CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO Y HUELLA HÍDRICA DE EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS ECOLÓGICAS BAJO EL EMPLEO DEL MÉTODO SEFEL (SISTEMA DE ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES ECOLÓGICOS LÍQUIDOS)

Trabajo desarrollado por:
Fanegada Medio Ambiente SC.
CIF: J-76721752
C/ San Antonio, edificio San Rita, portal 5. Bajo B. 38203.
La Laguna. Santa cruz de Tenerife.
Islas Canarias.

info@fanegadamedioambiente.com
fanegadamedioambiente@gmail.com
646.303.774 – 645.655.996

Servicio Promotor:
IPNA CSIC. Instituto de Productos Naturales y Agrobiología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
Departamento de Agrobiología y Medio Ambiente.
Grupo de fertilidad de suelos y nutrición vegetal.

Diciembre 2018

CONTENIDO DEL CD-ROM:

- **DOCUMENTO: "***CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO Y HUELLA HÍDRICA DE EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS ECOLÓGICAS BAJO EL EMPLEO DEL MÉTODO SEFEL (SISTEMA DE ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES ECOLÓGICOS LÍQUIDOS)".*

- **ANEXOS**:

  - ORGANIZACIÓN 1:
    - CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO (HC). CALCULADORA MAPAMA-METECO.
    - CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA (HH) CALCULADORA PARA LA WATERFOOT PRINT NETWORK.WFPN.

  - ORGANIZACIÓN 2:
    - CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO (HC). CALCULADORA MAPAMA-METECO.
    - CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA (HH) CALCULADORA PARA LA WATERFOOT PRINT NETWORK.WFPN.

  - ORGANIZACIÓN 3:
    - CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO (HC). CALCULADORA MAPAMA-METECO).
    - CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA (HH). CALCULADORA PARA LA WATERFOOT PRINT NETWORK.WFPN.

  - ORGANIZACIÓN 4:
    - CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO (HC). CALCULADORA MAPAMA-METECO).
    - CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA (HH). CALCULADORA PARA LA WATERFOOT PRINT NETWORK.WFPN.

Contenido

1.- Contexto 4
1.1.- Cambio Climático 4
1.2.- La Agricultura y el Cambio Climático 4
1.3.- El papel de la agricultura ecológica en la mitigación del cambio climático 5
1.4.- Gestión sostenible del agua 9
2.- Método SEFEL. Un modelo agroecológico 10
3.- Cálculo de la huella de carbono 12
3.1.- Metodologías de cálculo 14
3.2.- GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol) 14
3.3.- Norma UNE-EN ISO 14064 15
3.4.- Norma UNE-ISO 14069:2013 16
3.5.- Registro Huella de Carbono MAPAMA-METECO. Calculadora 16
3.6.- Otras metodologías de referencia 17
3.7.- Etapas para la cuantificación de la huella de carbono 20
4.- Cálculo de la huella hídrica 21
5.- Metodología de trabajo para el cálculo de la huella de carbono y huella hídrica en explotaciones agrícolas con empleo de SEFEL 25
6.- Cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica para la organización 1 29
7.- Cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica para la organización 2 38
8.- Cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica para la organización 3 47
9.- Cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica para la organización 4 54
10. Conclusiones 63
11.- Propuestas de mejora continua 67

1.- Contexto

1.1.- Cambio Climático

Se denomina cambio climático a la variación de los patrones meteorológicos estables a lo largo de un período de tiempo extenso, que puede ir de unas décadas a millones de años. Suele estar acompañado de procesos de reacomodo climático que a menudo implican fenómenos meteorológicos extremos, con un alto impacto en los modos de vida de flora, fauna y la humanidad.

En épocas recientes, el término cambio climático ha cobrado vigencia para referir también al impacto de las actividades humanas en el balance químico y físico del planeta, lo cual habría incidido en el calentamiento global (debido al llamado "efecto invernadero" que produce la anormal acumulación de gases en la atmósfera) y, de manera indirecta, en el cambio de las condiciones climáticas del globo.

1.2.- La Agricultura y el Cambio Climático

La agricultura contribuye al cambio climático y se ve afectada por el cambio climático. Se hace necesario, por tanto, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector y adaptar los sistemas de producción alimentaria para hacer frente a este desafío.

La agricultura ha sido la responsable del 10,1 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero de la UE en 2015, según datos del Parlamento Europeo. Entre 1990 y 2012, las emisiones de la agricultura de la Unión se redujeron un 24 % gracias a una disminución significativa de la cabaña ganadera, a una aplicación más eficiente de los fertilizantes y a una mejor gestión del estiércol. Sin embargo, la agricultura en el resto del mundo va en la dirección contraria. Entre 2001 y 2011, las emisiones globales de la producción agrícola y ganadera crecieron un 14 %. Este incremento se registró sobre todo en los países en desarrollo debido al crecimiento de la producción agraria total, impulsado a su vez por el aumento de la demanda global de alimentos y por cambios en las pautas de consumo originados por la elevación del nivel de renta en algunos países en desarrollo.

Con respecto a España, según datos del Avance del Inventario de Emisiones de GEI del Ministerio para la Transición Ecológica, para el año 2017, la agricultura, que genera el 10 por ciento del total de emisiones, subió un 2,9 por ciento respecto a 2016. De estas, las actividades ganaderas, que generan el 66 por ciento de las emisiones de este sector crecieron un 1,7 por ciento, sobre todo por el aumento de la cabaña de vacuno de carne (+2,7%) y de porcino blanco (+3,8%). En la misma línea creciente estuvieron el resto de actividades agrícolas, que aumentaron sus emisiones un 5,4%, debido fundamentalmente al aumento del consumo de fertilizantes inorgánicos (+9,2% con respecto al año anterior). Las emisiones derivadas de la maquinaria agrícola, forestal y pesquera, que generan el 4% del total de las emisiones de españolas, también aumentaron con respecto al año anterior, en concreto en un 6,2%.

El cambio climático tiene tanto efectos directos como indirectos en la productividad agrícola, entre ellos cambios en los regímenes pluviométricos, sequías, inundaciones y la redistribución geográfica de plagas y enfermedades.

Los sistemas agrícolas y alimentarios tienen un gran potencial de adaptación que puede conllevar el aumento de la resiliencia en la producción y el suministro de alimentos a la vez que protege y mejora los recursos naturales. Asimismo, estos sistemas ofrecen un potencial considerable de mitigación del cambio climático, tanto en forma de reducción de la intensidad de las emisiones por unidad de producción como de fijación de carbono en el suelo y biomasa. Por este motivo, los sectores agrícolas están comenzando a recibir atención debido a la función esencial que pueden y deben desempeñar en la respuesta al cambio climático. A escala mundial, en el preámbulo del Acuerdo de París se reconoce "la particular vulnerabilidad de los sistemas de producción de alimentos a los efectos adversos del cambio climático". La agricultura y el uso de la tierra, el cambio del uso de la tierra y la actividad forestal se encuentran entre los sectores más citados en las contribuciones de los países en favor de la mitigación (como metas o medidas).

1.3.- El papel de la agricultura ecológica en la mitigación del cambio climático

En el Protocolo de Kyoto ya se establecieron acciones concretas para la reducción de las emisiones antropogénicas de los gases de efecto invernadero (GEIs). Posteriores acuerdos permitieron clarificar los medios para que los países firmantes pudiesen cumplir sus compromisos contabilizando la captación de CO_2 de la atmósfera en los sistemas agrícolas y forestales (efecto sumidero).

La agricultura es la principal fuente de emisión de CH_4 y N_2O y, en menor medida aunque también importante, de CO_2. Se estima que las tierras de cultivo han sido responsables del 15% del total de emisiones de GEI durante la década de los 90. La captación de CO_2 por los ecosistemas vegetales constituye un factor a tener en cuenta en el balance global de carbono. De acuerdo con las estimaciones aportadas por el Grupo de Trabajo sobre Sumideros de Carbono del Programa Europeo sobre el Cambio Climático, el potencial de fijación de CO_2 de los suelos agrícolas en la EU-15 es de 60 a 70 Mt al año, lo que supone del 1,5 al 1,7 % de las emisiones antropógenas de CO_2 y constituiría el 19-21 % de la reducción total de 337 Mt de CO_2 al año a la que se ha comprometido la UE-15 para el periodo 2008-2012. Este grupo de trabajo sobre sumideros también ha reconocido en su Informe Final el potencial de la agricultura ecológica como sumidero de CO_2, lo cual es aún más importante si se tiene en cuenta que la tendencia en la agricultura convencional es a comportarse como contribuyente del calentamiento global en lugar de ser un factor de protección.

Aunque el potencial de calentamiento del CO_2 es relativamente bajo, sus altas concentraciones en la atmósfera le convierten en el GEI que más influye en el calentamiento global del planeta, de manera que con frecuencia las emisiones globales de GEIs se expresan como CO_2 equivalente (calculadas por su potencial de calentamiento).

Este concepto incluye, por tanto, las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero de manera conjunta.

La intensificación de la agricultura es uno de los factores de cambio que han aumentado asimismo las emisiones de CO_2 a la atmósfera. En los sistemas agrícolas, las pérdidas del carbono del suelo se deben fundamentalmente al laboreo. Adecuadas prácticas agrícolas como el manejo del riego o diferentes sistemas de fertilización pueden aumentar los depósitos de carbono en el suelo.

La agricultura ecológica puede reducir sensiblemente las emisiones de CO_2 al tratarse de un sistema permanente de producción sostenida, evitando el obligado desplazamiento de cultivos por agotamiento del suelo (Kotschi, J. y Müller-Säman K., 6 2004). Asimismo, en sistemas intensivos agrícolas, el uso de combustibles fósiles en el balance energético es significativamente mayor en la agricultura convencional (utiliza un 50 % más de energía según Mäder et al., 2002). Esto es así debido fundamentalmente al ahorro energético que supone el mantenimiento de la fertilidad del suelo mediante inputs internos (rotaciones, abonos verdes, cultivo de leguminosas, etc.), la ausencia del uso de fitosanitarios y fertilizantes de síntesis y los bajos niveles de la externalización en la alimentación del ganado.

Por lo que respecta al secuestro de dióxido de carbono en suelo y vegetación, el IPCC (2000) reconoce que la mejora del uso de las tierras de cultivo puede suponer significativas ganancias en la captación de carbono. El Grupo de Trabajo sobre Sumideros y Agricultura del Programa Europeo sobre Cambio Climático (ECCP, 2004) concede a la agricultura ecológica un potencial de captación de CO_2 de 0 a 1,98 toneladas por ha y año, dependiendo de las prácticas aplicadas. En el Cuadro Nº 1 se incluyen algunas de las medidas que pueden incrementar las tasas de secuestro de carbono en los suelos de uso agrícola, a partir de estimaciones del Grupo de Trabajo sobre Sumideros y Agricultura del Programa Europeo sobre Cambio Climático:

MEDIDA	Tasa de secuestro potencial de carbono en el suelo (t CO2 por ha y año)
No laboreo	1,42
Laboreo reducido	< 1,42
Reservas naturales	< 1,42
Estiércol	1,38
Restos de cultivo	2,54
Compostaje	≥ 1.38
Rotaciones mejoradas	> 0
Fertilización	0
Riego	0
Cultivos bioenergéticos	2,27
Extensificación	1,98
Agricultura ecológica	0 – 1,98

Cuadro 1: Medidas para incrementar los stocks de carbono en los suelos agrícolas y tasas de secuestro potencial de carbono (EPCC, 2004)

El principio básico de la agricultura ecológica de ajuste de nutrientes y ciclos de energía mediante el manejo de la materia orgánica en el suelo le da a esta modalidad de cultivo un particular potencial de captación. Por ejemplo, hay un amplio consenso en que el incremento de los niveles de materia orgánica en el suelo (mayor capacidad de captación de carbono, además de mayor capacidad productiva). También las técnicas de no laboreo, mínimo laboreo o laboreo de conservación, aconsejadas y empleadas en agricultura ecológica, reducen los procesos de oxidación y, en consecuencia, la liberación de CO_2 a la atmósfera (Heenan et al., 2004).

Las emisiones de N_2O en agricultura se deben fundamentalmente a la excesiva fertilización y consecuentes pérdidas de nitrógeno. En los sistemas de producción ecológica los excedentes de nitrógeno y sus pérdidas se minimizan ya que no se utilizan abonos sintéticos y se ajustan las necesidades nutritivas a la producción. Asimismo, la reducción en las emisiones de metano en estos sistemas puede derivarse del aumento de la actividad biológica del suelo y, por tanto, el incremento de la oxidación del CH_4.

En el Cuadro Nº 2 (Kotschi, J. y Müller-Säman K., 2004) se resume el potencial de la agricultura ecológica en la reducción de emisiones agrícolas de GEIs, de acuerdo a sus principios. En General, se puede afirmar que el efecto de la agricultura ecológica en la reducción de GEIs puede ser significativa en el caso de CO_2 Y N_2O, y en menor medida en el caso del CH_4 (Kotschi, J. y Müller-Säman K., 2004).

	CO_2	CH_4	N_2O
1.- Uso de la tierra agrícola y su manejo			
- Cubierta permanente del suelo	+++	-	+
- Reducción de laboreo	+	-	+
- Restricción del barbecho en regiones semiáridas	+	-	+
- Diversificación de las rotaciones de cultivo	++	-	+
- Restauración de la productividad en suelos degradados	++	+	-
- Agroforestación	++	-	-
2.- Utilización de estiércol y residuos			
- Reciclaje de residuos urbanos y compost	++	-	+
- Biogás de los purines	-	++	-
3.- Ganadería			
- Cría y manutención longevas	-	++	-
- Restricción de la densidad de estabulado	-	+	+
- Reducción de las importaciones de pienso	+	+	-
4.- Fertilización			
- Restricciones de la externalización de nutrientes	++	-	++
- Utilización de leguminosas	+	-	+
- Integración de la producción animal y vegetal	++	-	+
5.- Cambios en la conducta del consumidor			
- Consumo de productos regionales	+++	-	-
- Aumento del consumo de vegetales	+	++	-

Cuadro 2: Potencial de reducción directa e indirecta de la emisión de GEIs derivados de los principios de la agricultura ecológica.
(+++ muy alto; ++ alto; + bajo; - sin potencial). Fuente: Kotschi, J. y Müller-Säman, K. 2004

El carbono atmosférico también afecta al suelo, porque el carbono que no se utiliza para el crecimiento de las plantas en superficie se distribuye a través de las raíces y se deposita en la tierra. Si no se altera de algún modo, este carbono puede estabilizarse y permanecer confinado durante miles de años. Por tanto, un suelo sano puede contribuir a mitigar el cambio climático.

En algunas zonas, el aumento de las temperaturas puede acarrear un mayor crecimiento de vegetación y un mayor almacenamiento de carbono en el suelo. Sin embargo, las altas temperaturas también podrían incrementar la descomposición y mineralización de la materia orgánica del suelo, reduciendo el contenido de carbono orgánico.

En otras zonas, la materia orgánica contenedora de carbono presente en turberas estables no puede descomponerse debido a los bajos niveles de oxígeno del agua. Si estas zonas se secan, la materia orgánica puede descomponerse rápidamente, liberando dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera.

La creciente concentración de dióxido de carbono en la atmósfera puede hacer que los microbios del suelo descompongan la materia orgánica más rápidamente, pudiendo liberar todavía más dióxido de carbono. Existe un riesgo evidente de que el calentamiento de la atmósfera haga que el suelo libere más gases de efecto invernadero, provocando un círculo vicioso que acelere el cambio climático.

El cambio climático no es el único factor que puede hacer que el suelo pase de ser un sumidero de carbono a una fuente de emisiones. La forma en que utilizamos el suelo también influye en la cantidad de carbono que puede retener el suelo. Cuando los bosques se degradan o se talan, el carbono que almacenan se libera y se emite a la atmósfera.

