. Se conoce el potencial de calentamiento global como la capacidad de un gas en provocar calentamiento global o efecto invernadero, la referencia que se toma es el valor de calentamiento global del dióxido de carbono que tiene un valor de 1. Además, EL PCG tiene que tener en cuenta el tiempo en el que el gas permanece en la atmósfera hasta que se descompone, por lo que el PCG se calcula para periodos de 20, 100, y 500 años.

A continuación, se muestra de manera sencilla cuales son los GEI más importantes y su respectiva definición:

Tabla 1. Clasificación y definición de los distintos gases de efecto invernadero (Basado en Colque et al, 2007).

Gases de Efecto Invernadero	Definición
Dióxido de Carbono (CO₂)	Gas de efecto invernadero producido por el uso de combustible fósil (petróleo, gas, carbón, etc.). Este gas es en la actualidad, el responsable de casi el 76% del calentamiento global previsto para los próximos años.
Metano (CH₄)	Producido por la combustión de combustible fósil, en pozos de petróleo, minas de carbón, cultivos de arroz, y por la digestión alimenticia de los animales.
Óxido Nitroso (N₂O)	Liberado por la combustión de vehículos motorizados diesel, así como en el empleo de fertilizantes.
Vapor de Agua (H₂O)	Por evaporación, ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo.
Ozono (O₃)	Presente en la estratosfera y troposfera.
Hidrofluorocarbonos o HFC	Utilizado por el hombre como disolvente, refrigerantes.
Perfluorocarbonos o PFC	Provocado por la acción del hombre por la producción de aluminio por electrólisis.
Hexafluoruro de azufre o SF₆	Provocado por la acción del hombre en la producción de magnesio.

Por consiguiente, la idea de reducir estos GEI por parte de los países debería ser de forma conjunta, pero no sería hasta diciembre de 1997, ante la falta de compromisos por parte de los países de reducir las emisiones, donde se creó en Kioto, el llamado Protocolo de Kioto. Entre sus objetivos se encuentran:

- Estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera.
- Lograr un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático.
- Asegurar la producción de alimentos sin residuos que perjudique la salud humana.
- Promover la agricultura sostenible

- Facilitar el conocimiento y el acceso público a la información sobre el cambio climático.

Posteriormente, en diciembre de 2015, París fue escenario de una nueva Cumbre sobre el Cambio Climático. Acuerdo entre los representantes de cerca de 200 países, se ha culminado con un compromiso de lucha contra el cambio climático, este acuerdo consigue por primera vez que todos los países unan sus esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura del planeta. Así pues, se propone reducir las emisiones de CO₂ para no llegar al umbral de 450 ppm que corresponden a un aumento de la temperatura de 2°C, para ello los países desarrollados deben reducir para el 2020 un 30%, y para el 2050 un 85% de las emisiones de 1990, los países en vía de desarrollo podrán aumentar sus emisiones hasta 2020 y posteriormente tendrán que reducir.

1.3 Análisis Ciclo de vida (ACV)

El primer paso a la hora de reducir las emisiones consiste en evaluar su cantidad y naturaleza en el punto de partida del proceso de reducción de impactos en que se embarque cualquier organización, para ello se hace necesario el uso de una metodología que objetive ambos estados y constate dicha mejora ambiental bajo la perspectiva del ciclo de vida. (Ruiz y Zúñiga, 2012).

Según la norma internacional ISO 14040:2006 define el ACV como “una recopilación y evaluación de las entradas y salidas y los impactos potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida”.

Otra definición breve del significado de Análisis Ciclo de Vida, (Lindfords et al.1995): analiza los impactos ambientales de un producto durante todo su ciclo de vida (‘de la cuna a la tumba’) o más exactamente, del sistema que es requerido para que un producto cumpla una determinada función.

El ACV de un producto debería incluir todas las entradas/salidas de los procesos que participan a lo largo de su ciclo de vida: la extracción de materias primas y el procesado de materiales necesarios para la manufactura de componentes, el uso del producto y finalmente su reciclaje y/o la gestión final. El transporte, almacenaje, distribución y otras actividades intermedias entre las fases de ciclo de vida también se incluyen cuando tienen relevancia suficiente. A este ciclo de vida se le denomina “de la cuna a la tumba”.

Por otra parte, cuando el alcance del sistema se limita a las entradas/salidas desde que se obtienen las materias primas hasta que el producto se pone en el mercado (a salida de la planta de fabricación/montaje), se le denomina “de la cuna a la puerta”.

Finalmente, si solo se tienen en cuenta las entradas/salidas del sistema productivo (procesos de fabricación), se le llama de la puerta a la puerta”.

En definitiva, el ACV contribuye a entender todas las consecuencias interdependientes ambientales de las actividades humanas, permitiendo obtener información completa de las interacciones del producto, el proceso o la actividad con respecto al medio ambiente.



Figura 1. Esquema de la metodología de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 14040:2006).

1.4 Análisis Ciclo de Vida de un producto agrícola

En lo referente al ACV de un producto agrícola, refleja de modo representativo las diferentes etapas que conlleva el proceso de producción del producto hasta su etapa final, su consumo por parte del cliente. Durante las diferentes etapas permite identificar puntos susceptibles o que generan un impacto ambiental y los diferencia por categorías a lo largo del ciclo de vida del sistema agrícola y manejo del cultivo, así como estrategias de mejora ambiental. Una vez determinado el ACV, el siguiente paso es el análisis de la Huella de Carbono, donde se determinarán las cantidades de CO₂ emitidos y poder dar valor a los datos en materia del grado de daño al medio ambiente y a la salud humana.

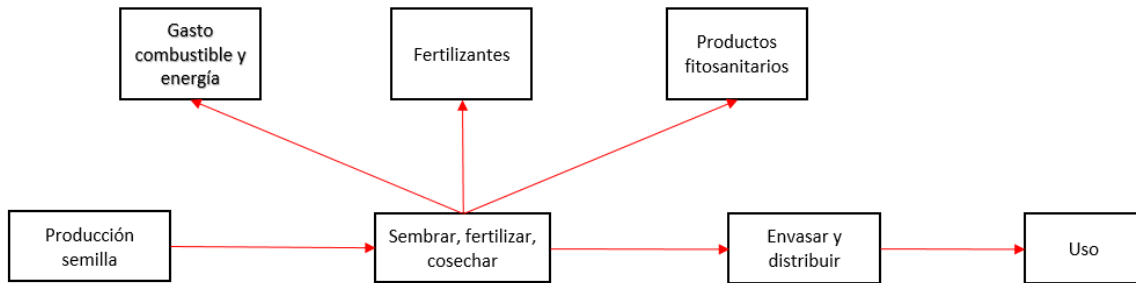


Figura 2. Esquema ejemplo de ACV de maíz ecológico (Basado en Cowell et al., 1997).

1.5 La Huella de Carbono en la agricultura

La agricultura convencional contribuye implícitamente en el cambio climático, empleando técnicas más agresivas y más perjudiciales como excesivo laboreo, uso de materiales sintéticos; por ello una manera de reducir dichos impactos es concienciar al agricultor que una agricultura ecológica contribuye a una mejora de la salud del agroecosistema ya sea por el uso de métodos culturales, biológicos o mecánicos. Se disminuye el consumo de energía, se pretende reducir la emisión de GEI, por tanto, una agricultura diferente a la convencional puede luchar contra el cambio climático además de también a aumentar su eficiencia y su competitividad. Es de especial interés la Huella de Carbono, una herramienta que permite estimar las cantidades de emisión de GEI expresado en (t CO₂eq) en la agricultura; a partir de diversos cálculos se puede determinar la cantidad de CO₂ y N₂O que se emite según las distintas actividades que se realizan en las explotaciones agrarias.

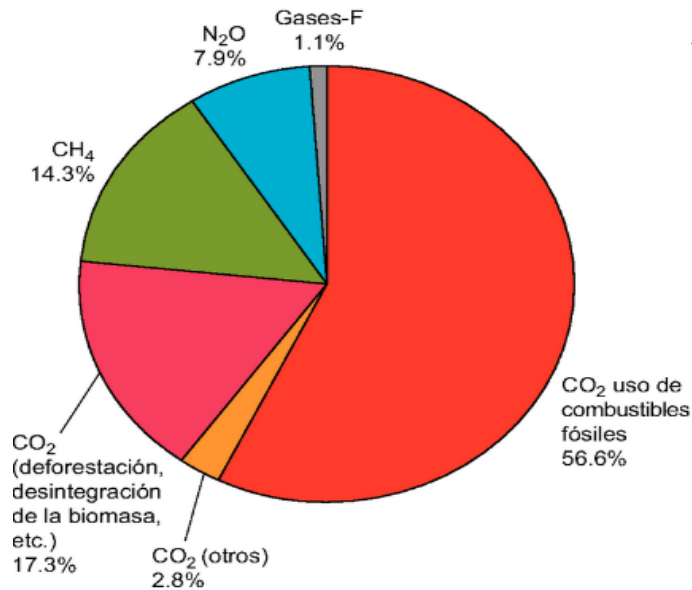


Figura 3. Clasificación de los distintos Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2006).