Por otro lado, labrar la tierra acelera la descomposición y mineralización de la materia orgánica. A fin de mantener el carbono y los nutrientes en la tierra, diversos estudios recomiendan reducir la roturación, aplicar rotaciones de cultivos complejas, utilizar los denominados «cultivo de cubierta» y dejar los residuos de las cosechas en la superficie de la tierra. Dejar los residuos de las cosechas en la superficie antes y durante las operaciones de plantación puede contribuir a prevenir el riesgo de erosión del suelo. Esta protección es esencial, dado que unos pocos centímetros de suelo tardan en formarse miles de años. Reduciendo la roturación no se rompe ni se voltea tanto el suelo. Sin embargo, los métodos de roturación reducida o sin labranza suelen ir acompañados de una mayor aplicación de fertilizantes químicos, que pueden tener otros efectos negativos en el medio ambiente.

Del mismo modo, como la agricultura orgánica utiliza estiércol, puede reconstruir el carbono orgánico muy por debajo de la superficie del suelo. La agricultura orgánica tiene la ventaja añadida de reducir los gases de efecto invernadero porque no utiliza fertilizantes químicos. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) calcula que, en las explotaciones agrarias orgánicas, las emisiones de CO_2 por hectárea son entre un 48 % y un 66 % menores que en las explotaciones convencionales.

En general, la adopción de prácticas agrícolas y silvícolas apropiadas ofrece un potencial enorme de recuperación del suelo y eliminación del CO_2 de la atmósfera.

1.4.- Gestión sostenible del agua

El regadío ha sido y sigue siendo uno de los pilares del desarrollo rural y de la seguridad alimentaria. La agricultura consume, aproximadamente, el 70% del agua del mundo. En territorios como el de Canarias, el potencial productivo que supone una superficie regada tiene como contrapartida el uso de un volumen importante de agua en una región donde ésta es escasa.

En el marco actual, una gestión sostenible del regadío deberá basarse en unas prioridades similares a las planteadas en la Estrategia 2020, es decir:

- Gestión inteligente: desarrollo de una economía basada en el conocimiento y la innovación.
- Gestión sostenible: promoción de una economía que haga un uso más eficaz de los recursos, que sea más verde y más competitiva.
- Gestión integradora: fomento de una economía con alto nivel de empleo, con cohesión social y territorial.

Esta gestión sostenible debe priorizar el uso eficiente de los recursos empleados, todo ello en un marco sostenible, buscando los siguientes efectos:

- Uso eficiente del agua
- Mejora ambiental de las zonas de regadío
- Mejora social
- Mejora de la productividad agraria
- Coordinación entre distintas administraciones y departamentos

La agricultura influye tanto en la cantidad como en la calidad de agua disponible para otros usos. En ciertos territorios, la contaminación provocada por plaguicidas y fertilizantes utilizados en la agricultura constituye, de por sí, una de las principales causas de la deficiente calidad del agua.

Las empresas, las pautas de vida y las necesidades personales derivadas del crecimiento demográfico rivalizan con el entorno por el consumo del agua. El cambio climático añade a su vez un nuevo elemento de incertidumbre por lo que a la disponibilidad de recursos hídricos se refiere. Dados los cambios previstos en las pautas de precipitaciones, se espera que, en el futuro, ciertas zonas dispongan de mayores reservas hídricas que otras. Esto supone dificultades a la hora de satisfacer las necesidades hídricas de cada demandante, incluida la naturaleza.

La aplicación de unas prácticas agrícolas correctas y de unas soluciones políticas que las refrenden permitirá obtener importantes mejoras en la eficiencia hídrica de la agricultura, lo que se traducirá en mayor disponibilidad de agua para otros usos, en particular medioambientales.

En lo que respecta a la agricultura ecológica, al mayor contenido de materia orgánica que aporta en el suelo supone un incremento en la capacidad de retención de agua en el mismo y, por tanto, una reducción de las pérdidas, disminuyendo las necesidades de riego. Se consigue así una mayor eficiencia en el uso del agua, que unido a un adecuado asesoramiento y manejo del recurso hídrico propician una gestión más inteligente y sostenible.

2.- Método SEFEL. Un modelo agroecológico

Entre las iniciativas de impulso a la sostenibilidad del sector agrario en Canarias destaca especialmente el modelo agroecológico que tienen implementado las explotaciones objeto de este estudio, que se apoyan en el método SEFEL, acrónimo de Sistema de Elaboración de Fertilizantes Ecológicos Líquidos, desarrollado y patentado por D. Ildefonso Acosta Hernández.

La base del éxito de estas explotaciones, todas ellas certificadas en producción ecológica, es la utilización como base de su fertilización del té de compost obtenido mediante este proceso (SEFEL). El té de compost es un extracto acuoso obtenido a partir de compost,

que contiene microorganismos beneficiosos y nutrientes que le aportan a los cultivos vitalidad y fuerza para poder hacer frente a enfermedades y plagas. Se trata de evitar y/o reducir el uso de productos fitosanitarios y fertilizantes químicos para disminuir la incidencia de plagas y enfermedades, a la vez que se promueve el respeto al medio ambiente (Carballo et al., 2007).

Con este método, se elaboran fertilizantes líquidos orgánico-minerales a través de un proceso aeróbico, aprovechando los recursos disponibles dentro del radio de influencia de las fincas en las que se aplica. Con esto se persigue dar salida a aquellos subproductos provenientes de otras actividades cercanas que sean susceptibles de utilizarse como fertilizantes, propiciando de esta manera el cumplimiento de la normativa relativa al tratamiento de los mismos, incluido el de la condicionalidad, que en la mayoría de los casos suponen un problema para las explotaciones que los producen.

La principal diferencia entre la elaboración de los tés de compost según el método "tradicional" y el SEFEL radica en que en los primeros se utiliza el agua como base para la maceración de los ingredientes, mientras que en el SEFEL se utilizan, principalmente, purines procedentes del sector ganadero. La fase líquida puede estar constituida por purines procedentes de diferentes animales, lixiviados de vermicompostaje, sueros u otros subproductos de industrias lácteas, etc. Es importante señalar que tanto los ingredientes como el proceso de elaboración de los tés SEFEL cumplen con los requisitos contemplados por el Reglamento (CE) 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, por lo que es perfectamente utilizable en las explotaciones inscritas en el Registro de Operadores de Agricultura Ecológica (ROPE).

Este sistema se basa en la obtención de dos tipos diferentes de tés, en los que siendo los ingredientes principales los mismos, difieren en los elementos minerales añadidos a cada uno de ellos, elaborándose así el denominado té de Calcio (Ca+Zn) y el té de potasio (K+Fe). Normalmente, se utilizan contenedores de 1.000 litros de capacidad a los que se incorporan los siguientes ingredientes comunes a las dos recetas: Purines , suero (si hay disponibilidad), melaza o azúcar, agua oxigenada y compost bien maduro. Al té de calcio se le agrega además óxido de calcio (CaO) o carbonato cálcico (CaCO3) y sulfato de zinc, y al té de potasio se le añade sulfato potásico y sulfato de hierro.

El proceso de elaboración de los tés comienza con el llenado de las teteras con los purines, introduciendo además el suero de leche y el agua oxigenada, iniciando en este momento la aireación de la mezcla mediante un sistema de inyección forzada de aire. Transcurridas 24 horas, se incluyen el resto de los componentes sólidos previa mezcla y homogeneización e introducción en cuatro sacos elaborados con malla antitrips, cuya finalidad es que estos estén en contacto con la fase líquida pero sin pasar directamente a ella. El proceso de maceración dura 18 días, en los que se mantiene la aireación, a partir de los cuales el té ya se encuentra estabilizado y listo para su uso en las fincas, aportándose a éstas a través del sistema de riego.

Todo este proceso se complementa con un asesoramiento continuo a la explotación, tanto en lo referente al proceso de elaboración del SEFEL como al manejo en general de la misma (cultivo, plagas y enfermedades, riego, etc), en el que se tienen en cuenta los condicionantes específicos de cada explotación, convirtiendo el método en un modelo agroecológico de gran eficacia, desarrollando cada solución concreta "a la carta".

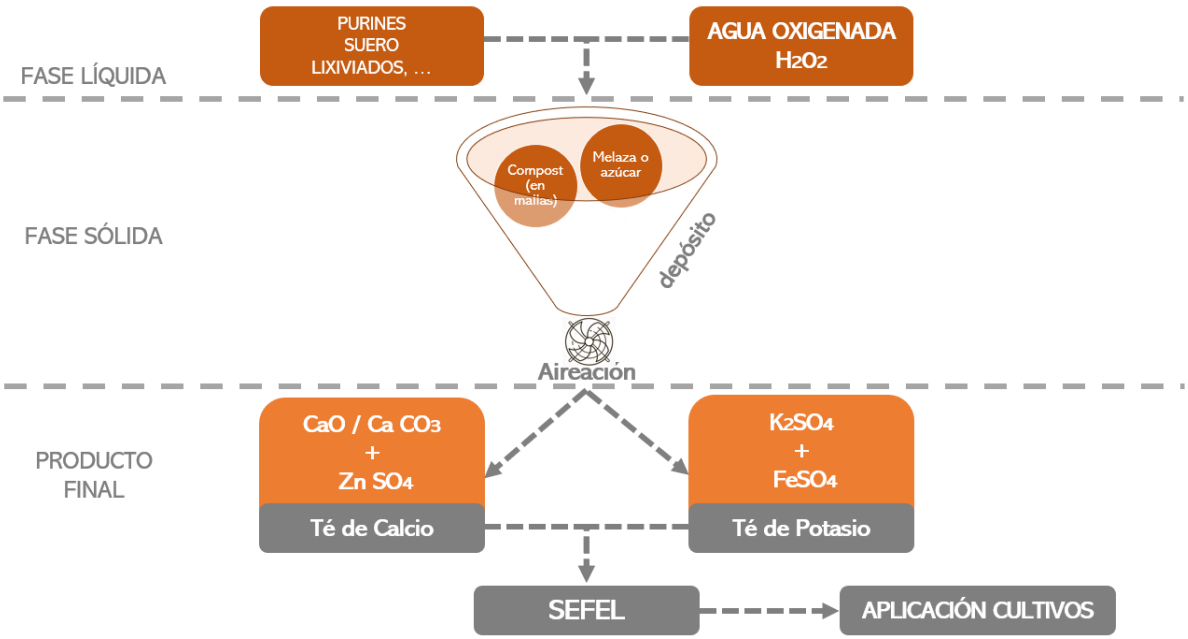


Figura 1. Diagrama de procesos de elaboración de SEFEL
(Sistema de Elaboración de Fertilizantes Ecológicos Líquidos).

3.- Cálculo de la huella de carbono

El concepto "huella de carbono" de una organización, es un término que describe el impacto total que una organización tiene sobre el clima en relación a las emisiones de GEI a la atmósfera. Bajo el concepto de "organización" se engloba empresas, instituciones, entidades de la administración pública y organizaciones sin ánimo de lucro, asociaciones, entre otras.

La huella de carbono representa las emisiones netas de Gases de Efecto Invernadero (GEI de aquí en adelante), que se expresan como CO_2 equivalente (CO_2eq), y que engloba los seis grupos de gases inicialmente señalados en la siguiente tabla y al que se les ha incorporado el trifluoruro de nitrógeno (NF_3), todos ellos contemplado en el protocolo de Kyoto.

Tabla de los principales gases de efecto invernadero.

POTENCIALES DE CALENTAMIENTO GLOBAL DE LOS PRINCIPALES GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)		
Tipo de gas	**Símbolo químico**	**PCG (periodo de 100 años)**
Dióxido de Carbono	CO_2	1
Metano	CH_4	25
Óxido Nitroso	N_2O	298
Hexafluoruro de azufre	SF_6	22800
Hidrofluorocarbonos	HFC	124 - 14800
Perfluorocarbonos	PFC	7390 - 12200
Trifluoruro de nitrógeno	NF_3	17200

Fuente: IPCC 2007 - PNUMA 2012

Para determinar esta huella, debe aplicarse un determinado protocolo de estimación y contabilidad de emisiones de GEI. Para ello empleamos el Greenhouse Gas Protocol o GHG Protocol, el cual introduce el concepto de Alcance. Las emisiones de GEI se clasifican dependiendo de si son emisiones directas o indirectas. Las directas corresponden a aquellas emisiones de fuentes que posee o controla la organización, y las indirectas aquellas fuentes que posee o controla otra organización. GHG Protocol las agrupa en tres tipos de alcance:

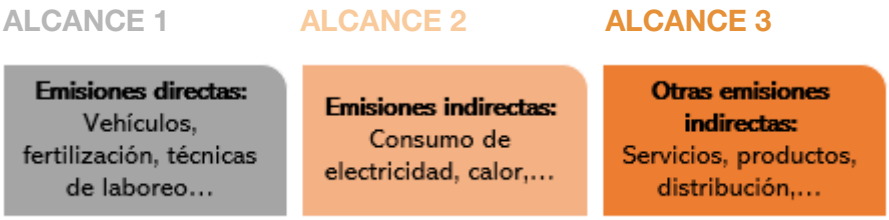


Figura 2. Tipología de los alcances para el cálculo de la huella de carbono.

La huella de carbono total de la organización será el resultado de la **suma de las emisiones directas e indirectas**, expresadas en **toneladas de CO_2eq** (t CO_2eq).

3.1.- Metodologías de cálculo

El procedimiento inicial de cálculo pasa por la identificación de las fuentes de emisión de GEI de la organización a lo largo del proceso, referido a un año base. Se extraen las emisiones de cada tipo de fuente a través de la toma de datos indirectos, como los referidos a los "Datos de Actividad", que son los litros de combustible de origen fósil, o los Kwh de energía eléctrica consumida. Por otra parte, se denominan "Factores de emisión" a los valores que permiten transformar esos datos de actividad en emisiones de GEI. En resumen, la huella de carbono se expresa mediante el producto de los datos de actividad por el factor de emisión.

Como metodologías de cuantificación de emisiones de GEI las más empleadas son el ya mencionado ***GHG Protocol*** **(Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte de Gases de Efecto Invernadero),** la **Norma ISO 14064 (Norma UNE ISO 14064-1)**, la norma **UNE-ISO 14069**, empleada como guía de guía para la aplicación de la ISO 14064-1, destacando también las tres calculadoras de Huella de Carbono que posee el **MAPAMA** para el cálculo de los alcances 1+2.

Figura 3. Principales metodologías y estándares para el cálculo de la huella de carbono y herramienta de cálculo del Mapama(Meteco en la actualidad).

3.2.- GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol)

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) es la herramienta internacional más empleada para el cálculo y comunicación del Inventario de emisiones.

Ha sido desarrollada por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), junto con empresas, gobiernos y grupos ambientalistas de todo el mundo, con el fin de construir una nueva generación de programas efectivos y creíbles para abordar el cambio climático.

Su metodología es extensa y complicada pero eficaz para la obtención de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) directos e indirectos. Posee una visión intersectorial y contabiliza las emisiones, de cualquier sector, por ejemplo las debidas al uso de combustible en instalaciones productivas, a los viajes, a la combustión estacionaria y a las emisiones indirectas derivadas de la compra de electricidad.

También permite el tratamiento de todas las emisiones indirectas que se producen a partir de fuentes que no son propiedad de la empresa, como las actividades de extracción y producción de las materias primas y su transporte.

Las organizaciones proceden a calcular eligiendo justificadamente un año de base (o de referencia para marcar objetivos de reducción) a partir del cual los datos de emisiones fiables están disponibles.

3.3.- Norma UNE-EN ISO 14064

La familia de las normas UNE-EN ISO 14064:2012 sobre Gases de Efecto invernadero, establecen como principal objetivo el ofrecer veracidad y credibilidad a los reportes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

Esta familia se divide en tres partes:

- **UNE-ISO 14064-1**. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero". Esta parte de la norma detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo, gestión y reporte de los inventarios de GEI a nivel de organizaciones. Asimismo, incluye los requisitos que permitirán a las organizaciones determinar los límites de la emisión de GEI, cuantificar sus emisiones y reducciones e identificar las acciones que permiten mejorar la gestión de sus GEI. También incluye los requisitos y orientaciones para la gestión de la calidad del inventario, el informe, la auditoría interna y las responsabilidades de la organización en las actividades de verificación.

- **UNE-ISO 14064-2**. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de proyecto, para la cuantificación, la monitorización y la declaración de las reducciones y de las mejoras en la eliminación de gases de efecto invernadero". Esta parte de la norma está centrada en los proyectos diseñados para reducir las emisiones de GEI o aumentar sus remociones. Define los principios y requisitos para determinar las líneas de base de los proyectos, así como da pautas para monitorear, cuantificar y reportar el desempeño del proyecto.

- **UNE-ISO 14064-3**. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones para la validación y la verificación de declaraciones de gases de efecto invernadero". Esta tercera parte de la norma recoge los principios y requisitos para llevar a cabo la verificación de los inventarios y los proyectos de GEI.

Esta norma no es certificable pero sí verificable, es decir, asegurar mediante una empresa acreditada e independiente que la declaración efectuada relativa a las emisiones de gases de efecto invernadero, a través del informe de emisiones elaborado, es completa, coherente y transparente.

Los beneficios que la norma aporta a la empresa son:

- Aumento de la credibilidad ante sus clientes.
- Reconocimiento a la organización como socialmente responsable.
- Mejora en su reputación corporativa.
- Identificación de oportunidades de reducción.
- Participación en mercado de GEI.
- Participación en Programas voluntarios u obligatorios de reporte de GEI.

3.4.- Norma UNE-ISO 14069:2013

Es la guía de cuantificación e informe técnico de las emisiones de gases de efecto invernadero para las organizaciones que sirve de orientación para la aplicación de la Norma ISO 14064-1, en lo relativo al inventario de GEI en una organización, para la cuantificación y el informe de emisiones directas, emisiones indirectas por energía y otras emisiones indirectas. Determina los pasos para:

- Establecer los límites de la organización en relación al marco de operaciones de las organizaciones.
- Establecer los límites operativos mediante la identificación de las emisiones directas o emisiones indirectas por energía a cuantificar e informar.
- Promoción de la transparencia a través de la información abierta de los GEI, los límites, las metodologías empleadas para la cuantificación de emisiones y la incertidumbre de resultados.

3.5.- Registro Huella de Carbono MAPAMA-METECO. Calculadora

El Consejo de Ministros aprobó, en su reunión del 14 de marzo de 2014, el real decreto por el que se crea el **registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono**.

- **Real Decreto 163/2014**, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono. (Fuente: Agencia Estatal del Boletín Oficial del Estado).

El Real Decreto **entró en vigor el 29 de mayo de 2014**, con la puesta en marcha del registro. Se acompañó por la publicación de los documentos de apoyo, herramientas de cálculo y formularios de inscripción necesarios para su funcionamiento.

Este registro, de **carácter voluntario**, nace con la vocación de fomentar el **cálculo y reducción de la huella de carbono** por parte de las organizaciones españolas, así como de promover los proyectos que mejoren la capacidad sumidero de España, constituyéndose por tanto en una **medida de lucha contra el cambio climático** de carácter horizontal.

De esta manera, el registro se estructura en las siguientes tres secciones:

- Sección de huella de carbono y de compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. **Sección A.**
- Sección de proyectos de absorción de dióxido de carbono. **Sección B.**
- Sección de compensación de huella de carbono. **Sección C.**

Aquellas organizaciones que voluntariamente calculen su huella de carbono y establezcan un plan de reducción podrán inscribirse en la **primera sección** (**Sección A**). Si posteriormente estas organizaciones quieren compensar su huella de carbono, esta compensación podrá llevarse a cabo mediante proyectos de sumideros agroforestales en España, que estarán inscritos en la **segunda sección** del registro (**Sección B**). La **tercera sección** (**Sección C**) dará fe de las compensaciones realizadas, mediante el respaldo institucional a las mismas.

A través de las herramientas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente se facilita el cálculo de la huella de carbono de una organización y la estimación de las absorciones de dióxido de carbono que genera un proyecto de absorción.

3.6.- Otras metodologías de referencia

Norma ISO TS 14067

ISO TS 14067 especifica los principios, requisitos y directrices, para la cuantificación, total o parcial, de la **huella de carbono de los productos** (**PPC**, en sus siglas en inglés). Toma como referencia las normas internacionales de análisis del ciclo de vida como ISO 14040 e ISO 14044.

Este estándar incluye como **novedad**, requisitos para la posterior **comunicación de la PPC** a través de etiquetas y declaraciones ambientales, basadas en las normas ISO 14020, ISO 14024 e ISO 14025.

Aunque no es certificable, es verificable por parte de un tercero independiente con el objeto de aportar credibilidad, transparencia y consistencia al modelo.

ISO TS 14067 **incorpora requisitos de evaluación que permiten identificar los procesos que,** a lo largo de ciclo de vida del producto**, contribuyen de manera significativa al aumento de su huella de carbono**, para así adoptar políticas de reducción de emisiones con medidas específicas en los principales focos y aumentar la eficiencia de la cadena de valor del producto.

La novedad de la **comunicación de la huella de carbono**, permite dar información transparente a los consumidores. Esto puede hacer que el producto tenga un elemento diferenciador que aporte valor.

PAS 2050:

La norma PAS 2050:2008 "Verificación de la Huella de Carbono", es una especificación publicada por British Standards Institution en 2008. En su elaboración han participado diversos expertos de la administración pública británica, de organizaciones empresariales, así como expertos procedentes de la universidad y de organizaciones internacionales.

Es un documento de aplicación voluntaria y aunque se puede utilizar para gestionar requisitos reglamentarios, se debe tener en cuenta que su cumplimiento no confiere inmunidad a las organizaciones frente al cumplimiento de sus obligaciones legales.

Las organizaciones que reclamen la conformidad del cálculo de la huella de carbono de sus productos conforme a PAS 2050 deben garantizar que el análisis del ciclo de vida (ACV) de sus productos sea completo.

PAS 2050 diferencia 2 tipos de ciclos de vida **(ACV)**, en función del tipo de producto:

- **Business to Business (B to B)**, 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.
- **Business to Customer (B to C)**, cuando se considera el ciclo de vida completo del producto, incluidas las actividades posteriores a la entrega del producto al cliente/usuario.

PAS 2050 da mucha información práctica para la evaluación de los análisis de ciclos de vida, por ejemplo, en su Anexo A se incluye la lista de gases que deben incluirse en las evaluaciones; las emisiones deben medirse en masa y convertirse a emisiones de CO_2 utilizando los últimos coeficientes de conversión IPCC disponibles. El periodo a considerar para el análisis de ciclo de vida debe ser de 100 años.

El fundamental que se consideren al menos y de forma no limitante toda una serie de fuentes de emisión tales como: el uso de energías, los procesos de combustión, la reacción química y las pérdidas de gases refrigerantes y otros gases volátiles.

Norma PAS 2060

La norma PAS 2060:2010 "Especificación para la neutralidad de carbono", es un estándar publicado por British Standards Institution en 2010 el cual permite a las organizaciones asegurar que sus declaraciones sobre neutralización de las emisiones de CO_2 son correctas y aumentar la confianza de los clientes.

Esta norma proporciona orientación sobre la manera de cuantificar, reducir y compensar las emisiones de GEI sobre una materia específica, incluidas las actividades, productos, servicios, edificios, proyectos, pueblos y ciudades y eventos.

Se aplica a aquellas entidades que puedan demostrar que no producen un aumento neto en la emisión de gases de efecto invernadero como consecuencia del desarrollo de ciertas actividades.

Este estándar busca tanto la compensación de las emisiones, como la reducción de las mismas, por lo que no tiene un carácter instantáneo.

La PAS 2060 ayuda a las empresas a:

- Reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- Cumplir con sus objetivos medioambientales y de sostenibilidad.
- Permitir que los clientes sepan que las declaraciones sobre la neutralización de las emisiones de carbono de las empresas son verdaderas y fiables.
- Permitir a las organizaciones utilizar los mismos criterios que los competidores.
- Mejorar el rendimiento energético, lo que permitirá reducir las facturas de energía.

Las entidades que quieran obtener este estándar deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Declaraciones. Las entidades interesadas deben presentar una declaración de compromiso inicial y una declaración de consecución de la neutralidad.
- Ámbito de emisiones a incluir en la huella de carbono.
- Compensar y reducir. Para lograr la certificación no es suficiente únicamente con compensar las emisiones de CO_2, también es necesario poner en marcha medidas de reducción de las mismas.
- Estándares de compensación admitidos.

3.7.- Etapas para la cuantificación de la huella de carbono

Para auditar y cuantificar la huella de carbono en una organización se ha de detallar el proceso, como se muestra en el siguiente esquema:

Figura 4. Etapas del proceso para el cálculo de la huella de carbono.

Fijar los límites:
Primer paso a abordar, determinando y especificando con claridad cuáles son los límites de la organización, qué áreas se incluirán dentro de la recogida de información y en los cálculos. Para organizaciones pequeñas, los límites coinciden con la totalidad de la actividad desarrollada, aunque también las organizaciones pueden disponer de una o más instalaciones (oficinas, laboratorios, transporte,…).

Se debe elegir el año para el cual se va a calcular la huella de carbono, el cual representará los datos de emisión. Por lo que para la obtención de información relacionada con otros indicadores el periodo de cálculo será de un año.

Determinar el alcance:
Segundo paso donde se identifican los tipos de fuentes de GEI que se busca incluir en el cálculo, denominados como ALCANCE, donde se estima la diferente responsabilidad en la producción de emisiones. En resumidas cuentas:

- ALCANCE 1. Obligatorio. Bajo grado de incertidumbre.
- ALCANCE 2. Obligatorio. Bajo grado de incertidumbre.
- ALCANCE 3. Voluntario. Alto grado de incertidumbre.

Para el cálculo se debe minimizar la incertidumbre en la información reflejada. Esto implica que se deben de reflejar con carácter obligatorio las fuentes de GEI que son controladas directamente por la organización (emisiones directas) y también las indirectas provenientes de la compra de energía eléctrica, ya que sus factores de emisión son conocidos y contrastables.

Datos de actividad y factores de emisión:

Referidos a la recopilación de datos de actividad de los procesos que emiten GEI y multiplicados por sus correspondientes factores de emisión, expresados en CO_2eq., y que dan como resultado de su suma total la huella de carbono total de la organización.

Para cada uno de los Alcances se aborda de manera específica una relación de datos de actividad considerados a cuantificar.

Cuantificación de las emisiones:

Recopilados todos los datos de las actividades incluidas en el inventario de GEI, se procede a través del dato de actividad por su factor emisión, lo cual dará como resultado el CO2 eq. por actividad, y para cada uno de los Alcances y relacionado a cada una de las actividades que comprenden, denominadas como emisiones parciales. La suma de cada una de las emisiones parciales, asimismo, dan lugar a la huella de carbono total de la organización.

Tabla sumatorio de emisiones por alcance para el cálculo de la huella de carbono

SUMATORIO DE EMISIONES POR ACTIVIDAD				
ALCANCE	ACTIVIDAD	CANTIDAD	FACTOR DE EMISIÓN	EMISIONES PARCIALES
ALCANCE 1	Instalaciones fijas	Litros de combustible	Kg CO_2 eq/l	Kg CO_2 eq
	Vehículos	Litros de combustible	Kg CO_2 eq/l	Kg CO_2 eq
	Emisiones fugitivas	Kg de gas	Kg CO_2 eq/kg de gas	Kg CO_2 eq
	Materia orgánica	Kg de materia orgánica	Kg CO_2 eq/ kg de materia orgánica	Kg CO_2 eq
ALCANCE 2	Electricidad	kWh	Kg CO_2 eq/kWh	Kg CO_2 eq
	Energía renovable vertida a la red	kWh	Kg CO_2 eq/kWh	Kg CO_2 eq
ALCANCE 3	**No se estima este alcance para este estudio**			
HUELLA DE CARBONO TOTAL				**Kg CO_2eq**

Fuente: elaboración propia

4.- Cálculo de la huella hídrica

De forma paralela a la idea de huella ecológica o huella de carbono, surge la huella hídrica o huella del agua (water footprint). Este concepto fue desarrollado por Hoekstra y Hung en el año 2002 con el objetivo de conseguir un indicador que relaciona el uso del agua con el consumo humano (Hoekstra y Hung, 2002). La huella hídrica (HH) es un indicador del uso del agua que incluye tanto el uso de agua directo como indirecto de un consumidor o productor.

La huella Hídrica de un producto se define como el volumen total de agua consumida (evaporada o que no retorna) y/o contaminada en todas las etapas de la cadena de producción para producir un determinado producto. No se incluye el agua consumida cuando se utiliza el producto, o aquella que se reutiliza, recicla o elimina.

Es un indicador geográfica y temporalmente explícito. Además de para un producto, puede ser calculada para un proceso, consumidor, grupo de consumidores (municipio, provincia, estado o nación) o productor (un organismo público, empresa privada).

Componentes de la huella hídrica

- Huella hídrica verde: Volumen de agua de lluvia evaporada o incorporada en el producto

- Huella hídrica azul: Volumen de agua superficial o subterránea evaporada o incorporada en el producto

- Huella hídrica gris: Volumen de agua contaminada

El cálculo de la "Huella Hídrica" de un producto se aplica tanto a los productos de la agricultura, como de la industria o del sector servicios. Por tanto, se compone de agua verde, azul y gris. Su cálculo puede realizarse bajo dos enfoques: de cadena productiva en conjunto o por etapas o procesos, obteniéndose el mismo resultado.

Dificultades en el cálculo de la Huella Hídrica

En los últimos años, se han lanzado diversas iniciativas con el objetivo de desarrollar y estandarizar herramientas analíticas para medir y evaluar el uso de agua dulce. Una de estas iniciativas es la desarrollada por **The Water Footprint Network (WFN)** en su guía **"Water Footprint Assessment Manual"** (2011).

En este manual se recogen cuatro fases bien diferenciadas:

- Definir el objetivo y el alcance del estudio
- Contabilizar la huella hídrica
- Evaluar la sostenibilidad de la huella hídrica
- Proponer alternativas de mejora

Cuanto mayor sea el alcance, más aumenta la dificultad del cálculo. En este sentido, la metodología permite decidir hasta dónde se quiere llegar. Si el estudio abarca, además de la propia instalación, proceso o actividad, la cadena de suministro, la dificultad se multiplicará en las siguientes fases de la evaluación.

La contabilidad de la huella hídrica es relativamente sencilla. La metodología define una serie de fórmulas para contabilizar las huellas hídricas verde, azul y gris. La dificultad radica muchas veces en encontrar los datos necesarios. Por tanto, si se está evaluando la huella de una empresa o de parte de ella, es fundamental contar con la colaboración de la misma a la hora de acceder a los datos.

La fase de **la evaluación de la sostenibilidad es el corazón de la metodología.** Un número por sí mismo no significa gran cosa cuando se habla de impactos sobre los recursos hídricos. Para saber qué implica realmente el dato que se ha obtenido, hay que situarlo en su contexto ambiental, económico y social. Es la fase que dota de significado a la contabilidad. Pero de nuevo, llevarla a cabo con la rigurosidad que se debería se complica cuando se necesitan determinados datos.

Otras metodologías

Paralelamente a la metodología desarrollada por la Water Footprint Network, se encuentran otras como la lanzada recientemente por la **Unión Europea** para evaluar la huella ecológica, o **la norma ISO 14046** que, al igual que las anteriores, pretende homogeneizar el cálculo de la huella y simplificar la comunicación de la información ambiental. En sendos casos, existe una tendencia clara a basar el desarrollo de métodos de evaluación de la huella hídrica en el marco del **Análisis de Ciclo de Vida**.