1.6 Importancia de estimar la Huella de Carbono

La importancia de estimar la Huella de Carbono en explotaciones agrarias recae en la necesidad de potenciar una rentabilidad económica y social, ya que se trata de emplear ciertas técnicas agrícolas sostenibles que reduzcan la Huella de Carbono.

Cabe mencionar que la idea principal es la mitigación de las emisiones, pero además se contribuye a una mejora en la seguridad alimentaria, conservar el medio ambiente y, por tanto, aumentar la viabilidad del sector agrario.

“luchar contra el cambio climático desde la agricultura es posible” afirma Jordi Domingo, técnico valenciano de la **Fundación Global Nature**, que insiste en que “Tras la puesta en marcha de acciones agronómicas en más de 25 explotaciones de cítricos, olivos, plátanos y tomates en invernadero, en Valencia y Canarias, se ha comprobado que es posible reducir entre un 10% y 20% de los consumos energéticos y emisiones de GEI, simplemente con medidas sencillas y realistas”.

1.7 Evaluación del Impacto Ciclo de Vida (EICV)

Desde un punto de vista medio ambiental, la agricultura contribuye notablemente en las emisiones de GEI los cuales pueden contaminar tanto el aire, el agua como el suelo o en su caso al ser humano ya sea de forma directa o indirecta. Los principales focos de emisión de dichos gases que se pueden considerar en la agricultura son varios:

- La quema de combustible durante las labores agrícolas.
- El uso de plaguicidas y sus efectos secundarios (medio ambiente, fauna auxiliar, salud humana).
- El uso de fertilizantes químicos.

Una vez determinado los focos, se pueden clasificar los tipos de impacto ambiental:

- **Potencial de Calentamiento Global (PCG).**

Concepto que se utiliza para comparar la capacidad que tienen distintos gases para atrapar el calor en la atmósfera en comparación con el dióxido de carbono.

- **Potencial de Eutrofización (PE).**

Proceso natural y/o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo que no puede ser compensado por la mineralización total, de manera que la descomposición del exceso de la materia orgánica produce una disminución del oxígeno en aguas profundas. Las aguas eutróficas tienen un nivel alto de productividad y de biomasa en todos los niveles tróficos: proliferan las algas, aguas profundas pobres en oxígeno y un crecimiento intenso en las plantas acuáticas.

- **Potencial de Toxicidad Humana y Ecotoxicidad.**

Contemplan los efectos sobre los humanos, sistemas acuáticos y terrestres de las sustancias tóxicas existentes en el ambiente.

1.8 Metodología Huella de Carbono

Existen varias metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono, tanto de productos como de organizaciones. Se conoce la Huella de Carbono de un producto aquella que mide los gases de efecto invernadero emitidos durante todo el ciclo de vida de un producto: desde la extracción de las materias primas, elaboración y procesado hasta el uso por parte del cliente; por otra parte, se conoce la HC de organizaciones aquella que mide la totalidad de los GEI emitidos de forma directa o indirecta provenientes por la actividad que realiza la organización. A continuación, se presentan las normas y metodologías de mayor interés internacional, cabe destacar que existen muchas otras, como explica en el informe la Comisión Europea.

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero o también conocido como The Greenhouse Gas Protocol (GHG), es la primera guía internacional además de ser la herramienta de estimación más empleada, entre las empresas, organizaciones, para cuantificar y gestionar los GEI. Asociación entre el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD).

También ofrece una herramienta de gestión a los países para ayudar a las empresas para competir en el mercado global y a los gobiernos para tomar decisiones sobre el cambio climático.

Para el cálculo de GEI, The GHG Protocol establece tres tipos de alcances:

Alcance 1. Emisiones directas de gases de efecto invernadero.

Incluye las emisiones procedentes del uso de combustible fósiles que posee o controla la propia organización: maquinaria, vehículos, calderas, etc.

Alcance 2. Emisiones indirectas asociadas a la electricidad.

Incluye las emisiones producidas de la generación de la electricidad adquirida y gestionada por la empresa. Las emisiones del alcance 2, ocurren físicamente en la instalación donde se genera la electricidad. Esto permite a la empresa valorar los riesgos y oportunidades asociadas a los cambiantes costos de electricidad y emisiones de GEI.

Alcance 3. Otras emisiones Indirectas.

Incluye el resto de las emisiones indirectas. Consecuencia de las actividades de la empresa u organización de producir actividades, pero no son propiedades ni están controlados por ellas.

Ejemplo:

- viajes de negocios.
- transporte debido a la distribución de los productos generados.
- transporte de los residuos generados.

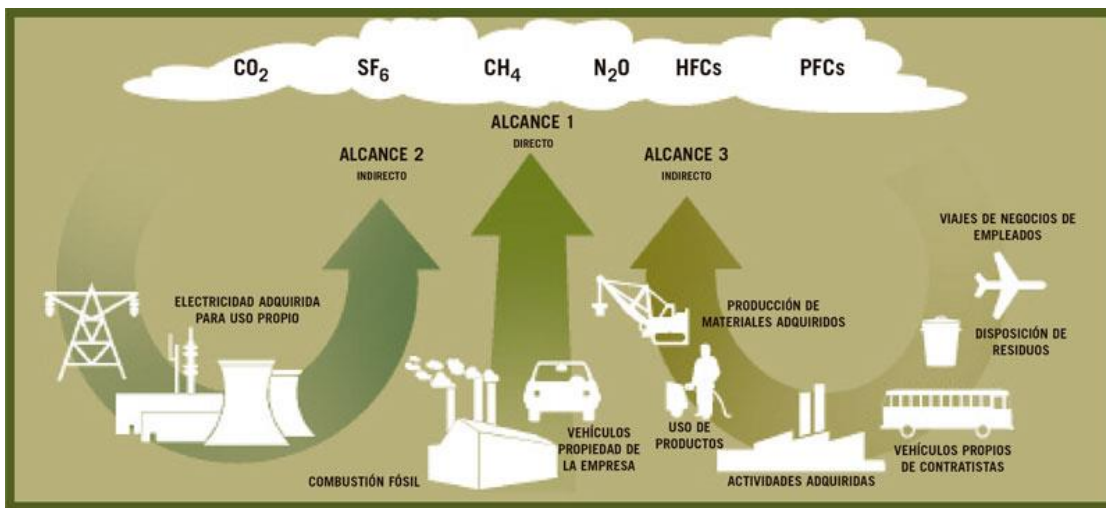


Figura 4. Tipos de alcances establecidos por el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte.

GHG Protocol Product Standard

La asociación entre el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), en 2011, publicaron el estándar “Product life Cycle Accounting and Reporting Standard” conocido como “GHG Protocol Product Standard”. Dicho estándar proporciona los requisitos y orientaciones para que las empresas cuantifiquen e informen sobre sus emisiones de GEI asociadas a un producto. De esta forma proporciona un marco general a las empresas para tomar decisiones para reducir los GEI de los productos que fabrican, venden, utilizan. Sigue los principios de ACV incluyendo las etapas de extracción de materiales, de transformación, distribución y almacenamiento, uso y eliminación del producto.

Norma PAS 2050

La norma PAS 2050:2008, es una especificación publicada por British Standards Institution en 2008 y en su elaboración han participado diversos expertos de la administración pública británica, empresas, así como expertos procedentes de la universidad y de organizaciones internacionales. Se debe garantizar que el análisis del ciclo de vida de sus productos sea completo. Esta especificación está orientada a evaluar la cantidad de CO₂ generados a lo largo del ciclo de vida de productos y servicios basada en la metodología de ACV (normas ISO 14040 y 14044) y cumple con la norma de eco etiquetado (ISO 14020).

PAS 2050 diferencia dos tipos de ciclo de vida, en función del producto:

- **Empresa a Empresa**, cuando el ciclo de vida considerado del producto finaliza con la entrega del mismo a otra organización para que lo utilice en la elaboración de otro producto.
- **Empresa a Cliente**, cuando se considera el ciclo de vida completo del producto, incluidas las actividades posteriores a la entrega del producto al cliente/usuario.

Incluye información práctica para la evaluación de los análisis de ciclos de vida, en su Anexo A se incluye una lista de gases que deben incluirse en las evaluaciones; las emisiones, deben medirse en masa y convertirse a emisiones de CO₂ utilizando coeficientes de conversión IPCC disponibles, el periodo a considerar en el ACV es de 100 años.

Guía norma PAS 2050

Esta guía proporciona a las empresas la ayuda necesaria para desarrollar un método estándar para la evaluación de la Huella de Carbono de sus productos, ofreciendo una orientación específica y práctica, es decir, complementa la norma PAS 2050. Está estructurada en varias etapas: como la puesta en marcha (elección del producto y la unidad funcional), cálculo de la Huella de Carbono, verificación de los resultados (en base a un correcto análisis de las acciones o decisiones tomadas) y comunicación de los resultados.

Normativa ISO 14064:2006

De acuerdo con el GHG Protocol, la norma ISO 14064 se desarrolla en 2006 y se estructura en tres partes, en su caso, aquellos factores que no se consideren relevantes en el proceso se excluirán, aunque deberá de razonarse los motivos por el cual se excluyen de la cuantificación.

- **Normas ISO 14064-1:2006**

Esta parte de la norma, describe los requisitos, diseño, gestión de los inventarios de GEI a nivel de organizaciones. Incluye para dichas organizaciones como determinar los límites de GEI, cuantificar sus emisiones y obtener la manera de mejorar la gestión de sus GEI.

- **Normas ISO 14064-2:2006**

Metodología de cálculo de la reducción de emisiones asociadas a la ejecución de proyectos o al diseño de actividades. La información en este apartado comprende las dos fases que componen un proyecto: planificación e implementación.

- **Normas ISO 14064-3:2006**

Detalla los requisitos y recomendaciones necesarios para la correcta ejecución de los procesos de validación y verificación de los inventarios de emisiones de GEI.

La clasificación de las emisiones según la norma ISO, es la siguiente:

- Emisiones directas: las que pertenecen o son gestionadas por la misma organización.
- Emisiones indirectas: aquellas que provienen de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externo consumidos por la organización.

Balance de Carbón (Bilan Carbone)

Desarrollada por la agencia de medio ambiente y la energía de Francia (ADEME). Esta metodología fue elaborada para convertir de forma rápida actividades productivas en emisiones equivalentes, haciendo uso de factores de emisión.

La metodología hace uso de emisiones directas e indirectas, de esta forma permite la clasificación de la emisión según su naturaleza. Emplea una plantilla Excel que calcula las emisiones asociadas a cada actividad de un proceso.

A continuación, se muestra una tabla detallando las diferentes normativas para la estimación de la Huella de Carbono:

Tabla 2. Clasificación de distintas normativas para la estimación de la Huella de Carbono (A partir de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2010)).

	UNE-EN ISO 14064	GHG Protocol Alcance 1 y 2	PAS 2050	Bilan Carbone
Desarrollado	Organización Internacional para la Estandarización	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible del Instituto de Recursos Mundial	Instituto Británico para la Estandarización	ADEME
Uso	Inventario de emisiones, puede ser mejorado a Huella de Carbono	Inventario de emisiones, puede ser mejorado a Huella de Carbono	Huella de Carbono	Huella de Carbono
Recomendaciones de reducción	Si	No	Si	Si
Recomendaciones de compensación	No	No	No	No
Tiene en cuenta las reducciones de GEI	Si	No	Si	No
Gases incluidos	Todos los GEI	6 gases incluidos en el protocolo de Kioto: CO2, CH4, N2=, HCFs, PCFs,SH6	Todos los GEI	6 gases incluidos en el protocolo de Kioto: CO2, CH4, N2=, HCFs, PCFs,SH6
Límites	Organización	Organización	Producto	Organización
Alcance	Directas + Indirectas+Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas	Directas + Indirectas+Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas+Indirectas de alcance 3
Uso Internacional	Si	Si	Si	No

2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Los consumidores actuales son más conscientes del impacto ambiental que genera la elaboración de un producto, por tanto, esto se refleja en sus decisiones de compra, se tiene más en cuenta el rendimiento medio ambiental de los productos. Para el año 2020 se pretende lograr una reducción del 20% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), un aumento del 20% de energías renovables y un 20% de aumento de la eficiencia energética; buscando siempre una mejora contra el cambio climático y de la sostenibilidad energética. Dicho motivo plantea una idea de porque estimar los gases de efecto invernadero que se emiten al medio ambiente, perjudicándolo gravemente: como un aumento en la temperatura media del planeta, contaminación del agua y el aire, contaminación por productos tóxicos (plaguicidas de síntesis), etc. Una forma de analizar dichos GEI, es mediante la determinación o análisis de la Huella de Carbono.

Desde la perspectiva de la producción agrícola, es bien conocido que es una fuente importante de emisiones contaminantes tanto por agua, aire y suelo. Emisiones directas de CO₂ por el uso de combustibles fósiles, tanto en las labores técnicas agrícolas, transporte, otras fuentes de emisiones como N₂O en el uso de abonos (orgánicos e inorgánicos).



Figura 5. Parte proporcional de diversos sectores en las emisiones totales de GEI antropogénicos en 2004, en términos de CO₂-eq (Basado en IPCC, 2006).

Según el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera: “A nivel de sociedad, al informar sobre la Huella de Carbono de un producto se genera un compromiso por parte de los consumidores por reducir su propio impacto sobre el cambio climático y además se crea conciencia sobre diferencias entre productos originados de forma más o menos respetuosa con el medio ambiente”. Esto justifica desde un punto de vista agroecológico, el interés de analizar esta herramienta a partir del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de un producto, calculando la cantidad de CO₂, emitido por kg de producto cosechado. Por todo ello, los trabajos que se establecen en el Trabajo tienen los siguientes objetivos:

- Identificar y cuantificar las emisiones de GEI en toda la explotación, durante el ciclo de vida de: **la cebolla, la lechuga, la zanahoria o carlota, la patata y el pimiento.**
- Identificar las prácticas agrícolas que generan mayor impacto ambiental y actuar sobre ellas.
- Establecer los límites del sistema y la unidad funcional a la cual se referirán los datos.
- Mejorar la calidad del producto, por tanto, la marca.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

En este apartado se describe los materiales y la metodología empleada para llevar a cabo este estudio.

3.1 La empresa SAIFRESC y localización

Para el seguimiento del cálculo de las emisiones de GEI, se ha obtenido datos reales de una finca de producción ecológica en el término municipal de Alcàsser, bajo la empresa SAIFRESC (Coordenada X 722597; coordenada Y 4365062), en la provincia de Valencia, durante los meses de marzo a septiembre del año 2016. La superficie total es de 13,48 ha y la finca está compuesta de 24 parcelas, como se puede observar en la figura 6.



Figura 6. Detalle de la finca de estudio con las parcelas de cultivo.

Se trata de una empresa que comercializa a nivel local verduras, hortalizas y frutas sanas y frescas de la huerta de Valencia. Surgido de la necesidad hacia los agricultores para proporcionar un sentido en el futuro a su profesión, en especial al verse sumergidos en un mercado cada vez más globalizado donde los precios van a la baja y cada vez conocen menos cuales son los cultivos a poder cultivar para poder salir adelante.

Se pretende recuperar la ilusión de los agricultores por su profesión ("*Salvem als llauradors*"). Para ello SAIFRESC pretende cumplir con dos premisas:

- Dominar sus producciones (fuera cultivos especulativos).
- Participar activamente en la distribución y venta de sus cultivos.

La empresa SAIFRESC tiene por objeto comercializar productos cultivados en la huerta valenciana directo a las familias y restaurantes de área metropolitana de la Comunidad Valenciana. El motivo es conseguir dar un valor añadido al producto para conseguir mayor rentabilidad para los agricultores sin la necesidad de que el consumidor pague más por ellos. Se recupera el cultivo tradicional basado en la utilización de un conocimiento tradicional agrario y conocimiento científico agrario: fertilización orgánica, control natural de plagas y enfermedades, y uso de fitosanitarios autorizados en agricultura ecológica. De esta manera se consiguen productos de mejor calidad, frescos, sanos y prácticas agrícolas no contaminantes. Se consigue un producto local y de temporada, siendo la emisión de CO₂ de transporte mínima.

3.1.1 Análisis de la maquinaria utilizada.

Se conoce que una de las principales fuentes de emisión de CO₂ en una explotación son a través de las labores de cultivo generado por el consumo de combustible por parte de la maquinaria. Por tanto, el primer paso para conocer la Huella de Carbono es realizar un inventario de ésta. De esta manera, se logra obtener una serie de datos que facilitan tomar decisiones una vez realizado el cálculo de la Huella de Carbono.

Se diferencia entre maquinaria, propiamente dicha, así como los diferentes aperos para la realización de las diferentes labores que necesitan los cultivos. La información de la maquinaria se muestra en la tabla 1 en Anejos.

A continuación, se describe la maquinaria que se utiliza por la empresa para la preparación del terreno:

- **Motocultor:** Utilizada para la preparación del terreno por sus múltiples usos. Por sus posibilidades a la hora de acoplar aperos para acolchar, sembrar, trasplantar, etc.