Evaluar la huella hídrica permite conocer cómo y dónde se está produciendo la presión en los recursos hídricos, pero esta evaluación debe ir siempre enfocada a plantear objetivos

de mejora. Así mismo, se debe lograr **transmitir una información clara y comprensible al consumidor**, establecer unos métodos de evaluación que cuenten con el reconocimiento mundial y que permitan hacer comparaciones entre las huellas hídricas de un mismo sector productivo.

Aunque es cierto que aún existen algunos factores que depurar en la evaluación de la huella hídrica, el conjunto de métodos existentes ya puede ayudar a comprender los desafíos a los que se enfrentan los seres humanos y servir como una primera base para la toma de decisiones estratégicas relacionadas con el agua.

Metodología de cálculo

Fuente: Elaboración propia.

La metodología de cálculo más utilizada para el análisis de la huella hídrica es la propuesta por la Water Footprint Network, que establece el procedimiento de cálculo para la huella azul, verde y gris de un producto.

Como metodología, el estándar global de Huella Hídrica comprende 4 fases de análisis: Definición de objetivos y alcance del estudio, contabilidad de la Huella Hídrica, Análisis de sostenibilidad y Formulación de Respuestas. Mediante estas fases, el estándar nos permite:

- Evaluar nuestra **presión** sobre los recursos hídricos.
- Comprender la **distribución geográfica y temporal** de los recursos hídricos en las actividades estudiadas.
- **Evaluar la sostenibilidad** ambiental, eficiencia y equidad del uso y contaminación del agua.
- **Identificar las acciones estratégicas** para tomar a nivel local, regional, nacional y global, o también a nivel individual de una organización o colectivo.

A continuación se detallan las fases necesarias para la evaluación de la huella hídrica:

1. Para evaluar la huella hídrica de un producto u organización, en primer lugar es necesario definir el propósito y alcance de la evaluación, de manera que se identifiquen los puntos críticos. La determinación del alcance del estudio condiciona el nivel de detalle necesario en su análisis.
2. La siguiente etapa es la de recogida de datos. La huella hídrica de un producto se puede cuantificar a través de la determinación de la cantidad de agua utilizada, la tipología de ésta, y el momento y lugar en el que se realiza su consumo (dimensión temporal y geográfica). Se considera asimismo la calidad de las aguas residuales.
3. A continuación se lleva a cabo el cálculo de la huella hídrica total de producto, diferenciando sus tres colores: verde, azul y gris. Además, se puede realizar un análisis complementario mediante la evaluación de impactos ambientales, sociales y económicos, lo cual se conoce como análisis de sostenibilidad.
4. Finalmente, se formulan recomendaciones para reducir los diferentes componentes de la huella hídrica, así como elaborar una guía de comunicación.

Una vez realizado el cálculo, cabe la posibilidad de realizar una validación del resultado de la huella hídrica mediante la evaluación independiente por parte de una entidad certificadora.

5.- Metodología de trabajo para el cálculo de la huella de carbono y huella hídrica en explotaciones agrícolas con empleo de SEFEL

Para este estudio en explotaciones agrícolas encomendado por el Instituto de Productos Naturales y Agrobiología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (de aquí en adelante IPNA-CSIC), se realiza el cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica para cultivos certificados en ecológico de plátano y papaya.

Para ello se calcula la misma para tres explotaciones de plátano (dos en la isla de Tenerife y una en la isla de La Palma) y una de papaya (en la isla de Tenerife), todas ellas con la aplicación del método SEFEL (Sistema de Elaboración de Fertilizantes Ecológicos Líquidos), desarrollado por la empresa Agrosefel S.L. y avalado científicamente por el IPNA-CSIC.

Se procede al cálculo de la huella de CO2 de dichas explotaciones a través de la herramienta del MAPAMA (Calculadora), en la tipología "**Huella de carbono de una explotación agrícola. Alcance 1+2"**, la cual ha permitido:

- Fijar los **"límites operacionales"** de manera precisa, teniendo en cuenta que las cuatro organizaciones estudiadas son pequeñas organizaciones (PYME´s), que algunas poseen instalaciones relacionadas con la actividad. Igualmente, ayuda a determinar y referir el **año de cálculo** mediante el que se representan los datos de emisión, siendo el **periodo de cálculo** referido a todo el año **2016 (año base).**

- Determinar el **"alcance"**, a través de la identificación de los **tipos de fuentes de GEI** a incluir en los cálculos, en relación a la producción de emisiones y reflejando el diferente grado de incidencia de las mismas según su origen. Se atiende a **emisiones directas** (propias de la organización) **e indirectas**:

  - **Directas (Alcance 1)**: relacionadas con la superficie y producción, nitrógeno aplicado (sintético, orgánico u otros), aplicación de enmiendas calizas, residuos propios del cultivo y su destino final, consumo de combustible en instalaciones fijas, desplazamiento en vehículos propios, labores agrícolas, consumo de combustible en labores agrícolas, refrigeración y climatización (fuga de gases fluorados). **Se excluye las emisiones de CO_2 que proceden de procesos químicos o físicos a partir de la biomasa, como el tratamiento aeróbico de residuos, pero no las posibles emisiones de otros gases como el CH_4 y el N_2O,** como referencia expresa **al SEFEL.** Se atribuye al SEFEL **"emisiones de proceso",** que son aquellas emisiones de gases de efecto invernadero, distintas de las emisiones de combustión, **producidas como resultado de reacciones,** intencionadas o no**, entre sustancias, o su transformación, incluyendo la reducción química o electrolítica de minerales metálicos, la descomposición térmica de sustancias y la formación de sustancias para utilizarlas como productos o materias primas para procesos.** A modo de ejemplo, se pueden mencionar como emisiones de proceso **aquellas derivadas de la descomposición de carbonatos, del uso de fertilizantes, de la gestión de estiércoles o de la ganadería rumiante.** Se excluyen las emisiones de CO_2 que proceden de procesos químicos o físicos a partir de la biomasa (por ejemplo: fermentación de uva para producir etanol, tratamiento aeróbico de residuos, otros), no así las posibles emisiones de otros gases como el CH_4 y el N_2O.

  - **Indirectas (Alcance 2)**: consumo de electricidad contratada.

  - **Información adicional relevante:** relativa a que la organización para el desarrollo de su actividad posea sus propias instalaciones de energía renovable o desarrolle prácticas de conservación de los suelos.

- **Recopilar los datos de actividad y vincularlos a sus correspondientes factores de emisión**, referidos a los factores de emisión atribuidos por combustible (tipo), potenciales de calentamiento global, mix eléctrico de las comercializadoras, factores de emisión propios de los cultivos para cada tipo de fuente, contenido de nitrógeno de fertilizantes sintéticos, contenido de nitrógeno y densidad de los estiércoles animales aplicados, contenido de nitrógeno de otros fertilizantes aplicados por el agricultor, parámetros asignados para cada tipo de cultivo, prácticas de conservación de suelo y su relación entre Carbono Orgánico en Suelo y Prácticas de Gestión de suelo a través del tipo de laboreo.

- **Cuantificar las emisiones totales**, obtenidas del resultado del CO_2 eq. por actividad, expresado en Kg CO_2 eq. (emisiones parciales) y para cada uno de los alcances (alcance 1+2). La suma de todas las emisiones parciales y, asimismo, de los alcances, nos dan el resultado de la huella de carbono total generada por cada una de las cuatro organizaciones, expresada en T CO_2 eq. También se expresa la huella de carbono generada por el consumo del recurso agua al total de emisiones.

El uso de esta calculadora es voluntario a la hora de inscribirse el Registro de Huella de Carbono del Mapama. **La utilización de esta calculadora se considera equiparable a la utilización de una metodología simplificada para el sector agrícola** que, en línea con lo establecido en el artículo 9.4.a) 2º del Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo **exime de la presentación de un certificado de verificación de la huella de carbono emitido por entidades acreditadas siempre y cuando se trate de una organización PYME que calcule únicamente su huella para alcance 1+2**.

Asimismo, se procede al **cálculo de la huella hídrica** de las mismas explotaciones tomando como referencia la metodología propuesta por la Water Footprint Network. Para ello se tendrán en cuenta los consumos directos e indirectos del proceso productivo analizado, dando como resultado la medición volumétrica del consumo y de la contaminación del agua.

Según el alcance establecido, se determinará la **huella hídrica en base a su clasificación en azul, verde y gris**. La huella azul contempla los usos consuntivos de las aguas superficiales y subterráneas, y la huella verde aquellos en los que la fuente es el agua de lluvia. La huella gris es el agua dulce necesaria para asimilar las cargas contaminantes.

Finalmente, como resultado del proceso, se obtendrá un volumen de agua de consumo clasificado por tipo de fuente (huella azul y verde) y un volumen de agua dulce necesario para asimilar el contaminante (huella gris). Los volúmenes se dan por unidad de producto o tiempo según la definición de alcance.

Es importante señalar que, dada la consideración geográfica y temporal en los cálculos, es muy complicado utilizar el cálculo de la Huella Hídrica como herramienta comparativa entre organizaciones, productos y servicios. De hecho, su objetivo no debería ser éste, sino que sea un vehículo para mejorar la gestión de este impacto en las organizaciones que lo realicen. Para el cultivo del plátano, los resultados varían sustancialmente de un país a otro. No obstante, la Water Footprint Network ha estimado un promedio, a nivel mundial, de huella hídrica para dicho cultivo de 790 m3/tonelada. En el caso del cultivo de la papaya, se estima un promedio, a nivel mundial, de 460 m^3/tonelada. Los resultados dependen del sistema de producción y procesamiento utilizado, y de la fuente de agua.

En el presente estudio se ha estimado conveniente asociar el consumo de agua de cada una de las parcelas, con la huella de carbono generada asumible a dicho consumo

energético, con un factor de emisión asociado al mismo. Se contabilizan, por tanto, las emisiones de GEI relacionadas con el consumo de agua para cada uno de los casos.

6.- Cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica para la organización 1

DATOS DE LA ORGANIZACIÓN:

Parcela de cultivo 1

Municipio: Santiago del Teide. Provincia: Santa Cruz de Tenerife

Año de cultivo: 2016 (año base estudio).

Tipo de organización: PYME

Superficie en hectáreas: 2,20 (has)

Producción en toneladas: 76,7 (T)

msnm: 194,0 m

DATOS DE LOS CULTIVOS:

- **Superficie y producción:**

2,2 hectáreas de cultivo de plátano ecológico, variedad "Gruesa Palmera", con un total de 4.000 pies, con una producción para el año 2016 de 76.748 kilos.

- **Nitrógeno aplicado (fertilizantes sintéticos, orgánicos, otros):**

No se aportan fertilizantes sintéticos nitrogenados.

Los estiércoles aplicados al campo son de pollo (animal de procedencia), con un total anual aplicado de 6.500 kilogramos, y con un valor de 25,5 kilos de nitrógeno por tonelada aplicada.

Otro fertilizante aplicado propiamente es el SEFEL, en el que teniendo en cuenta su densidad se han estimado un total de 54.000 kilos de fertilizante aportados para el año de referencia, con un porcentaje contenido en nitrógeno de 0,70.

No se aplican enmiendas calizas.

Respecto de los residuos del cultivo, atendiendo a su destino final, estos se incorporan al suelo directamente.

ALCANCE 1: EMISIONES DERIVADAS DE LOS CULTIVOS.

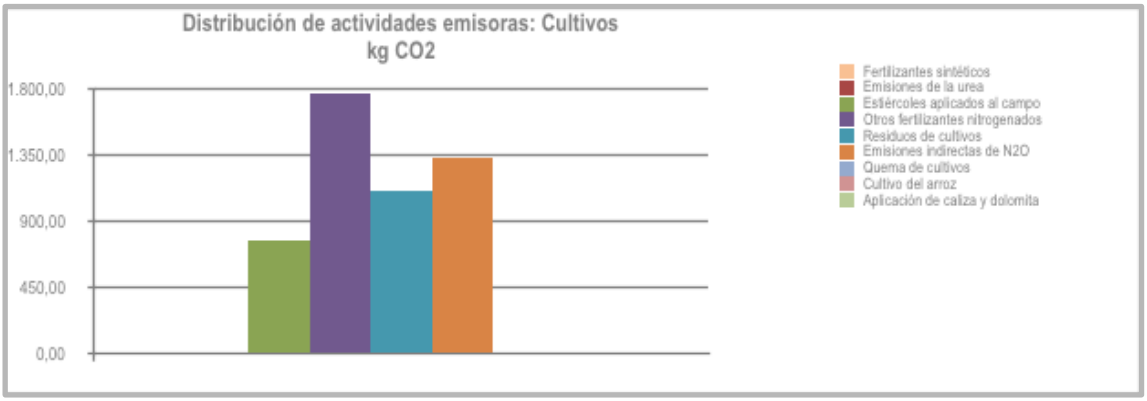
Se definen los datos de los factores de emisión propios de los cultivos:

Resultados absolutos de emisiones en kg CO_2eq para los cultivos.

Fertilizantes sintéticos	0,00 kg CO_2 eq
Emisiones de la urea	0,00 kg CO_2 eq
Estiércoles aplicados al campo	776,18 kg CO_2 eq
Otros fertilizantes nitrogenados	1.770,12 kg CO_2 eq
Residuos de cultivos	1.111,98 kg CO_2 eq
Emisiones indirectas de N_2O	1.332,38 kg CO_2 eq
Quema de cultivos	0,00 kg CO_2 eq
Cultivo del arroz	0,00 kg CO_2 eq
Aplicación de caliza y dolomita	0,00 kg CO_2 eq
TOTAL	4.990,66 kg CO_2 eq

Fuente: Elaboración propia a través de herramienta cálculo huella de carbono del MAPAMA.

Distribución de emisiones en datos absolutos de kg CO_2eq para los cultivos.



Fuente: Elaboración propia a través de herramienta cálculo huella de carbono del MAPAMA.

Los siguientes datos son resultado del cálculo de las emisiones de N_2O y CO_2 derivadas de los cultivos:

Emisiones directas:

- Las emisiones totales derivadas de estiércoles aplicados al campo corresponden a **776,18 kg de CO_2 eq.**
- Las emisiones totales derivadas de otros fertilizantes aplicados, en este caso **SEFEL**, corresponden a **1.770,12 kg de CO_2 eq.**
- Las emisiones totales derivadas de los residuos de los cultivos por parte aportada directamente en campo corresponden a **1.111,98 kg de CO_2 eq.**

Emisiones indirectas:

- Las emisiones indirectas totales son de un total de **1.332,38 kg** de CO_2 equivalente, de las cuales **823,11 kg de CO_2 eq**. se atribuyen a la lixiviación y escorrentía, y los **509,26 kg de CO_2 eq**. restantes se atribuyen a deposición atmosférica.

No se contabilizan emisiones de CO_2 equivalente derivadas del uso de fertilizantes nitrogenados, del consumo de urea y la aplicación de enmiendas calizas, al no aplicarse ninguno de estos tratamientos.

ALCANCE 1: EMISIONES DERIVADAS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.

Las emisiones por consumo de combustible en una parte al uso del vehículo propio del agricultor, correlacionando el total de kilómetros realizados y el tipo de combustible empleado, dando un total de **63.180 kg CO_2 eq.**

Unos **126,80 kg CO_2 eq** corresponden a labores agrícolas, calculado a través de la relación entre labor agrícola y superficie.

El total para este Alcance 1 es de **63.306,80 kg CO_2 eq.**

ALCANCE 2: EMISIONES DERIVADAS DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD CONTRATADA.