- **Tractores:** Utilizada para arrastrar aperos pesados como fresadoras, cultivadores o subsoladores para realizar labores técnicas agrícolas como levantar cultivo anterior, preparar el terreno o romper la capa superficial.
- **Oruga con grupo motobomba:** Utilizada para realizar los tratamientos de productos fitosanitarios a lo largo del ciclo del producto.
- **Desbrozadora:** Utilizada para la eliminación de las malas hierbas a ras del suelo.
- **Motoazada:** Utilizada para romper el suelo y oxigenarlo, gracias a la fuerza y potencia de las fresas que llevan incorporadas.
- **Mochila motorizada:** Utilizada también para aplicar los productos fitosanitarios



Figura 7. Maquinaria empleada en campo: a) Tractor John Deere 5510, b) Tractor Same Mercury 85, c) Oruga, d) Motoazada, e) Motocultor, f) Mochila motorizada.

3.1.2 Análisis de los aperos empleados

Los aperos se acoplan a la maquinaria agrícola para realizar múltiples tareas agrícolas, cada equipo y apero tiene características particulares. Las características técnicas de los aperos empleados en la explotación se muestran en la tabla 2 en Anejos.

Se describe a continuación las acciones que realizan cada uno de los aperos empleados para las labores del terreno:

- **Fresadora:** Aperos para labores superficiales accionados por la toma fuerza. Se utiliza para preparar el terreno antes de realizar el abonado, levantar cultivo anterior y conseguir tener un suelo en las condiciones óptimas para realizar posteriormente el sembrado o trasplante.
- **Cultivador:** Aperos para labores superficiales no accionados por la toma fuerza. Se utiliza para descompactar el suelo, controlar la vegetación no deseada (malas hierbas), esponjar y airear el suelo, rotura de terrones.
- **Subsolador:** Utilizado para romper el terreno de cultivo sin producir la inversión del perfil del suelo. Se trabaja por debajo de la profundidad del cultivo para lograr mejor drenaje y aireación de terreno. Las raíces se desarrollan más al encontrar menos resistencia en su crecimiento.
- **Acaballadora:** Apero utilizado para realizar caballones para multitud de cultivos.
- **Sembradora:** Apero que permite la siembra regular, sobre toda la superficie o bien en líneas equidistantes y a una profundidad uniforme, de las semillas utilizadas en los cultivos.
- **Abonadora:** Apero que se utiliza para distribuir el abono orgánico (estiércol).
- **Trasplantadora:** Apero utilizada para trasplantar plantas libres o cepellones (plántulas).
- **Barra pulverizadora:** Aplicación de productos fitosanitarios (insecticidas, fungicidas). Previa dilución de la materia activa en agua, mediante pulverización utilizando boquillas próximas al objetivo. Se caracterizan por la uniformidad que se puede conseguir en la distribución sobre la superficie tratada.
- **Cuchillas:** Se emplean para la eliminación de malas hierbas.
- **Acolchadora:** Permite mecanizar la colocación de una película de plástico. Evita la evaporación de la humedad del suelo, disminuye la utilización de la mano de obra y costes por el uso de maquinaria para controlar malas hierbas, además influye en el control de insectos transmisores de enfermedades como parte de un manejo integrado de plagas.



Figura 8. Aperos empleados en campo: a) Cuchillas, b) Subsolador, c) Cultivador, d) Fresadora, e) Abonadora centrífuga, f) Acolchadora.

3.1.3 Análisis de los productos fitosanitarios utilizados.

Todos los productos fitosanitarios utilizados en la explotación son aptos para el uso en agricultura ecológica. Los productos que se emplean en la empresa se exponen en la tabla 3 en Anejos. Para estudiar el uso de fitosanitarios se ha realizado una encuesta de los productos que se emplean y de cada uno de ellos se tiene las siguientes características:

1. Nombre comercial
2. Sustancia activa
3. Riqueza
4. Dosis recomendada
5. Dosis real
6. Gasto de caldo
7. Kg o L de producto comercial por ha
8. Cantidad (gramos materia activa/ha)
9. Plazo de seguridad

Para calcular la cantidad necesaria a aplicar de producto, se ha tenido en cuenta el gasto de caldo, la época de aplicación, el ciclo de cultivo, el tamaño de la planta, etc. Obviamente cada cultivo necesitara una cantidad de caldo distinta y una dosis real que lo marca el producto. A continuación, se muestran los diferentes productos utilizados para cada cultivo estudiado:

- **Cebolla de primavera:** Para la cebolla se emplea el Spintor 480 SC, es un insecticida que puede combatir el trip, además se utiliza tanto el Kdos como el MilEs ambos son fungicidas para tratar el mildiu.
- **Lechuga de primavera:** Para la lechuga se emplea una mezcla de Nemazal + Krisant, son insecticidas capaces de combatir el pulgón además de posible presencia de oruga. La presencia de mildiu y oidio solo afecta a las hojas no comerciales.
- **Zanahoria o Carlota:** solo Agrosul (fungicida).
- **Patata:** La patata que se planta en enero que sigue su ciclo natural no recibe tratamientos, además se realizó una solarización previa en los meses de verano del año anterior. La plaga que se quiere combatir en la patata es el gusano del alambre (*Agriotes lineatus*), esta solarización tiene una persistencia de dos años aproximadamente, sin presencia de la plaga.
- **Pimiento:** Agrosul.

3.1.4 Análisis de los fertilizantes empleados.

Todos los fertilizantes empleados durante el cultivo, están permitidos en una agricultura ecológica. Los fertilizantes empleados están representados en la tabla 5 en Anejos.

Aunque existe una amplia gama de fertilizantes que se han podido utilizar en los cultivos de la explotación estudiada, han sido de carácter experimental. Se ha determinado que el abono orgánico que se emplea para nutrir el suelo desarrolla las características idóneas para el crecimiento de los cultivos. Por tanto, a continuación, se describe las características más importantes de dicho producto:

Fem de sac: Nitrógeno 3% + Fósforo 3% + Potasio 3%. Polvo y pellet.

Se trata de un abono orgánico procedente de la fermentación de estiércol de oveja y enriquecidos con micronutrientes. Se caracteriza por su contenido en nitrógeno, fósforo y potasio, carbono orgánico, ácidos húmicos y micro elementos. Mejora las características físico-químicas del suelo y favorece la vida microbiana con lo que se movilizan diversos elementos nutricionales contenidos en el suelo.



Figura 9. Productos empleados como fertilizantes. a) Solupotasse, b) Quelacor, c) Fem de Sac, d) Calimax y e) Pulgatens.

3.2 Metodología

3.2.1 Descripción del desarrollo del estudio

Para el desarrollo del trabajo se realizó distintas visitas a campo para determinar principalmente los cultivos que se iban a estudiar, ciclo de cada cultivo, estableciéndose la cebolla, lechuga, zanahoria o carlota, patata y pimiento como los posibles cultivos de mayor interés. Posteriormente, se evaluó para cada cultivo cuales eran las principales labores, los parámetros de velocidad, consumo horario, anchura de trabajo de la maquinaria y/o aperos, número de pases, número de veces que se aplican productos fitosanitarios, qué tipo de fitosanitarios se utilizan, cantidad de fertilizantes, etc. Para tomar los datos se creó una plantilla que se muestra en el apartado de anejos.

3.2.2 Unidad funcional

Para el cálculo de la Huella de Carbono de los productos agroalimentarios se ha seleccionado la siguiente unidad funcional de referencia 1 ha, todas las entradas y salidas del ACV están referidas a esta unidad.

3.2.3 Determinación de los límites

Identificar las emisiones asociadas a las actividades, clasificándolas según sean directas o indirectas, como establece la normativa. Al tratarse de un estudio preliminar, en el presente trabajo se ha representado principalmente el “alcance 1” o emisiones directas al tener datos precisos para el posterior análisis de resultados; ya que no se tienen datos concretos del consumo de energía eléctrica durante el riego localizado o consumos de agua, para determinar tanto el alcance 2 como el alcance 3.

Por otra parte, se han excluido del sistema tanto la fabricación de la maquinaria, de los envases de los productos fitosanitarios, envases de los fertilizantes, fabricación de los plásticos empleados en la solarización o la manta térmica para los cultivos, así como la producción de la semilla, etc. Igualmente, los principales factores como fuentes de emisión directa durante el desarrollo de la actividad, son los siguientes:

- Derivadas del combustible de la maquinaria agrícola. Se genera CO_2 , provocado por la quema de los combustibles que contienen carbono (p.ej. gasoil). El dióxido de carbono, reduce el estrato de la atmósfera terrestre que sirve de protección contra la penetración de los rayos UV, por tanto, la Tierra se calienta.
- Derivadas del empleo de los productos fitosanitarios. Se genera CO_2 como emisiones directas, además de otras emisiones de carácter indirecto que pueden generar problemas de eutrofización, contaminación de suelos o agua.
- Derivadas del empleo de los fertilizantes orgánicos. Se conoce que las emisiones derivadas de los fertilizantes orgánicos, en este caso en particular, estiércol de oveja, son emisiones tanto de dióxido de carbono (CO_2) como de óxido nitroso (N_2O); además de las emisiones indirectas de amoníaco (NH_3) o nitratos (NO_3^-), que en el presente estudio no se han considerado para su estimación. Por otra parte, Dichas emisiones pueden afectar al aire por parte del CO_2 y el N_2O , en la acidificación de suelos por parte del NH_3 y a la eutrofización por parte del NO_3^- . La emisión directa del N_2O se produce a partir de la degradación del nitrógeno.

- Emisiones Indirectas Tipo II. Como son las generadas por el consumo eléctrico de agua para riego.
- Emisiones Indirectas Tipo III: Como son las generadas por los desplazamientos de los transportes con carga y sin carga.

3.2.4 Cálculo de la Huella de Carbono

Para la realización del cálculo de la Huella de Carbono se ha contemplado diversos proyectos. Primeramente, se debe realizar un mapa de procesos para determinar las diferentes etapas hasta llegar a las emisiones propiamente dichas.

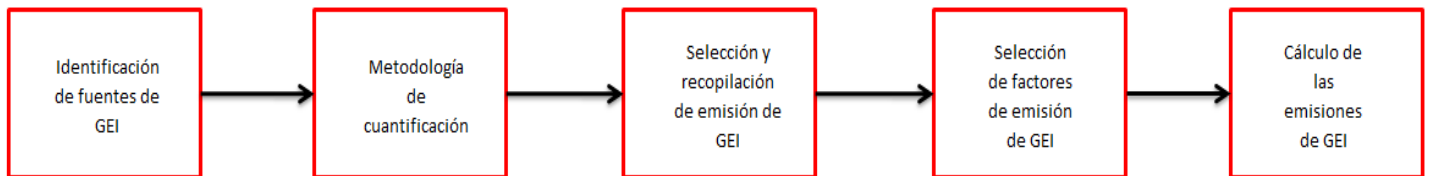


Figura 10. Mapa de procedimiento del cálculo de la Huella de Carbono.

Se establecen los sistemas de producción y se identifican la maquinaria, productos fitosanitarios y fertilizantes como fuentes de emisión de gases de efecto invernadero a pie de campo. Para determinar los GEI en cada etapa se debe utilizar el factor de emisión que corresponda para cada fuente. Los factores de emisión son cocientes calculados que relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión, además, permiten minimizar al máximo la incertidumbre de las estimaciones y generar resultados lo más preciso posible. Una manera de calcularlo es mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{array}{ccc}
 \text{EMISIÓN DE GEI} = & \text{FUENTE DE EMISIÓN} \times & \text{FACTOR DE EMISIÓN} \\
 (\text{t CO}_2\text{eq}) & (\text{kg, L, ha, kw/h}) & (\text{kg CO}_2/\text{cantidad})
 \end{array}$$

Los gases son contabilizados en toneladas de CO₂ equivalentes, tomando como referencia su potencial de calentamiento global. Para los 6 gases contemplados en el Protocolo de Kioto la equivalencia en CO₂ se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3. Potencial de calentamiento global para cada GEI (IPCC, 2007).

Especies	Fórmula Química	Tiempo de Vida (años)	Potencial Calentamiento Global (En función del tiempo)		
			20 años	100 años	500 años
Dióxido de Carbono	CO ₂	-	1	1	1
Metano	CH ₄	12	72	25	7.6
Óxido Nitroso	N ₂ O	114	289	298	153
HFC-23	CHF ₃	270	1200	14800	12200

Algunos gases provocan más calentamiento que el CO₂, así pues, pueden representar un menor problema considerable durante un periodo más corto de tiempo, pero pasan a ser un problema mayor más adelante. Por ejemplo, el PCG del óxido nitroso, a 20 años, es de 289, que significa que, si la misma masa de óxido nitroso y dióxido de carbono se introducen en la atmósfera, el óxido nitroso atrapa 289 veces más de calor que el dióxido de carbono durante los próximos 20 años, por tanto, como el periodo del óxido nitroso en la atmósfera es largo, la capacidad de absorción de radiación del óxido nitroso es importante y con ello su estimación para combatir el cambio climático.

Una vez determinada la metodología de cálculo, el siguiente paso para la obtención de la emisión de CO₂ es seleccionar los factores de emisión pertinentes. El problema se encuentra en la escasa fiabilidad de algunos factores de emisión, por ejemplo, en el transporte influye el modelo, las rutas, carga, velocidad y muchos otros factores que dificultan obtener un modelo. Para el presente estudio, se ha establecido trabajar con la base de datos más actualizada como MAGRAMA, IPCC (2006) y Diaterre v1 2010.

A continuación, en la tabla 4 se muestra las unidades y fuente escogidas para determinar los factores de emisión y posteriormente calcular la Huella de Carbono.

Tabla 4. Clasificación de los diferentes factores de emisión.

Factor emisión	Producto	Unidad	Fuente
Maquinaria	Gasóleo	2,69 Kg CO ₂ eq/l	(MAGRAMA) 2009
	Gasolina	2,196 Kg CO ₂ eq/l	(MAGRAMA) 2015
Fitosanitarios	Insecticida	25,13 kg CO ₂	Diaterre v1 2010
	Fungicida	6,009 kg CO ₂	
Fertilizante	Nitrógeno	0,012 kg N ₂ O/kg N	IPCC, 2006

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado del trabajo, se detalla los resultados obtenidos en base a los objetivos planteados con anterioridad.

4.1 Resultado de la maquinaria y aperos empleados para cada cultivo

En la empresa SAIFRESC se utilizan principalmente cuatro tipos de maquinaria, de mayor a menor tamaño consideramos un tractor, un motocultor, una oruga, una motoazada y una desbrozadora. Además, emplea una diversa gama de aperos diferenciados entre las diferentes labores, consideramos una fresadora, un cultivador, un subsolador, barras pulverizadoras, una trasplantadora, una acaballadora, una acolchadora, una sembradora, unas cuchillas y una abonadora. La plantilla empleada para realizar los cálculos se muestra en el apartado de anejos.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla la cantidad total de kg CO₂/ha, resultado del uso de combustible fósil por parte de la maquinaria agrícola en las diferentes labores realizadas para la preparación de la parcela y del cultivo:

Tabla 5. Emisión kg CO₂/ha por parte del consumo de combustible fósil en cada una de las prácticas realizadas para preparar la parcela.

Cultivo	Subsolar	Abonar	Fresar	Cultivar	Acaballonar	Cuchillas	Trasplantar	Acolchar	Sembrador
Cebolla	3,82	2,31	67,25	7,04	2,80	22,42	-	-	-
Lechuga	3,06	2,31	67,25	7,04	2,80	7,47	6,23	-	-
Carlota	3,82	2,31	33,63	7,04	2,80	14,94	-	-	3,74
Patata	3,82	2,31	67,25	7,04	2,80	7,47	-	-	3,74
Pimiento	4,59	2,31	67,25	7,04	2,80	14,94	-	2,24	-

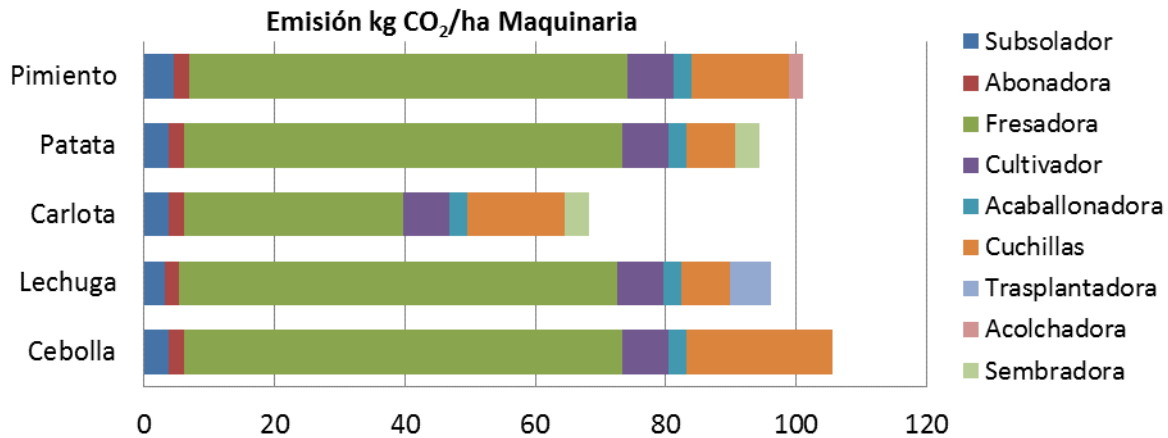


Figura 11. Emisiones de CO₂/ha por el combustible fósil de las distintas acciones que se realizan durante la fase del cultivo.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, las acciones que más contribuyen a las emisiones de CO₂ son el fresado y el escardado. Por una parte, el fresado es un trabajo fuerte realizado por un tractor accionado por la toma de fuerza, su consumo es superior a las demás labores ya que se realiza a una velocidad más lenta (2km/h), y además debe vencer una carga pesada, por lo que este tractor que tira del apero debe generar una enorme fuerza consumiendo mayor combustible, en torno a 12 Litros de combustible por hectárea, además se suele hacer más de dos pasadas en el cultivo. Por otra parte, la acción de eliminar las hierbas adventicias mediante las cuchillas se realiza con un motocultor, éste tiene un consumo de combustible muy pequeño entorno a 0,5 litros hora y la carga a vencer es menor, pero en la cebolla, carlota y pimiento se realizan tres pases durante el ciclo del cultivo.