Por consumo de electricidad de la organización, el cual procede de una sola comercializadora, las emisiones corresponden a **3.035,18 Kg CO_2 eq.**

INFORMACIÓN RELEVANTE INCLUIDA:

En este caso se cuantifican datos referidos a prácticas sostenibles, bien por generación de energía renovable propia en sus instalaciones, que en este caso no es existente, o por práctica de gestión de suelos que este caso atiende a un “Laboreo mínimo” para una superficie estimada de 1,21 hectáreas y con una media de Carbono Orgánico del Suelo estimado para la provincia de Santa Cruz de Tenerife de 64,6 T C/ha, dando un resultado como sumidero de carbono de **0,3 kg CO_2eq**. año. Destacar que el secuestro de carbono se da siempre y cuando la práctica se aplica de de manera ininterrumpida, por lo que si se retorna al denominado “laboreo tradicional” se pierde en gran parte el beneficio logrado en años anteriores.

INFORME DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA EXPLOTACIÓN 1:

La huella de carbono de alcance 1+2 para el año de cálculo 2016 correspondiente a esta organización es de **71,33 TCO_2eq**, De este valor absoluto, el 95,75% corresponde al Alcance 1 y el 4,25% restante al Alcance 2.

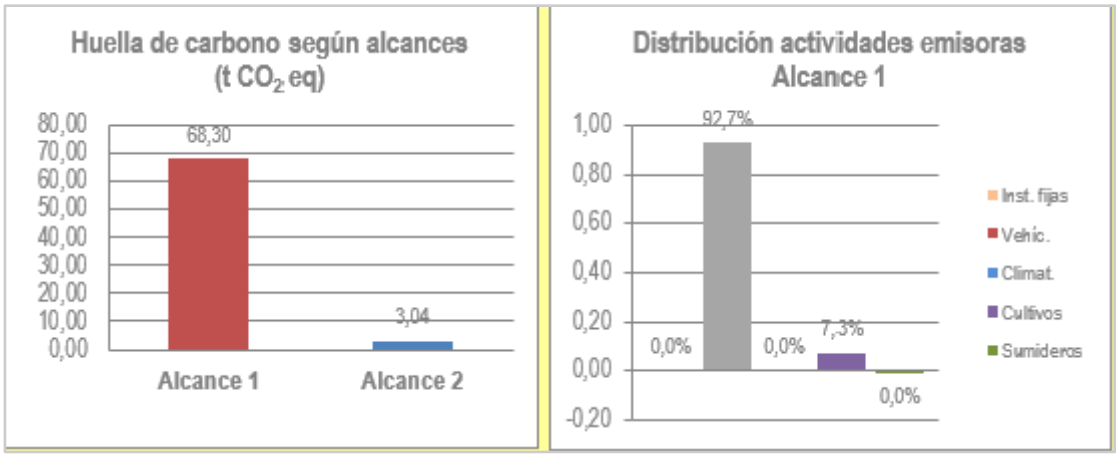
Para el Alcance 1, el 92,7 % de emisiones por uso de combustibles fósiles y el 7,3 % restante a emisiones referidas al cultivo. A su vez la ratio de emisiones por tonelada es de 0,93 t CO_2eq y el ratio de emisiones por superficie es de 3,24 t CO_2eq.

Resultados absolutos huella de carbono organización 1. Año 2016.

Año de cálculo	2016	
ALCANCE 1	Instalaciones fijas	0,0000 t CO_2eq
	Vehículos	63,3068 t CO_2eq
	Refrigeración/climatización	0,0000 t CO_2eq
	Cultivos	4,9907 t CO_2eq
	TOTAL ALCANCE 1	68,2975 t CO_2eq
ALCANCE 2	Electricidad	3,0352 t CO_2eq
Huella de carbono de alcance 1+2 del año de cálculo		71,3326 t CO_2eq
	Sumidero (Prácticas conservación suelo)*	-0,0003 t CO_2eq

Fuente: Elaboración propia a través de calculadora Mapama explotaciones agrícolas. Alcances 1+2.

Resultados absolutos huella de carbono según alcances en t CO_2eq y distribución actividades emisoras para el Alcance 1 en porcentajes respectivamente.



Fuente: Elaboración propia a través de calculadora Mapama explotaciones agrícolas. Alcances 1+2.

Datos de consumo total de agua y huella de carbono equivalente:

Consumo m^3	Factor de emisión*	T CO_2eq
33.483	0,39	13,059

*Fuente: Factor de emisión extraído de la Oficina Catalana de Cambio Climático (OCCC).

Sobre el total de consumo de agua segregamos por una parte en consumo referido al riego aplicado para el periodo y otros usos para el cultivo (lavados), con su correspondiente incidencia en la huella de carbono:

Datos de consumo de agua destinada a riego y huella de carbono equivalente:

Consumo m^3	Factor de emisión*	T CO_2eq
23.920	0,39	9,39

*Fuente: Factor de emisión extraído de la Oficina Catalana de Cambio Climático (OCCC).

Datos de consumo de agua destinada a otros usos y huella de carbono equivalente:

Consumo m^3	Factor de emisión*	T CO_2eq
9.563	0,39	3,73

*Fuente: Factor de emisión extraído de la Oficina Catalana de Cambio Climático (OCCC).

RESULTADOS ABSOLUTOS AÑO DE CÁLCULO (2016)

huella CO_2 organización	huella CO_2 consumo agua	Total T CO_2 eq
71,33	13,06	84,39

Fuente: Elaboración propia (sumatorio huella de carbono alcance 1+2 y huella de carbono derivada del consumo de agua).

El conjunto de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que genera esta explotación, teniendo en cuenta los alcances 1+2 propios de la organización y las emisiones derivadas del consumo de agua efectuado dan como resultado **1,100 kg de CO_2 por cada kg de producción generada.**

Teniendo en cuenta sólo el alcance 1+2 de la organización, las emisiones corresponden a 0,930 kg de CO_2 eq por cada kg de producción generada.

Incremento de carbono orgánico almacenado en suelo.

Incremento de carbono orgánico almacenado en suelo	2,32 %

Fuente: Departamento de "Fertilidad de suelos y nutrición vegetal" del IPNA-CSIC. Basado en el método oficial MAGRAMA (1994) "Métodos Oficiales de análisis de suelos y aguas". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación(Madrid) y el "Método de Walkley, A. y Black I. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method". Soil Science, 37,29-38.

INFORME DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA EXPLOTACIÓN 1

Para la estimación de la huella hídrica, se parte de los **datos meteorológicos** recopilados para el año de referencia del estudio (2016), correspondientes a la estación meteorológica denominada **GUIAISO1**, ubicada en el municipio de Guía de Isora, a una cota de 476 msnm. A partir de estos datos y con la ayuda del software **CropWat 8.0**, desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se determina la **evapotranspiración de referencia** (ET0).

Para hallar la **evapotranspiración del cultivo** (ETc) se tiene en cuenta la **constante de cultivo** (Kc), utilizando los datos de Kc específicos para platanera en la zona de Guía de Isora publicados por D. Clemente Méndez Hernández, técnico especialista en cultivos subtropicales del Cabildo de Tenerife.

Las **necesidades hídricas totales** estimadas son:

Necesidades hídricas totales (CWR)
12.661,49 m^3/ha

Al tratarse de un cultivo de regadío, al aire libre, se consume **agua verde y azul**. Según la metodología para el cálculo de la huella hídrica de la **Water Footprint Network**, se asume que las necesidades hídricas de los cultivos que se encuentran en régimen de regadío se ven completamente satisfechas a través de la precipitación y el riego. Con respecto al **agua gris**, se asume que la posible contaminación difusa de aguas subterráneas derivadas de los procesos productivos no es significativa, debido a que al no utilizar fertilizantes y fitosanitarios de síntesis no existirá contaminación del recurso hídrico.

La **evapotranspiración de agua verde** (ETG) del cultivo se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$ETGi\ (m^3/ha\ y\ mes)=min\ (CRWi;Peff)$$

Donde **CRWi** son las necesidades mensuales de agua del cultivo (m^3/ha y mes) y **Peff** es la precipitación efectiva (m^3/ha y mes). Finalmente, se obtiene el valor de la ETG anual:

Evapotranspiración de Agua Verde (ETG)
172 m^3/ha

Análogamente, se procede al cálculo de la **evapotranspiración azul** del cultivo, a partir de la siguiente ecuación:

$$ETBi\ (m^3/ha\ y\ mes)=max\ (0;CRWi-Peff)$$

Teniendo en cuenta el sistema de riego por goteo, se asume una **eficiencia de riego** del 95%, con lo que el valor anual de la ETB es:

Evapotranspiración de Agua Azul (ETB)
13.146,84 m^3/ha

La **huella hídrica del proceso de cultivo** será, por tanto, la suma de ETG (1,3%) y ETB (98,7%):

Huella Hídrica del proceso de cultivo (ETG+ETB)
13.318,84 m^3/ha

Si se tiene en cuenta el **rendimiento** de la explotación (34.885,45 kg/ha), se determina que el **volumen de agua virtual** contenida en el producto final es:

Volumen de Agua Virtual (V)
381,79 m^3/Tm

Y tomando en consideración el **horizonte temporal** del estudio, es decir, un año (2016):

Huella Hídrica teórica del proceso de cultivo
29.301,44 m^3/año

Estos datos se han obtenido aplicando la **metodología** de cálculo de la huella hídrica propuesta por la **Water Footprint Network**, por lo que se puede asumir como "**huella hídrica teórica**". Una vez analizados los datos facilitados por la explotación, se obtiene la siguiente información:

Número de plantas	4.600
Dosis de riego (litros por planta y día)	20
Número de riesgos a la semana	5
Gasto total de agua en riego al año (m3)	23.920
Gasto total de agua en riego por ha (m^3/ha)	10.872,73

Este último dato supone la **huella hídrica azul real** por hectárea de cultivo en la finca analizada. Si comparamos esta huella hídrica azul real (**10.872,73 m3/ha**) con la huella hídrica azul teórica (**13.146,84 m^3/ha**), se determina un balance de **-17% en consumo de agua azul (riego)**. Es en este componente donde se encuentra el principal ahorro.

Con respecto a **Canarias**, la bibliografía consultada indica un **consumo estimado por hectárea y año de 12.375 m^3** (Méndez, C.), por lo que si comparamos este dato con la huella hídrica azul real, que es el gasto en riego por hectárea al año, se obtiene un balance de **-12%**.

La **huella hídrica real del proceso de cultivo**, por tanto, será la suma del gasto total de agua en riego anual y la huella hídrica verde anual, calculada a partir de los datos climáticos y cuyo valor aparece resumido en la siguiente tabla:

Huella Hídrica teórica del proceso de cultivo	Huella Hídrica real del proceso de cultivo	Balance
29.301,44 m^3/año	24.298,40 m^3/año	- 17%

Si tenemos en cuenta el **contenido de agua virtual real** por tonelada de producto, se obtiene un valor de **316,79 m^3/Tm** (**-17%** con respecto al dato teórico).

Por otro lado, hay que tener en cuenta el gasto de **agua destinada a otros usos**, que en el caso analizado se refiere principalmente al lavado con agua a presión para el control fitosanitario del cultivo, labor que además evita el uso de plaguicidas. Este consumo asciende a unos **9.563 m3 al año**, lo que se traduce en los siguientes valores de huella hídrica total:

Huella Hídrica Total		
15.219,55 m^3/ha	441,48 m^3/Tm	33.483 m^3/año

Según datos de la **Water Footprint Network**, a nivel mundial se ha estimado un promedio de huella hídrica para el cultivo del plátano de **790 m^3/tonelada**, por lo que se ha

determinado, en la finca de estudio, una diferencia de **-44,12%** en la huella hídrica generada para producir una tonelada de producto.

7.- Cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica para la organización 2

DATOS DE LA ORGANIZACIÓN:

Parcela de cultivo 2

Municipio: Guía de Isora. Provincia: Santa Cruz de Tenerife

Año de cultivo: 2016.

Tipo de organización: PYME

Superficie en hectáreas: 2,50 (has)

Producción en toneladas: 150,0 (t)

msnm: 57,41 m

DATOS DE LOS CULTIVOS:

- **Superficie y producción:**

2,5 hectáreas de cultivo de plátano ecológico, variedad "Gruesa Palmera", con un total de 4.800 pies, con una producción para el año 2016 de 150.000 kilos.

- **Nitrógeno aplicado (fertilizantes sintéticos, orgánicos, otros):**

No se aportan fertilizantes sintéticos nitrogenados.

Los estiércoles aplicados al campo son de cerdo (animal de procedencia), con un total anual aplicado de 19.500 kilogramos, y con un valor de 6,0 kilos de nitrógeno por tonelada aplicada.

Otro fertilizante aplicado propiamente es el SEFEL, en el que teniendo en cuenta su densidad se han estimado un total de 48.000 kilos de fertilizante aportados para el año de referencia, con un porcentaje contenido en nitrógeno de 0,70.

No se aplican enmiendas calizas.

Respecto de los residuos del cultivo, atendiendo a su destino final, estos se incorporan al suelo directamente.

ALCANCE 1: EMISIONES DERIVADAS DE LOS CULTIVOS.

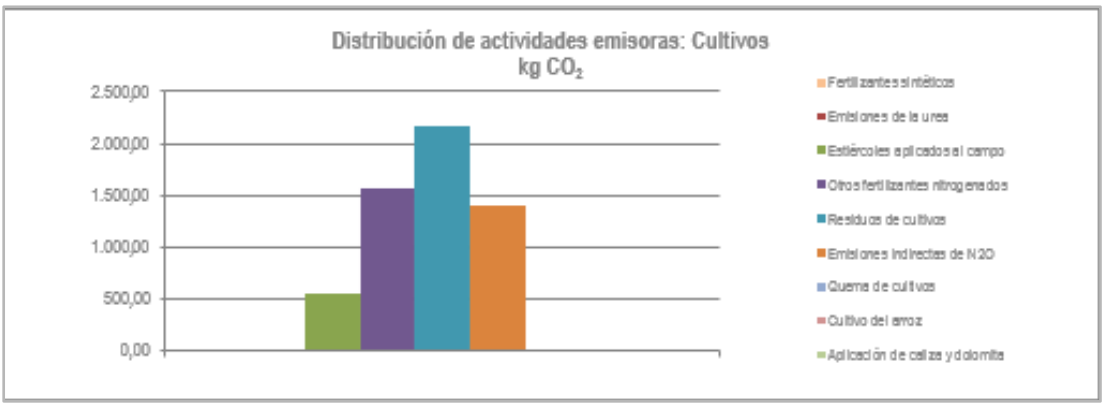
Se definen los datos de los factores de emisión propios de los cultivos:

Resultados absolutos de emisiones en kg CO2eq para los cultivos.

Fertilizantes sintéticos	0,00 kg CO_2 eq
Emisiones de la urea	0,00 kg CO_2 eq
Estiércoles aplicados al campo	547,89 kg CO_2 eq
Otros fertilizantes nitrogenados	1.573,44 kg CO_2 eq
Residuos de cultivos	2.173,31 kg CO_2 eq
Emisiones indirectas de N_2O	1.390,56 kg CO_2 eq
Quema de cultivos	0,00 kg CO_2 eq
Cultivo del arroz	0,00 kg CO_2 eq
Aplicación de caliza y dolomita	0,00 kg CO_2 eq
TOTAL	5.685,21 kg CO_2 eq

Fuente: Elaboración propia a través de herramienta cálculo huella de carbono del MAGRAMA.

Distribución de emisiones en datos absolutos de kg CO2eq para los cultivos



Fuente: Elaboración propia a través de herramienta cálculo huella de carbono del MAGRAMA.

Los siguientes datos son resultado del cálculo de las emisiones de N_2O y CO_2 derivadas de los cultivos:

Emisiones directas:

- Las emisiones totales derivadas de estiércoles aplicados al campo corresponden a **547,89 kg de CO_2 eq.**
- Las emisiones totales derivadas de otros fertilizantes aplicados, en este caso **SEFEL**, corresponden a **1.573,44 kg de CO_2 eq.**
- Las emisiones totales derivadas de los residuos de los cultivos por parte aportada directamente en campo corresponden a **2.173,31 kg de CO_2 eq.**

Emisiones indirectas:

- Las emisiones indirectas totales son de un total de **1.390,50 kg de CO_2** equivalente, de las cuales **966,30 kg de CO_2 eq**. se atribuyen a la lixiviación y escorrentía, y los **424,27 kg de CO_2 eq**. restantes se atribuyen a deposición atmosférica.

No se contabilizan emisiones de CO_2 equivalente derivadas del uso de fertilizantes nitrogenados, del consumo de urea y la aplicación de enmiendas calizas, al no aplicarse ninguno de estos tratamientos.

ALCANCE 1: EMISIONES DERIVADAS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.

Las emisiones por consumo de combustible en una parte al uso del vehículo propio del agricultor, correlacionando el total de kilómetros realizados y el tipo de combustible empleado, dando un total de **17.747,61 kg CO_2 eq.**

Unos **152,34 kg CO_2 eq** corresponden a labores agrícolas, calculado a través de la relación entre labor agrícola y superficie.

El total para este Alcance 1 es de **17.900,00 kg CO_2 eq.**

ALCANCE 2: EMISIONES DERIVADAS DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD CONTRATADA.

Por consumo de electricidad de la organización, el cual procede de una sola comercializadora, las emisiones corresponden a **1.870,00 Kg CO_2 eq.**

INFORMACIÓN RELEVANTE INCLUIDA:

En este caso se cuantifican datos referidos a prácticas sostenibles, bien por generación de energía renovable propia en sus instalaciones, que en este caso no es existente, o por práctica de gestión de suelos que este caso atiende a un “Laboreo mínimo” para una superficie estimada de 1,80 hectáreas y 0,40 hectáreas de cubierta vegetal espontánea, y con una media de Carbono Orgánico del Suelo estimado para la provincia de Santa Cruz de Tenerife de 64,6 T C/ha, dando un resultado como sumidero de carbono de **1,1 kg CO_2eq** año. Destacar que el secuestro de carbono se da siempre y cuando la práctica se aplica de de manera ininterrumpida, por lo que si se retorna al denominado “laboreo tradicional” se pierde en gran parte el beneficio logrado en años anteriores.

INFORME DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA EXPLOTACIÓN 2:

La huella de carbono de alcance 1+2 para el año de cálculo 2016 correspondiente a esta organización es de **25,45 t CO2eq**. De este valor absoluto, el 92,8% corresponde al Alcance 1 y el 7,20% restante al Alcance 2.

Para el Alcance 1, el 75,9 % de emisiones por uso de combustibles fósiles y el 24,1 % restante a emisiones referidas al cultivo. A su vez la el ratio de emisiones por tonelada es

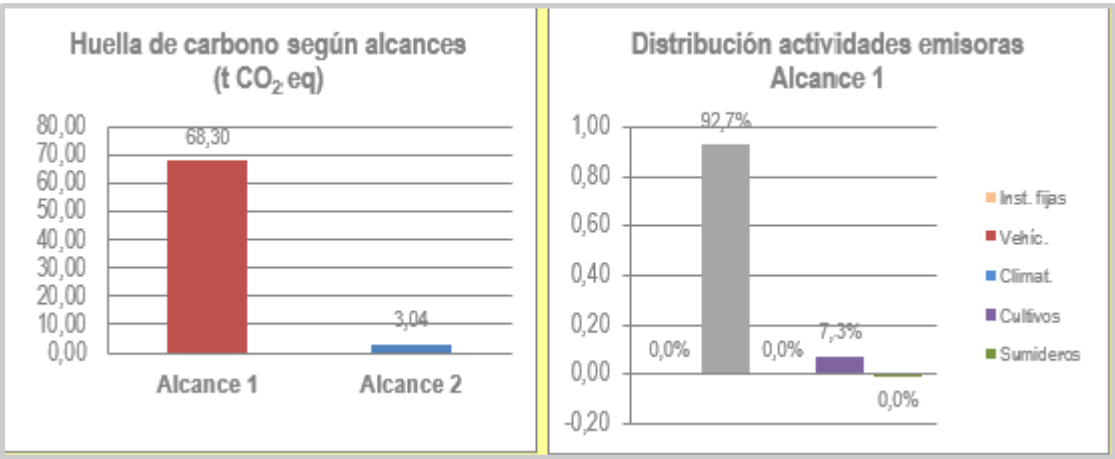
de 0,17 t CO2 eq (170 kg CO2 eq) y el ratio de emisiones por superficie es de 1,02 t CO2eq.

Resultados absolutos huella de carbono organización 2. Año 2016

Año de cálculo		2016
ALCANCE 1	Instalaciones fijas	0,0000 t CO_2eq
	Vehículos	17,9000 t CO_2eq
	Refrigeración/climatización	0,0000 t CO_2eq
	Cultivos	5,6852 t CO_2eq
	TOTAL ALCANCE 1	23,5852 t CO_2eq
ALCANCE 2	Electricidad	1,8700 t CO_2eq
Huella de carbono de alcance 1+2 del año de cálculo		25,4552 t CO_2eq
	Sumidero (Prácticas conservación suelo)*	-0,0011 t CO_2eq

Fuente: Elaboración propia a través de calculadora Mapama explotaciones agrícolas. Alcances 1+2.

Resultados absolutos huella de carbono según alcances en t CO2eq y distribución actividades emisoras para el



Alcance 1 en porcentajes respectivamente

Fuente: Elaboración propia a través de calculadora Mapama explotaciones agrícolas. Alcances 1+2.

Datos de consumo total de agua y huella de carbono equivalente:

Consumo m³	Factor de emisión*	T CO2eq
34.790	0,39	13,57

*Fuente: Factor de emisión extraído de la Oficina Catalana de Cambio Climático (OCCC).

Sobre el total de consumo de agua segregamos por una parte en consumo referido al riego aplicado para el periodo y otros usos para el cultivo (lavados), con su correspondiente incidencia en la huella de carbono:

Datos de consumo de agua destinada a riego y huella de carbono equivalente:

Consumo m^3	Factor de emisión*	T CO2eq
8.154	**0,39**	**3,18**

*Fuente: Factor de emisión extraído de la Oficina Catalana de Cambio Climático (OCCC).

Datos de consumo de agua destinada a otros usos y huella de carbono equivalente:

Consumo m^3	Factor de emisión*	T CO2eq
26.636	**0,39**	**10,39**

*Fuente: Factor de emisión extraído de la Oficina Catalana de Cambio Climático (OCCC).

RESULTADOS ABSOLUTOS AÑO DE CÁLCULO (2016)

huella CO_2 organización	huella CO_2 consumo agua	Total T CO2 eq
25,45	**13,57**	**39,02**

Fuente: Elaboración propia (sumatorio huella de carbono alcance 1+2 y huella de carbono derivada del consumo de agua).

El conjunto de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que genera esta explotación, teniendo en cuenta los alcances 1+2 propios de la organización y las emisiones derivadas del consumo de agua efectuado dan como resultado **0,260 Kg de CO2 por cada kg de producción generada.**

Teniendo en cuenta sólo el alcance 1+2 de la organización, las emisiones corresponden a 0,169 kg de CO2 eq por cada kg de producción generada.

Incremento de carbono orgánico almacenado en suelo.

Incremento de carbono orgánico almacenado en suelo	1,74 %

Fuente: Departamento de "Fertilidad de suelos y nutrición vegetal" del IPNA-CSIC. Basado en el método oficial MAGRAMA (1994) "Métodos Oficiales de análisis de suelos y aguas". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación(Madrid) y el "Método de Walkley, A. y Black I. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method". Soil Science, 37,29-38.

INFORME DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA EXPLOTACIÓN 2:

Para la estimación de la huella hídrica, se parte de los **datos meteorológicos** recopilados para el año de referencia del estudio (2016), correspondientes a la estación meteorológica denominada **ALCALÁ**, ubicada en el municipio de Guía de Isora, a una cota de 29 msnm. A partir de estos datos y con la ayuda del software **CropWat 8.0**, desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se determina la **evapotranspiración de referencia** (ET0).

Para hallar la **evapotranspiración del cultivo** (ETc) se tiene en cuenta la **constante de cultivo** (Kc), utilizando los datos de Kc específicos para platanera en la zona de Guía de Isora publicados por D. Clemente Méndez Hernández, técnico especialista en cultivos subtropicales del Cabildo de Tenerife.

Las **necesidades hídricas totales** estimadas son:

Necesidades hídricas totales (CWR)
12.233,28 m^3/ha

Al tratarse de un cultivo de regadío, al aire libre, se consume **agua verde y azul**. Según la metodología para el cálculo de la huella hídrica de la **Water Footprint Network**, se asume que las necesidades hídricas de los cultivos que se encuentran en régimen de regadío se ven completamente satisfechas a través de la precipitación y el riego. Con respecto al **agua gris**, se asume que la posible contaminación difusa de aguas subterráneas derivadas de los procesos productivos no es significativa, debido a que al no utilizar fertilizantes y fitosanitarios de síntesis no existirá contaminación del recurso hídrico.

La **evapotranspiración de agua verde** (ETG) del cultivo se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$ETGi\ (m^3/ha\ y\ mes)=min\ (CRWi;Peff)$$

Donde **CRWi** son las necesidades mensuales de agua del cultivo (m^3/ha y mes) y **Peff** es la precipitación efectiva (m^3/ha y mes). Finalmente, se obtiene el valor de la ETG anual:

Evapotranspiración de Agua Verde (ETG)
136 m^3/ha

Análogamente, se procede al cálculo de la **evapotranspiración azul** del cultivo, a partir de la siguiente ecuación:

$$ETBi\ (m^3/ha\ y\ mes)=max\ (0;CRWi-Peff)$$

Teniendo en cuenta el sistema de riego por goteo, se asume una **eficiencia de riego** del 95%, con lo que el valor anual de la ETB es:

Evapotranspiración de Agua Azul (ETB)
12.733,98 m³/ha

La **huella hídrica del proceso de cultivo** será, por tanto, la suma de ETG (1%) y ETB (99%):

Huella Hídrica del proceso de cultivo (ETG+ETB)
12.869,98 m³/ha

Si se tiene en cuenta el **rendimiento** de la explotación (60.000 kg/ha), se determina que el **volumen de agua virtual** contenida en el producto final es:

Volumen de Agua Virtual (V)
214,50 m³/Tm

Y tomando en consideración el **horizonte temporal** del estudio, es decir, un año (2016):

Huella Hídrica teórica del proceso de cultivo
32.174,95 m³/año

Estos datos se han obtenido aplicando la **metodología** de cálculo de la huella hídrica propuesta por la **Water Footprint Network**, por lo que se puede asumir como "**huella hídrica teórica**". Una vez analizados los datos facilitados por la explotación, se obtiene la siguiente información:

Número de plantas	**4.900**
Dosis de riego (litros por planta y día) en verano	**14**
Número de riesgos a la semana (en verano)	**2**
Dosis de riego (litros por planta y día) en invierno	**18**
Número de riesgos a la semana (en invierno)	**1**
Gasto total de agua en riego al año (m3)	**5.213,60**
Gasto total de agua en riego por ha (m^3/ha)	**2.085,44**

Este último dato supone la **huella hídrica azul real** por hectárea de cultivo en la finca analizada. Si comparamos esta huella hídrica azul real (**2.085,44 m^3/ha**) con la huella hídrica azul teórica (**12.733,98 m^3/ha**), se determina un balance de **-83,8% en consumo de agua azul (riego)**. Al igual que en la explotación 1, en este componente es donde se encuentra el principal ahorro, siendo, en este caso, de una magnitud aún mayor y destacando significativamente.

Con respecto a **Canarias**, la bibliografía consultada indica un **consumo estimado por hectárea y año de 12.375 m^3** (Méndez, C.), por lo que si comparamos este dato con la huella hídrica azul real, que es el gasto en riego por hectárea al año, se obtiene un balance de **-83,15%**.

La **huella hídrica real del proceso de cultivo**, por tanto, será la suma del gasto total de agua en riego anual y la huella hídrica verde anual, calculada a partir de los datos climáticos y cuyo valor aparece resumido en la siguiente tabla:

Huella Hídrica teórica del proceso de cultivo	Huella Hídrica real del proceso de cultivo	Balance
12.869,48 m^3/año	**2.221,44 m^3/año**	**- 82,7%**

Si tenemos en cuenta el **contenido de agua virtual real** por tonelada de producto, se obtiene un valor de **37,02 m^3/Tm** (**-82,7%** con respecto al dato teórico).

Por otro lado, hay que tener en cuenta el gasto de **agua destinada a otros usos**, que en el caso analizado se refiere principalmente al lavado con agua a presión para el control fitosanitario del cultivo, labor que además evita el uso de plaguicidas. Este consumo asciende a unos **29.576 m^3 al año**, lo que se traduce en los siguientes valores de huella hídrica total:

Huella Hídrica Total		
13.916,00 m^3/ha	234,20 m^3/Tm	34.790 m^3/año

Según datos de la **Water Footprint Network**, a nivel mundial se ha estimado un promedio de huella hídrica para el cultivo del plátano de **790 m^3/tonelada**, por lo que se ha determinado, en la finca de estudio, una diferencia de **-70,35%** en la huella hídrica generada para producir una tonelada de producto.

8.- Cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica para la organización 3

DATOS DE LA ORGANIZACIÓN:

Parcela de cultivo 3

Municipio: Valle de Guerra. Provincia: Santa Cruz de Tenerife

Año de cultivo: 2016 (año base estudio).

Tipo de organización: PYME

Superficie en hectáreas: 1,3 (has)

Producción en toneladas: 130,0 (T)

msnm: 31,44 m

DATOS DE LOS CULTIVOS:

- **Superficie y producción:**

1,3 hectáreas de cultivo de papaya ecológica, variedad "BH-65 (tipo hawaiano)", con un total de 2.500 pies, con una producción para el año 2016 de 130.000 kilos.

- **Nitrógeno aplicado (fertilizantes sintéticos, orgánicos, otros):**

No se aportan fertilizantes sintéticos nitrogenados.

Los estiércoles aplicados al campo son de pollo (animal de procedencia), con un total anual aplicado de 110 m^3, y con un valor de 25,5 kilos de nitrógeno por tonelada aplicada.

Otro fertilizante aplicado propiamente es el SEFEL, en el que teniendo en cuenta su densidad se han estimado un total de 22.500 kilos de fertilizante aportados para el año de referencia, con un porcentaje contenido en nitrógeno de 0,70.

No se aplican enmiendas calizas.

Respecto de los residuos del cultivo, atendiendo a su destino final, estos se incorporan al suelo directamente.

ALCANCE 1: EMISIONES DERIVADAS DE LOS CULTIVOS.