El problema se dirige a la antigüedad del tractor, se trata de un Same Mercury de 85 cv del año 90 aproximadamente, con una caja de cambios de 12x12, con el cual se trabaja a mayores revoluciones al realizar las labores de parcela que si se tratase de un tractor actual. Para evitar este gasto de energía mayor y, por tanto, mayor gasto de combustible la empresa ha optado por sustituirlo por un John Deere 6115 de 118 cv el cual tiene una caja de cambios de 26x26, tiene mayor juego de marchas para utilizar, por tanto, se puede trabajar a menores revoluciones. Este nuevo tractor en vez de utilizar el embrague todo el tiempo, sólo se debe seleccionar el grupo y la marcha, y mover hacia delante y hacia detrás la palanca del inversor. Otra forma de reducir las emisiones por parte del combustible, por ejemplo, en las acciones de fresado que requiere toma de fuerza,

será colocar la palanca del acelerador para conseguir en el motor el régimen requerido en el eje de toma de fuerza (540-1000 rev/min) que establece el fabricante, de esta forma se suministra la potencia requerida por la máquina con menor régimen del motor del tractor al obtener el máximo rendimiento posible del combustible consumido, se pierda menos tiempo al realizar las labores que conlleva un menor uso del combustible, mejora la eficacia de las labores que consiste en que las labores queden realizadas de forma correcta garantizando la producción final. A largo plazo se encuentran los tractores que funcionan con biocombustibles, dichos carburantes presentan inconvenientes ya que se convierte en gel a temperaturas bajas, o ventajas como tener más lubricidad o emitir menos partículas contaminantes que el gasóleo procedente del petróleo.

4.2 Resultado de los productos fitosanitarios empleados

En SAIFRESC se emplean una serie de productos fitosanitarios clasificados en insecticidas y fungicidas. El método de aplicación dependerá del tipo de cultivo, momento del año, estado de desarrollo. Toda la información de los fitosanitarios ha sido recopilada del registro de productos fitosanitarios del MAGRAMA.

Para obtener las emisiones de los fitosanitarios se ha seguido la metodología expuesta por la hoja de cálculo facilitada por LessCO₂, la plantilla empleada en los cálculos se presenta en el apartado de anejos. A continuación, se muestra la tabla con los resultados de emisión de CO₂/ha generado por cada cultivo en el uso de fitosanitarios:

Tabla 6. Emisiones kg CO₂/ha para cada cultivo por parte de los fitosanitarios empleados en el estudio.

Fitosanitarios	Cebolla	Lechuga	Carlota	Patata	Pimiento
Unidad	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha	kg CO ₂ /ha
Insecticidas	1,55	4,37	-	-	-
Fungicidas	11,1	-	300,45	-	300,45
Total	12,65	4,37	300,45	0	300,45

Para una correcta valoración de las emisiones de los plaguicidas debería tenerse en cuenta la generación de CO₂ en el proceso de elaboración de los envases, ya que un producto líquido en comparación a uno sólido requiere menor volumen y por tanto una logística más eficaz; así como de la formulación de los distintos productos. Por otra parte, si nos basamos en los resultados de la tabla 6, se observa que la Carlota y el Pimiento son los principales cultivos de emisión de CO₂, esto es debido al tipo de producto que se emplea ya que se trata de azufre en polvo cuya riqueza es del 98%, además se suele aplicar dos veces por ciclo de cultivo; se plantea la idea de sustituir el uso del azufre en polvo por un polvo mojable para reducir las emisiones de estos dos cultivos. Mientras que los demás insecticidas y fungicidas son productos mojantes, con un gasto de caldo establecido además de solo realizarse una aplicación por ciclo de cultivo. Por otra parte, se encuentran las emisiones de CO₂ durante la aplicación de la pulverizadora, la situación actual es una oruga en la cual se monta unas barras pulverizadoras ambas con motor gasolina, por tanto, existe dos focos de emisión de CO₂; cuando se realiza las correspondientes pasadas al terminar la fila, las barras pulverizadoras se deben cerrar para realizar la siguiente vuelta, esta acción se realiza a mano mientras que la máquina esta en reposo con el motor encendido siendo un foco de emisión constante. La opción que se ha escogido es la de cambiar esta máquina, por una pulverizadora actual, Maruyama BSA 500, la cual monta un solo motor diesel y tiene la capacidad de cerrar las barras sin la necesidad de parar la máquina además monta una transmisión hidrostática lo más parecido a un cambio automático en un coche.

4.3 Resultados de los fertilizantes empleados

En este apartado, se muestra las emisiones de CO₂ y N₂O derivadas del aporte del abono de estiércol de oveja. Se descartan las emisiones de fósforo y potasio ya que no producen ninguno de estos GEI.

Tabla 7. Emisión de CO₂ y N₂O por ha por parte del fertilizante.

Cultivos	Emisión	
	kg CO _{2eq} /ha/cultivo	kg N ₂ O/ha/cultivo
Cebolla	526,82	1,77
Lechuga	421,46	1,41
Carlota	526,82	1,77
Patata	526,82	1,77
Pimiento	632,19	2,12

En vista a los resultados, la cantidad de óxido nitroso generado por el estiércol orgánico en un suelo agrícola es muy baja, el problema se traduce en la capacidad de efecto invernadero de este gas que es 298 veces superior en comparación al CO₂. Para estimar estas emisiones se ha tenido en cuenta tanto la cantidad empleada al año de estiércol como el tiempo en el que permanece el cultivo en la parcela. A cada cultivo le corresponderá una cantidad proporcional a su tiempo de permanencia en campo, en este caso el pimiento es el cultivo que más CO₂ emite en comparación con los cultivos estudiados. Esto es debido a que tiene un ciclo de vida de 5 meses, por tanto, le corresponde en torno a 3600 kg de estiércol/ha de los cuales 108 kg son de nitrógeno. Por tanto, aplicándole su respectivo factor de emisión se obtiene un total de 2,12 kg N₂O/ha/cultivo que equivalen a 632,19 kg de CO₂ equivalentes.

Una forma de evitar las emisiones de N₂O es mejorar la eficacia en el sistema productivo, ya que se obtienen niveles menores de pérdidas de N, como, por ejemplo: conocer bien la dinámica de mineralización de los fertilizantes cuando se trata de enmiendas orgánicas. La aplicación de nitrógeno en presembrado no se recomienda ya que contribuye a incrementar las emisiones al coincidir la aplicación de nitrógeno con baja demanda por parte de la planta. Podría plantearse la idea de cambiar por un abono orgánico líquido teniendo en cuenta la dosis a emplear, aplicándose por fertirrigación o mediante abonadoras con sistema de inyección del abono, aunque no es la idea principal ya que con un abono orgánico sólido además se proporciona al suelo un carácter más poroso, con mayor capacidad de permeabilidad y capacidad de retención de agua.

4.4 Resultados Totales

A continuación, se presenta las emisiones de CO₂ para los tres grandes grupos: combustible, fertilización y fitosanitarios. De esta manera, se determina el volumen global de CO₂/ha emitido para todos los cultivos estudiados.

Tabla 8. Emisión kg CO₂/ha por los diferentes grupos de emisión estudiados.

Cultivo	Plaguicidas	Fertilizante	Combustible	Total
Cebolla	12,65	526,82	107,63	647,10
Lechuga	4,37	421,46	98,15	523,98
Carlota	300,45	526,82	248,15	1075,43
Patata	0,00	526,82	116,84	643,66
Pimiento	300,45	632,19	101,72	1034,35

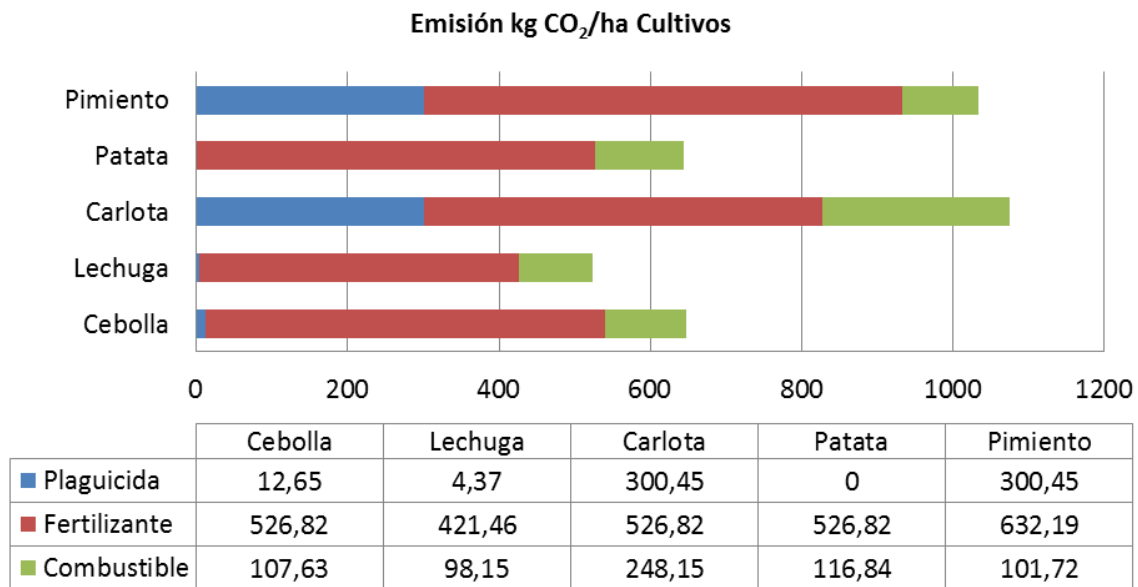


Figura 12. Peso que tiene cada uno de los tres focos de emisión planteados en el trabajo.

En orden de emisión se observa que el fertilizante genera las principales emisiones en una explotación agrícola, seguida del combustible y finalmente los plaguicidas.

Como se ha mencionado en el párrafo anterior, el fertilizante genera las principales emisiones de dióxido de carbono. Analizando la gráfica por cultivos el pimiento es el principal cultivo que más contribuye a estas emisiones debido a que permanece más tiempo en campo, 5 meses, por tanto, las necesidades de nitrógeno serán mayores. Por otra parte, la lechuga es el cultivo con menor peso, siendo un ciclo de 3 meses.

En cuanto, a los plaguicidas, se observa gran diferencia en el pimiento y la carlota. Esto se debe al uso de del azufre en polvo como fungicida para tratar entre otros el mildiu y el oidio, ya que es un producto con una riqueza del 98,50%, Por el contrario, en la cebolla y la lechuga estas emisiones son muy inferiores, se debe a la dosis real empleada (200-400 ml/hl) y se realizan un tratamiento en ambos cultivos.

Finalmente, las emisiones por parte del combustible son superiores en la zanahoria, es debido al proceso de recolección, mientras que en la cebolla, lechuga y pimiento se recoge a mano, en la zanahoria se realiza un pase con tractor en el cual se engancha unas cuchillas que levantan el cultivo y facilitar su recolección, luego se genera otro punto de emisión de CO₂. Por otra parte, las emisiones en la patata también son ligeramente superiores debido al proceso de la recolección al igual que la zanahoria, pero que en este caso se realiza mediante un motocultor y unas cuchillas.

4.4.1 Emisión kgCO₂/ kg cultivo

En la siguiente tabla, se da a conocer la cantidad de kg CO₂ que se genera por kilogramos de cultivo que se produce. Para ello se emplea la siguiente fórmula, establecida por la metodología para el cálculo de emisiones de GEI y auditoría de GEI:

$$EM\ CO_2\ total\ (kg\ CO_2/Kg\ producto) = \frac{\sum (Diesel + Fertilizante + Electricidad + Agua + Fitosanitarios)}{Rendimiento\ cultivo}$$

Fuente: ISCC, 2011

Rendimiento cultivo

Tabla 9. Emisión kg CO₂/kg producto por cada elemento establecido como fuente potencial de emisión en una explotación agrícola, en función de los cultivos seleccionados previamente para su evaluación.

Emisiones	Cultivos				
	Cebolla	Lechuga	Carlota	Patata	Pimiento
Parámetros estudiados					
Combustible	107,63	98,15	248,15	116,84	101,72
Fertilizante	526,82	421,46	526,82	526,82	632,19
Electricidad	-	-	-	-	-
Agua	-	-	-	-	-
Fitosanitarios	12,65	4,37	300,45	0	300,45
Óxido nitroso	-	-	-	-	-
Total emisiones (kg CO ₂)	641.15	522.10	1071.10	641.80	1030.60
Rendimiento cultivo (kg/ha)	60000	35000	32000	30000	80000
Total kg CO ₂ /kg producto.	0.011	0.015	0.033	0.021	0.013

5. CONCLUSIONES

De lo resultados expuestos en el presente trabajo, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

1. A la vista de los resultados se ha determinado que en la explotación los principales GEI más importantes que contribuyen al impacto ambiental, son el CO₂ y N₂O.
2. La práctica agrícola realizada en la explotación que más contribuye a las emisiones es el uso del fertilizante orgánico "Fem de Sac" o (estiércol de oveja).
3. Como segundo punto de emisión se establece el uso de combustible fósil por parte de la maquinaria agrícola en las diferentes labores de cultivo.
4. La práctica agrícola que menos contribuye al impacto ambiental es el uso de los productos fitosanitarios.
5. El fresado y las cuchillas, son las labores que más contribuyen a las emisiones de CO₂. Por otra parte, la recolección incrementa parcialmente las emisiones por parte de la zanahoria, así como de la patata, por el uso de maquinaria agrícola para su realización. Mientras que los otros cultivos su recolección es a mano.
6. El cultivo que genera mayor emisión de N₂O y como consecuencia mayor emisión de CO₂ equivalente es el pimiento, por su tiempo en campo. En cambio, la lechuga sería el cultivo que menos incidencia en el impacto ambiental muestra, por los mismos motivos.
7. En cuanto a mejora de la marca, se está estudiando la posibilidad futura de crear una ecotiqueta propia de la empresa, para informar a los consumidores de las buenas prácticas agrícolas que se realizan en la explotación, así como su contribución a mitigar el cambio climático, (p.ej. colocando en cada bandeja o caja de producto fresco las emisiones de CO₂/ha). La idea está por desarrollar.

6. BIBLIOGRAFÍA

Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).2006. Environmental management-life cycle assessment-principles and framework (ISO 14040:2006). [Fecha de consulta:18-oct-2016]. Disponible en internet.
<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0038060>

Asociación Española para la Calidad (AEC). Medio ambiente, estimación huella de carbono, normas ISO 14064-1:2006. [Fecha de consulta: 28-jun-2016]. Disponible en internet.
<http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/norma-une-en-iso-14064>.

Asociación Española para la Calidad (AEC). Medio ambiente, estimación huella de carbono, normas Pas-2050. [Fecha de consulta: 28-Jun-2016]. Disponible en internet.
<http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/norma-pas-2050>.

Caballero, P., De Miguel, M.D., Julia, J.F. 1992. Costes y Precios en Hortofruticultura. Editorial Mundi-Prensa.

Campos Hernández, J.M. 2008. El Protocolo de Kioto y los Gases de Efecto Invernadero: Vigilancia o Catastrofismo, *Ingeniería y territorio*, 82: 30-37.

Climate Change. 2007. Working Group, I: The Physical Science Basis, Solomon, S. D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

CO₂. Compromiso de Reducción de Huella de Carbono. Disponible en internet.
<http://www.huellacarbono.es/index.html>

Colque, P. y M^aT. Sánchez C, V. Los Gases de Efecto Invernadero: ¿Por qué se produce el calentamiento global? [marzo, 2007] [Fecha de consulta: 28-jun-2016] disponible en internet
http://www.labor.org.pe/descargas/1ra%20publicacion_%20abc%20cc.pdf

Cowell, S. y Clift, R.1997. Impact Assessment for LCAs Involving Agricultural Production. 6th SETAC-Europe Meeting: LCA-Selected Papers. Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, Guildford, Surrey GU2 5XH, UK. Int. J.L.CA.

Green House Gas Protocol, Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard, 2011.

World Resources institute and World Business Council for Sustainable Development, USA.

Guía Pas 2050, 2008. Como auditor la Huella de Carbono de sus productos y servicios. BSI, British Standards Institute.

International Sustainability & Carbon Certification (ISCC), 2011. ISCC 205 metodología para el cálculo de emisiones de GEI y auditoria de GEI.

Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente.2015. Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización, Madrid.

Minonzio, G., Grub, A., Fuhrer, J. 1998. Methan-Emissionen der schweizerischen Landwirtschaft. BUWAL; Schriftenreihe Umwelt Nr. 298.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Fourth Assessment Report.Climate Change. 2007. [Fecha de consulta: 4-junio-2016]. Disponible en internet. https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/es/tssts-1-2.htm

Lindfords, L (project leader). 1995.Nordic guidelines on life-cycle assessment.NORD.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MMARM.2016. Registro Productos Fitosanitarios. España.

Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GEI). GHG PROTOCOL. Página web <http://www.ghgprotocol.org/>.

Ruiz, D. y Zúñiga, I. 2012. Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. Librería UNED.

Terralia. Vademecum de productos fitosanitarios. [Fecha de consulta: 29-junio-2016]. Disponible en internet. http://www.terralia.com/vademecum_de_productos_fitosanitarios_y_nutricionales/index.phpproceso=registro&numero=7899&id_marca=15059&base=2012

Thoni L., Seitler E. y Matthes D. 2007. Ammoniak-immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2006, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, der OSTLUFT und der Kantone Kuzern und Freiburg.

7. ANEXO 1: INFORMACIÓN INVENTARIO

7.1 Documentación maquinaria y aperos

A continuación, se muestra en la tabla 1 y en la tabla 2 las características técnicas de cada maquinaria y apero necesarias para los cálculos de emisión de CO₂ por parte de la quema de combustible fósil.

Tabla 1. Características de la maquinaria empleada en la empresa SAIFRESC. Datos necesarios para la determinación del combustible por operación que luego será sustituido en la ecuación del análisis de la Huella de Carbono.

Nº	Maquinaria	Marca	Anchura(m)	Potencia(cv)	Combustible	Consumo horario(l/h)	Años	Volumen depósito (L)	Volumen tanque(L)
4	Motocultor	Truss TM 5102	0,50	13	diesel	0.5	2000	6	-
		Maruyama Honda F720	0,65	5,5	gasolina	0.5	2000	2,3	-
		Pasquali	0,64	18	diesel	0.5	1990	5	-
		Gyrmert	0,65	18	diesel	0.5	1990	5	-
2	Tractores	John deere 5510	2	80	diesel	5	2002	72	-
		Same mercuri 85	2	85	diesel	5	1987	70	-
1	Bomba pulverizar	Bertolini	1,2	5,5	gasolina	0,1	2008	3	350
1	Oruga	Maruyama Honda GX300	0,60	4	gasolina	0,1	2008	3	-
5	Desbrozadora	ECHO SRM-222ES	0,25	0,96	gasolina	0,45	2015	0,4	-
2	Motoazada	Nouki HS-001	0,64	5,43	gasolina	0,5	2015	2,6	-
3	Mochila motorizada	Maruyama MS066	4	1,1	gasolina	0.1	2015	2	25

Tabla 2. Características de los aperos empleados en la empresa SAIFRESC para las diferentes labores agrícolas.

Maquinaria	Apero	Marca	Anchura trabajo(m)	Nº de brazos	Nº de boquillas	Nº de hileras	Profundidad(cm)	Litros/hora
Tractor	Fresadora	Enguix	2	-	-	-	10	5
	Cultivador	Language	2,15	9 en dos filas	-	-	15	4,5
	Subsolador	Franch	2	-	-	-	40	5
	Acaballadora	-	1,20	-	-	-	5	6
	Abonadora(180kg)	Cosmo	3,50	-	-	-	-	3
Motocultor	Barras pulverizadoras	Bertolini	13,2	-	28	-	-	0.1
	Sembradora	Bassi	0,60	-	-	-	1	0,50
	Cuchillas	-	0,60	-	-	-	1	0,50
	Trasplantadora	Maruyama	0,60	-	-	-	10	0,50
	Acolchadora	-	0,60	-	-	1	-	0,50

7.2 Documentación productos fitosanitarios y fertilizantes.

A continuación, se muestra en la tabla 3 y en la tabla 4 los diferentes productos fitosanitarios bajo el reglamento de producción ecológica utilizados por la empresa SAIFRESC, para garantizar el control de plagas y enfermedades de la cosecha.

Tabla 3. Características de los productos fitosanitarios empleados en la empresa SAIFRESC.

Insecticidas	Formulaciones	Sustancia activa
Spintor 480SC	SC	Spinosad
Granet	DP	Piretrinas
Nemazal T/S	EC	Azadiractin
Bacillus thuringensis var.kurstaki	WG	Bacillus
Krisant	EC	Piretrinas
Agroil	EC	Aceite mineral

Tabla 4. Características de los productos fitosanitarios empleados en la empresa SAIFRESC.

Fungicidas:	Formulaciones	Sustancia activa
MilEs	AL	Equisetum arvense
Oxicloruro de cobre	WP	Óxido cuproso
Agrosul micronizado	DP	Azufre
Kdos	WG	Hidróxido cúprico

La tabla 5, representa la forma, método y dosis recomendable de los fertilizantes empleados en la explotación.

Tabla 5. Características de los fertilizantes empleados en la actualidad y anteriormente en la empresa SAIFRESC.

Fertilizantes	Forma	Método	Dosis recomendable
Fem de sac	Sólido	Espolvoreo abonadora	400-600 kg/1000m ²
SoluPotasse	Sólido soluble	Fertirrigación	5-10 gr en 300l/ha
Quelacor	Líquida	Pulverización foliar y fertirrigación	150 cc/hl y 2-4L/ha. Respectivamente.
Ferrolife-42	Líquida	Aplicación radicular	1-6 gr/m ²
Acetalife	Líquida	Fertirrigación	200-500 cc/hl
Pulgatens	Sólido y Líquido	Aplicación foliar	1L líquida +250 gr sólida en 100l agua
Strensil	Líquida	Aplicación radicular	3-4l/ha
Calimax	Líquida	Fertirrigación y aplicación foliar	10-30 l/ha y 300-400ml/ha, Respectivamente.

7.3 Plantilla cálculo emisión CO₂ combustible

En la siguiente plantilla se ha realizado los cálculos pertinentes, para obtener las emisiones de dióxido de carbono que se generan en la quema del combustible durante el uso de la maquinaria agrícola.

Apero	Anchura trabajo (m)	Anchura parcela (m)	Longitud parcela (m)	F.E combustible (kg CO ₂ eq/l ha)	Velocidad real (km/h)	Metros trabajados	Tiempo trabajo (h)	Combustible/hora	Combustible/operación	Número de pases	Emitido (kg CO ₂ eq/ ha)	Número de pases	Emitido (kg CO ₂ eq/ ha)	Número de pases	Emitido (kg CO ₂ eq/ ha)	Número de pases	Emitido (kg CO ₂ eq/ ha)	Número de pases	Emitido (kg CO ₂ eq/ ha)	
											Cebolla		Lechuga		Carlota		Patata		Pimiento	
Subsolador																				
Abonadora																				
Fresadora																				
Cultivador																				
Acaballonar																				
Cuchillas																				
Trasplantadora																				
Acolchadora																				
Sembradora																				
Aplicaciones																				
Aplicaciones																				
Aplicaciones																				
Recolección tractor																				
Recolección motocultor																				
Total																				

Figura 13. Plantilla utilizada para obtener las emisiones de CO₂ resultantes de la quema de combustible.

7.4 Plantilla cálculo emisión CO₂ plaguicidas.

En la siguiente plantilla se ha realizado los cálculos pertinentes, para obtener las emisiones de dióxido de carbono que se generan por el uso de los plaguicidas en campo.

Producto	Riqueza(%)	Dosis recomendada	Tipo de planta	Dosis real	Factor	Nº aplica	Gasto de caldo	g/ha	Cebolla primavera	Nº aplica	Gasto de caldo	g/ha	Emisión lechuga	Nº aplica	Gasto de caldo	g/ha	Emisión carlota	Nº aplica	Gasto de caldo	g/ha	Emisión pimiento
Spintor 480SC																					
Spintor 480SC																					
Krisant																					
Krisant																					
Nemazal T/S																					
Nemazal T/S																					
Total insecticida																					
Kdos																					
Kdos																					
MIEs																					
MIEs																					
Agrosul																					
Total fungicida																					
TOTAL PLAGUICIDA																					

Figura 14.Plantilla utilizada para obtener las emisiones de CO₂ resultantes del uso de fitosanitarios.

7.5 Plantilla cálculo emisión CO₂ fertilizante.

En la siguiente plantilla se ha realizado los cálculos pertinentes, para obtener las emisiones de dióxido de carbono y óxido nitroso que se generan en la aplicación a campo del abonado.

Cultivo	Producto	Método	Nitrógeno en saco	Dosis recom.	Cantidad Kg/ha/año	Ciclo cultivo (mes)	Coeficiente	Dosis empleada.kg/ha/cultivo	kg N/ha/cultivo	F:E (kgN ₂ O-N/kg N)	kg/N ₂ O-N/cultivo	Total kgN ₂ O/cultivo	Total kgCO ₂ /ha/cultivo
Cebolla													
Lechuga													
Carlota													
Patata													
Pimiento													

Figura 15. Plantilla utilizada para obtener las emisiones de CO₂ resultantes del uso del fertilizante.