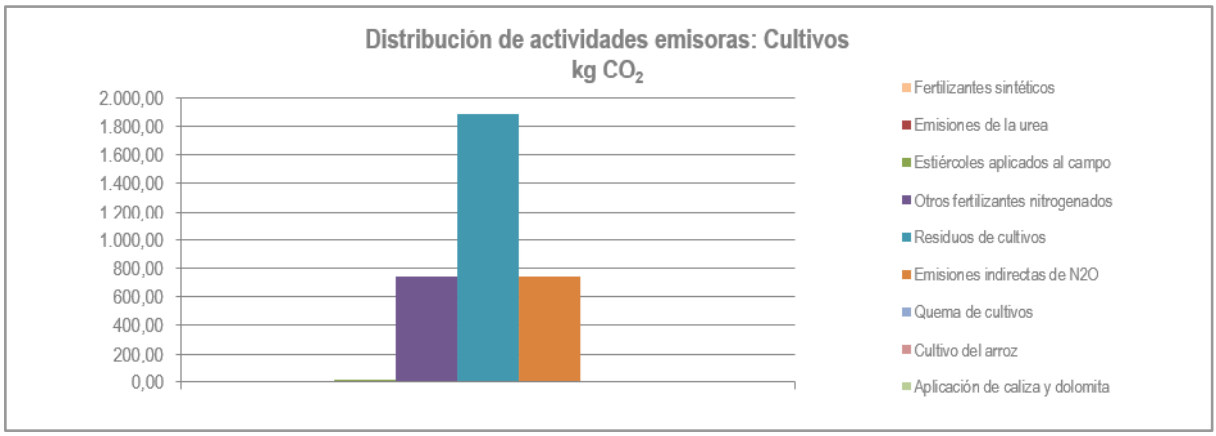
Se definen los datos de los factores de emisión propios de los cultivos:

Resultados absolutos de emisiones en kg CO2eq para los cultivos.

Fertilizantes sintéticos	0,00 kg CO_2 eq
Emisiones de la urea	0,00 kg CO_2 eq
Estiércoles aplicados al campo	9,19 kg CO_2 eq
Otros fertilizantes nitrogenados	737,55 kg CO_2 eq
Residuos de cultivos	1.883,54 kg CO_2 eq
Emisiones indirectas de N_2O	741,16 kg CO_2 eq
Quema de cultivos	0,00 kg CO_2 eq
Cultivo del arroz	0,00 kg CO_2 eq
Aplicación de caliza y dolomita	0,00 kg CO_2 eq
TOTAL	3.371,45 kg CO_2 eq

Fuente: Elaboración propia a través de herramienta cálculo huella de carbono del MAGRAMA.

Distribución de emisiones en datos absolutos de kg CO2eq para los cultivos



Fuente: Elaboración propia a través de herramienta cálculo huella de carbono del MAGRAMA.

Emisiones directas:

- Las emisiones totales derivadas de estiércoles aplicados al campo corresponden a **9,19 kg de CO_2 eq.**
- Las emisiones totales derivadas de otros fertilizantes aplicados, en este caso **SEFEL**, corresponden a **737,55 kg de CO_2 eq.**
- Las emisiones totales derivadas de los residuos de los cultivos por parte aportada directamente en campo corresponden a **1.883,54 kg de CO_2 eq.**

Emisiones indirectas:

- Las emisiones indirectas totales son de un total de **741,16 kg** de CO_2 equivalente, de las cuales **591,81 kg de CO_2 eq**. se atribuyen a la lixiviación y escorrentía, y los **149,35 kg de CO_2 eq**. restantes se atribuyen a deposición atmosférica.

No se contabilizan emisiones de CO2 equivalente derivadas del uso de fertilizantes nitrogenados, del consumo de urea y la aplicación de enmiendas calizas, al no aplicarse ninguno de estos tratamientos.

ALCANCE 1: EMISIONES DERIVADAS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.

Las emisiones por consumo de combustible en una parte al uso del vehículo propio (flota de vehículos) del agricultor, correlacionando el total de kilómetros realizados y el tipo de combustible empleado, dando un total de **8.750,00 kg CO_2 eq.**

Otros **253,90 kg CO_2 eq** corresponden a labores agrícolas, calculado a través de la relación entre labor agrícola y superficie.

El total para este Alcance 1 es de **9.003,90 kg CO_2 eq.**

Al poseer una cámara de refrigeración se estima también a contabilizar las **fugas fugitivas por gases fluorados** por la misma, dándose la situación de no haber sufrido fugas o pérdidas, por lo que a consecuencia no se han producidos recargas de dicha cámara. **No existen por tanto emisiones de CO_2 derivadas del uso de la cámara de refrigeración.**

ALCANCE 2: EMISIONES DERIVADAS DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD CONTRATADA.

Por consumo de electricidad de la organización, el cual procede de una sola comercializadora, las emisiones corresponden a **513,06 Kg CO_2 eq.**

INFORMACIÓN RELEVANTE INCLUIDA:

En este caso se cuantifican datos referidos a prácticas sostenibles, bien por generación de energía renovable propia en sus instalaciones, que en este caso no es existente, o por práctica de gestión de suelos que este caso atiende a un “Laboreo mínimo” para una superficie estimada de 1,3 hectáreas y con una media de Carbono Orgánico del Suelo estimado para la provincia de Santa Cruz de Tenerife de 64,6 T C/ha, dando un resultado como sumidero de carbono de **1,5 kg CO_2 eq** año. Destacar que el secuestro de carbono se da siempre y cuando la práctica se aplica de de manera ininterrumpida, por lo que si se retorna al denominado “laboreo tradicional” se pierde en gran parte el beneficio logrado en años anteriores.

INFORME DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA EXPLOTACIÓN 3:

La huella de carbono de alcance 1+2 para el año de cálculo 2016 correspondiente a esta organización es de **18,89 t CO2eq**. De este valor absoluto, el 96,01% corresponde al Alcance 1 y el 3,98% restante al Alcance 2.

Para el Alcance 1, el 72,75 % de emisiones por uso de combustibles fósiles y el 27,25 % restante a emisiones referidas al cultivo. A su vez la el ratio de emisiones por tonelada de

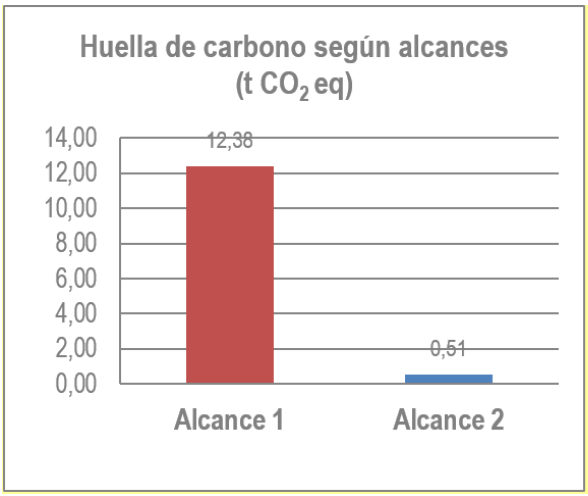
producción es de 0,099 t CO_2 eq (99 kg CO_2 eq.) y el ratio de emisiones por superficie es de 9,91 t CO_2 eq.

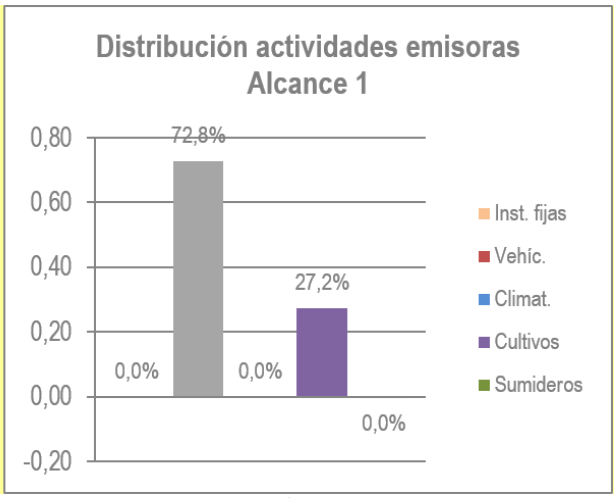
Resultados absolutos huella de carbono organización 3. Año 2016.

Año de cálculo		2016
ALCANCE 1	Instalaciones fijas	0,0000 t CO_2eq
	Vehículos	9,0039 t CO_2eq
	Refrigeración/climatización	0,0000 t CO_2eq
	Cultivos	3,3714 t CO_2eq
	TOTAL ALCANCE 1	12,3753 t CO_2eq
ALCANCE 2	Electricidad	0,5131 t CO_2eq
Huella de carbono de alcance 1+2 del año de cálculo		12,8884 t CO_2eq
	Sumidero (Prácticas conservación suelo)*	-0,0015 t CO_2eq

Fuente: Elaboración propia a través de calculadora Mapama explotaciones agrícolas. Alcances 1+2.

Resultados absolutos huella de carbono según alcances en t CO2eq y distribución actividades emisoras para el Alcance 1 en porcentajes respectivamente.





Fuente: Elaboración propia a través de calculadora Mapama explotaciones agrícolas. Alcances 1+2.

Datos de consumo total de agua y huella de carbono equivalente:

Consumo m³	Factor de emisión*	T CO2eq
6.916,7	0,39	2,69

*Fuente: Factor de emisión extraído de la Oficina Catalana de Cambio Climático(OCCC).

RESULTADOS ABSOLUTOS AÑO DE CÁLCULO (2016)

huella CO_2 organización	huella CO_2 consumo agua	Total T CO2 eq
12,88	2,69	15,57

Fuente: Elaboración propia (sumatorio huella de carbono alcance 1+2 y huella de carbono derivada del consumo de agua).

El conjunto de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que genera esta explotación, teniendo en cuenta los alcances 1+2 propios de la organización y las emisiones derivadas del consumo de agua efectuado dan como resultado **0,119 Kg de CO2 por cada kg de producción generada.**

Teniendo en cuenta sólo el alcance 1+2 de la organización, las emisiones corresponden a 0,099 kg de CO2 eq por cada kg de producción generada.

Incremento interanual de carbono orgánico almacenado en suelo.

Incremento interanual de carbono orgánico almacenado en suelo	1,16 %

Fuente: Departamento de "Fertilidad de suelos y nutrición vegetal" del IPNA-CSIC. Basado en el método oficial MAGRAMA (1994) "Métodos Oficiales de análisis de suelos y aguas". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación(Madrid) y el "Método de Walkley, A. y Black I. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method". Soil Science, 37,29-38.

INFORME DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA EXPLOTACIÓN 3:

Para la estimación de la huella hídrica, se parte de los **datos meteorológicos** recopilados para el año de referencia del estudio (2016), correspondientes a la estación meteorológica denominada **TEJINA01**, ubicada en el municipio de La Laguna, a una cota de 90 msnm. A partir de estos datos y con la ayuda del software **CropWat 8.0**, desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se determina la **evapotranspiración de referencia** (ET0).

Para hallar la **evapotranspiración del cultivo** (ETc) se tiene en cuenta la **constante de cultivo** (Kc), utilizando datos de Kc para papaya de publicaciones específicas y de la web de asesoramiento de riegos del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, dependiente de la Consejería de Agricultura, ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias.

Las **necesidades hídricas totales** estimadas son:

Necesidades Hídricas Totales CWR (m^3/ha)
8.314,62

Al tratarse de un cultivo de regadío bajo **invernadero** sólo se tiene en cuenta el **agua azul**. Según la metodología para el cálculo de la huella hídrica de la **Water Footprint Network**, se asume que las necesidades hídricas de los cultivos que se encuentran en régimen de regadío se ven completamente satisfechas a través del riego. Con respecto al **agua gris**, se asume que la posible contaminación difusa de aguas subterráneas derivadas de los procesos productivos no es significativa, debido a que al no utilizar fertilizantes y fitosanitarios de síntesis no existirá contaminación del recurso hídrico.

La **evapotranspiración de agua azul** del cultivo se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$ETBi\ (m^3/ha\ y\ mes)=max\ (0;CRWi-Peff)$$

Donde **CRWi** son las necesidades mensuales de agua del cultivo (m^3/ha y mes) y **Peff** es la precipitación efectiva (m^3/ha y mes). Al ser un cultivo bajo **invernadero**, la **precipitación efectiva es cero**.

Teniendo en cuenta el sistema de riego por goteo, se asume una **eficiencia de riego** del 95%, con lo que el valor anual de la ETB es:

Evapotranspiración de Agua Azul (ETB)
8.752,23 m^3/ha

La **huella hídrica del proceso de cultivo** será, por tanto, la suma de la Evaporación de Agua Verde (ETG) y la Evapotranspiración de Agua Azul (ETB). Siendo ETG=0, el valor de la huella hídrica coincide con ETB:

Huella Hídrica del proceso de cultivo (ETG+ETB)
8.752,23 m^3/ha

Si se tiene en cuenta el **rendimiento** de la explotación (104.000 kg/ha), se determina que el **volumen de agua virtual** contenida en el producto final es:

Volumen de Agua Virtual (V)
84,16 m^3/Tm

Estos datos se han obtenido aplicando la **metodología** de cálculo de la huella hídrica propuesta por la **Water Footprint Network**, por lo que se puede asumir como "**huella hídrica teórica**". Una vez analizados los datos facilitados por la explotación, se obtienen la siguiente información:

Número de plantas	**2.500**
Gasto total de agua a la semana (m3)	**133**
Gasto total de agua al año (m3)	**6.916**
Gasto anual de agua por ha (m^3/ha)	**5.320**

Este último dato supone la **huella hídrica azul real** por hectárea de cultivo en el finca analizada. Si comparamos esta huella hídrica azul real (**5.320 m^3/ha**) con la huella hídrica azul teórica (**8.752,23 m^3/ha**), se determina un balance de **-39,22% en consumo de agua azul (riego)**.

Si tenemos en cuenta el **contenido de agua virtual real** por tonelada de producto, se obtiene un valor de **51,15 m^3/Tm** (**-39,22%** con respecto al dato teórico).

Para los cálculos realizados se ha tenido en cuenta el **gasto total de agua**, desestimando el gasto destinado a otros usos, que en este caso es despreciable.

Según datos de la **Water Footprint Network**, a nivel mundial se ha estimado un promedio de huella hídrica para el cultivo de la papaya de **460 m^3/tonelada**, por lo que se ha determinado, en la finca de estudio, una diferencia de **-81,70%** en la huella hídrica generada para producir una tonelada de producto.

9.- Cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica para la organización 4

DATOS DE LA ORGANIZACIÓN:

Parcela de cultivo 4

Municipio: Puntallana. Santa Cruz de La Palma Provincia: Santa Cruz de Tenerife

Año de cultivo: 2016 (año base estudio).

Tipo de organización: PYME

Superficie en hectáreas: 3,72 (has)

Producción en toneladas: 133,218 (t) de plátanos, 9 (t) de mango y 2,18 (t) de aguacate.

msnm: 183

DATOS DE LOS CULTIVOS:

- **Superficie y producción:**

3 hectáreas de cultivo de plátano ecológico, variedad “Brie”, con un total de 4428 pies, con una producción para el año 2016 de 133.218 kilos.

0,60 hectáreas de cultivo de mango ecológico, variedades “Tommy Atkins”, “Osteen” y “Lippens”, con un total de 401 pies y con una producción para el año 2016 de 9000 kilos.

0,12 hectáreas de cultivo de aguacate ecológico, variedad “Hass”, con un total de 123 pies y con una producción para el año 2016 de 2160 kilos.

- **Nitrógeno aplicado (fertilizantes sintéticos, orgánicos, otros):**

No se aportan fertilizantes sintéticos nitrogenados.

Los estiércoles aplicados al campo son de cabra (animal de procedencia), con un total anual aplicado de 241 m^3, y con un valor de 6,10 kilos de nitrógeno por tonelada aplicada.

Otro fertilizante aplicado propiamente es el SEFEL, en el que teniendo en cuenta su densidad se han estimado un total de 81000 kilos de fertilizante aportados para el año de referencia, con un porcentaje contenido en nitrógeno de 0,70.

No se aplican enmiendas calizas.

Respecto de los residuos del cultivo, atendiendo a su destino final, estos se incorporan al suelo directamente.

ALCANCE 1: EMISIONES DERIVADAS DE LOS CULTIVOS.

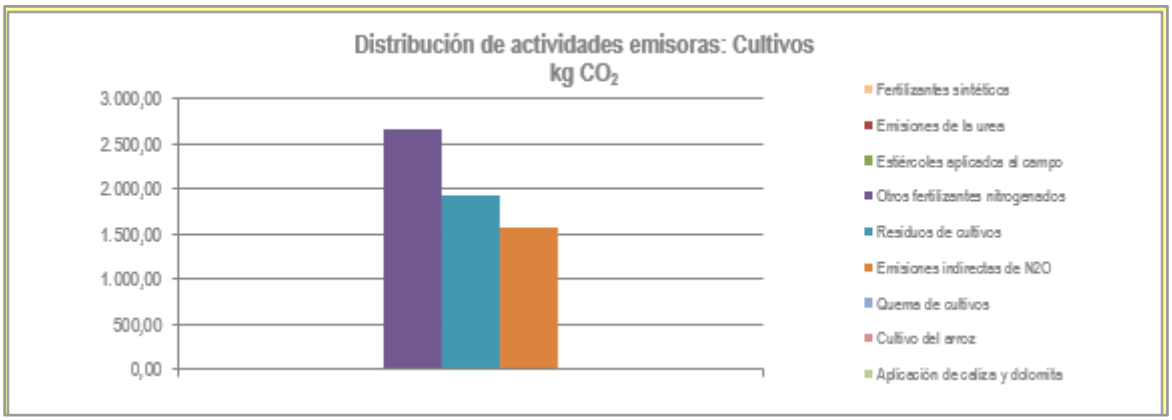
Se definen los datos de los factores de emisión propios de los cultivos:

Resultados absolutos de emisiones en kg CO2eq para los cultivos.

Fertilizantes sintéticos	0,00 kg CO_2 eq
Emisiones de la urea	0,00 kg CO_2 eq
Estiércoles aplicados al campo	5,51 kg CO_2 eq
Otros fertilizantes nitrogenados	2.655,18 kg CO_2 eq
Residuos de cultivos	1.936,10 kg CO_2 eq
Emisiones indirectas de N_2O	1.566,42 kg CO_2 eq
Quema de cultivos	0,00 kg CO_2 eq
Cultivo del arroz	0,00 kg CO_2 eq
Aplicación de caliza y dolomita	0,00 kg CO_2 eq
TOTAL	6.163,21 kg CO_2 eq

Fuente: Elaboración propia a través de herramienta cálculo huella de carbono del MAGRAMA.

Distribución de emisiones en datos absolutos de kg CO2eq para los cultivos



Fuente: Elaboración propia a través de herramienta cálculo huella de carbono del MAGRAMA.

Emisiones directas:

- Las emisiones totales derivadas de estiércoles aplicados al campo corresponden a **5,51 kg de CO_2 eq.**
- Las emisiones totales derivadas de otros fertilizantes aplicados, en este caso **SEFEL**, corresponden a **2655,18 kg de CO_2 eq.**
- Las emisiones totales derivadas de los residuos de los cultivos por parte aportada directamente en campo corresponden a **1936,10 kg de CO_2 eq.**

Emisiones indirectas:

- Las emisiones indirectas totales son de un total de **1566,42 kg** de CO_2 equivalente, de las cuales **1034,28 kg de CO_2 eq**. se atribuyen a la lixiviación y escorrentía, y los **532,14 kg de CO_2 eq**. restantes se atribuyen a deposición atmosférica.

No se contabilizan emisiones de CO2 equivalente derivadas del uso de fertilizantes nitrogenados, del consumo de urea y la aplicación de enmiendas calizas, al no aplicarse ninguno de estos tratamientos.

ALCANCE 1: EMISIONES DERIVADAS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.

Las emisiones por consumo de combustible en una parte al uso del vehículo propio (flota de vehículos) del agricultor, en relación a la cantidad de combustible consumido, dando un total de **5293,82 kg CO_2 eq.**

Otros **693,08 kg CO_2 eq** corresponden a labores agrícolas, calculado a través de la relación entre labor agrícola y superficie.

El total para este Alcance 1 es de **12150,10 kg CO_2 eq.**

ALCANCE 2: EMISIONES DERIVADAS DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD CONTRATADA.

Por consumo de electricidad de la organización, el cual procede de una sola comercializadora, las emisiones corresponden a **3079,38 Kg CO_2 eq.**

INFORMACIÓN RELEVANTE INCLUIDA:

En este caso se cuantifican datos referidos a prácticas sostenibles, bien por generación de energía renovable propia en sus instalaciones, que en este caso no es existente, o por práctica de gestión de suelos que este caso atiende a un "Laboreo mínimo" para una superficie estimada de **3,72** hectáreas y con una media de Carbono Orgánico del Suelo estimado para la provincia de Santa Cruz de Tenerife de 64,6 T C/ha, dando un resultado como sumidero de carbono de **0,6 kg CO_2 eq** año. Destacar que el secuestro de carbono se da siempre y cuando la práctica se aplica de de manera ininterrumpida, por lo que si se retorna al denominado "laboreo tradicional" se pierde en gran parte el beneficio logrado en años anteriores.

INFORME DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA EXPLOTACIÓN 4:

La huella de carbono de alcance 1+2 para el año de cálculo 2016 correspondiente a esta organización es de **15,22 t CO2eq**. De este valor absoluto, el **79,77%** corresponde al Alcance 1 y el **20,22**% restante al Alcance 2.

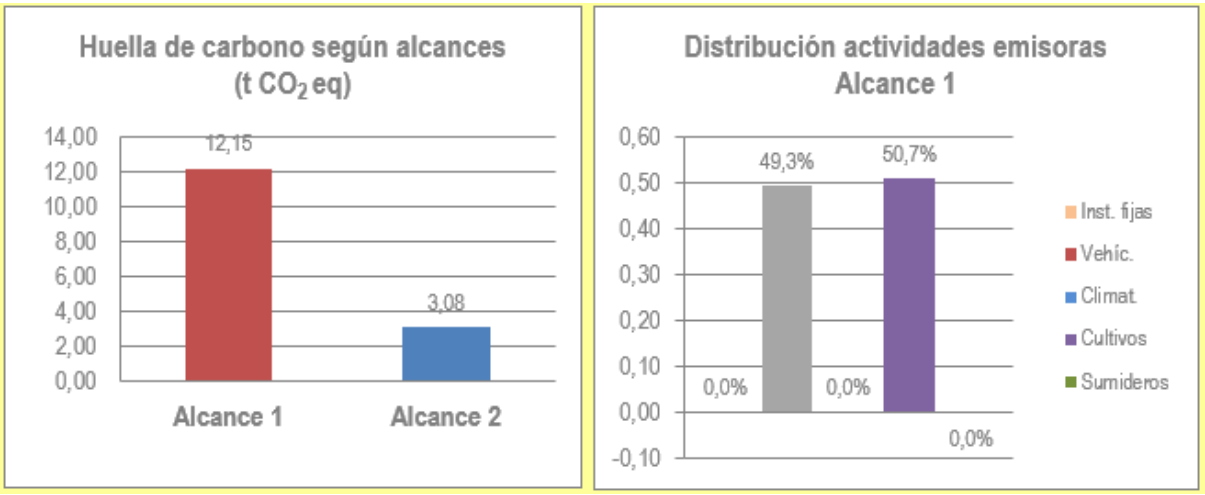
Para el Alcance 1, el **49,3** % de emisiones por uso de combustibles fósiles y el **50,7** % restante a emisiones referidas al cultivo. A su vez la el ratio de emisiones por tonelada de producción es de **0,101** t CO_2 eq (101,46 kg CO_2 eq.) y el ratio de emisiones por superficie es de **4,09** t CO_2 eq.

Resultados absolutos huella de carbono organización 4. Año 2016.

Año de cálculo		2016
ALCANCE 1	Instalaciones fijas	0,0000 t CO_2eq
	Vehículos	5,9869 t CO_2eq
	Refrigeración/climatización	0,0000 t CO_2eq
	Cultivos	6,1632 t CO_2eq
	TOTAL ALCANCE 1	12,1501 t CO_2eq
ALCANCE 2	Electricidad	3,0794 t CO_2eq
Huella de carbono de alcance 1+2 del año de cálculo		15,2295 t CO_2eq
	Sumidero (Prácticas conservación suelo)*	-0,0006 t CO_2eq

Fuente: Elaboración propia a través de calculadora Mapama explotaciones agrícolas. Alcances 1+2.

Resultados absolutos huella de carbono según alcances en t CO2eq y distribución actividades emisoras para el Alcance 1 en porcentajes respectivamente.



Fuente: Elaboración propia a través de calculadora Mapama explotaciones agrícolas. Alcances 1+2.

Datos de consumo total de agua y huella de carbono equivalente:

Consumo m³	Factor de emisión*	T CO2eq
17000	0,39	6,63

*Fuente: Factor de emisión extraído de la Oficina Catalana de Cambio Climático (OCCC).

Sobre el total de consumo de agua segregamos por una parte en consumo referido al riego aplicado para el periodo y otros usos para el cultivo (lavados), con su correspondiente incidencia en la huella de carbono:

Datos de consumo de agua destinada a riego y huella de carbono equivalente:

Consumo m^3	Factor de emisión*	T CO2eq
10298,11	**0,39**	**4,02**

*Fuente: Factor de emisión extraído de la Oficina Catalana de Cambio Climático (OCCC).

Datos de consumo de agua destinada a otros usos y huella de carbono equivalente:

Consumo m^3	Factor de emisión*	T CO2eq
6701,89	**0,39**	**2,61**

*Fuente: Factor de emisión extraído de la Oficina Catalana de Cambio Climático (OCCC).

RESULTADOS ABSOLUTOS AÑO DE CÁLCULO (2016)

huella CO_2 organización	huella CO_2 consumo agua	Total T CO2 eq
15,22	**6,63**	**21,85**

Fuente: Elaboración propia (sumatorio huella de carbono alcance 1+2 y huella de carbono derivada del consumo de agua).

El conjunto de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que genera esta explotación, teniendo en cuenta los alcances 1+2 propios de la organización y las emisiones derivadas del consumo de agua efectuado dan como resultado **0,164 Kg de CO2 por cada kg de producción generada.**

Teniendo en cuenta sólo el alcance 1+2 de la organización, las emisiones corresponden a 0,114 kg de CO2 eq por cada kg de producción generada.

Incremento de carbono orgánico almacenado en suelo.

Incremento interanual de carbono orgánico almacenado en suelo	0,61 %

Fuente: Departamento de "Fertilidad de suelos y nutrición vegetal" del IPNA-CSIC. Basado en el método oficial MAGRAMA (1994) "Métodos Oficiales de análisis de suelos y aguas". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación(Madrid) y el "Método de Walkley, A. y Black I. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method". Soil Science, 37,29-38.

INFORME DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA EXPLOTACIÓN 4

Para la estimación de la huella hídrica, se parte de los **datos meteorológicos** recopilados para el año de referencia del estudio (2016), correspondientes a la estación meteorológica situada en la propia explotación, ubicada en el municipio de Puntallana. A partir de estos datos y con la ayuda del software **CropWat 8.0**, desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se determina la **evapotranspiración de referencia** (ET0) para cada cultivo.

Para hallar la **evapotranspiración de los cultivos** (ETc) se tienen en cuenta la **constante de cultivo** (Kc) de cada uno de ellos. Al igual que en los casos anteriores, se han utilizado los datos de Kc específicos para platanera publicados por D. Clemente Méndez Hernández, técnico especialista en cultivos subtropicales del Cabildo de Tenerife. A pesar de que estos datos son específicos para la zona de Guía de Isora, se han considerado más idóneos para la determinación de las necesidades hídricas. Para aguacate y mango, se han utilizado los coeficientes de cultivo consultados en la bibliografía de referencia.

Las **necesidades hídricas totales** estimadas son:

Necesidades hídricas totales (CWR)		
Plátano	**Aguacate**	**Mango**
12.514,19 m³/ha	**12.305,79 m³/ha**	**8.686,44 m³/ha**

Al tratarse de un cultivo de regadío, al aire libre, se consume **agua verde y azul**. Según la metodología para el cálculo de la huella hídrica de la **Water Footprint Network**, se asume que las necesidades hídricas de los cultivos que se encuentran en régimen de regadío se ven completamente satisfechas a través de la precipitación y el riego. Con respecto al **agua gris**, se asume que la posible contaminación difusa de aguas subterráneas derivadas de los procesos productivos no es significativa, debido a que al no utilizar fertilizantes y fitosanitarios de síntesis no existirá contaminación del recurso hídrico.

La **evapotranspiración de agua verde** (ETG) de los cultivos se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$ETGi\ (m^3/ha\ y\ mes)=min\ (CRWi;Peff)$$

Donde **CRWi** son las necesidades mensuales de agua de los cultivos (m^3/ha y mes) y **Peff** es la precipitación efectiva (m^3/ha y mes). Finalmente, se obtienen los valores de la ETG anual:

Evapotranspiración de Agua Verde (ETG)
711,4 m³/ha

Análogamente, se procede al cálculo de la **evapotranspiración azul** de los cultivos, a partir de la siguiente ecuación:

$$ETBi\ (m^3/ha\ y\ mes)=max\ (0;CRWi-Peff)$$

Teniendo en cuenta el sistema de riego por goteo, se asume una **eficiencia de riego** del 95%, para el caso del riego por goteo, y del 80%, para el riego por aspersión (según datos de la Water Footprint Network), con lo que los valores de la ETB son:

Evapotranspiración de Agua Azul (ETB)		
Plátano	**Aguacate**	**Mango**
12.820 m³/ha	**12.204,62 m³/ha**	**8.394,78 m³/ha**

La **huella hídrica de cada proceso de cultivo** será, por tanto, la suma de ETG y cada ETB correspondiente:

Huella Hídrica de los procesos de cultivo (ETG+ETB)		
Plátano	**Aguacate**	**Mango**
13.531,40 m³/ha	**12.916,02 m³/ha**	**9,106,18 m³/ha**

Si se tienen en cuenta los **rendimientos** de cada cultivo (44.406 kg/ha para el plátano, 18.000 kg/ha para el aguacate y 15.000 kg/ha para el mango), se determina que los **volúmenes de agua virtual** contenida en los productos finales son:

Volumen de Agua Virtual (V)		
Plátano	**Aguacate**	**Mango**
304,72 m³/Tm	**39,52 m³/Tm**	**47,43 m³/Tm**

Y tomando en consideración el **horizonte temporal** del estudio, es decir, un año (2016):

Huella Hídrica teórica del proceso de cultivo		
Plátano	**Aguacate**	**Mango**
40.594,20 m³/año	**1.549,92 m³/año**	**5.463,71 m³/Tm**

Estos datos se han obtenido aplicando la **metodología** de cálculo de la huella hídrica propuesta por la **Water Footprint Network**, por lo que se puede asumir como "**huella**

hídrica teórica". Una vez analizados los datos facilitados por la explotación, se obtiene la siguiente información:

Cultivo	Plátano	Aguacate	Mango
Número de plantas	4.428	123	401
Dosis de riego (litros por planta y día) en verano (meses de julio agosto y septiembre)	24		
Número de riesgos a la semana (julio, agosto y septiembre)	5		
Dosis de riego (litros por planta y día) en los meses de junio y octubre	18		
Número de riesgos a la semana (junio y octubre)	5		
Dosis de riego (litros por planta y día) en invierno (resto de meses)	18		
Número de riegos a la semana (resto de meses)	0,25		
Dosis de riego (litros por planta y día) en verano (4 meses)		30	30
Número de riegos a la semana (en verano)		4	4
Dosis de riego (litros por planta y día) en invierno (resto de meses)		30	30
Número de riegos a la semana (resto de meses)		0,5	0,5
Gasto total de agua en riego al año (m3)	10.202	295	962
Gasto total de agua en riego por ha (m^3/ha)	3.400,7	2.460	1.604

Estos últimos datos suponen la **huella hídrica azul real** por hectárea de cada cultivo en la finca analizada. Si comparamos esta huella hídrica azul real de todos los cultivos (**7.464,7 m^3/ha**) con la huella hídrica azul teórica de los mismos (**33.419,4 m^3/ha**), se determina un balance de **-77% en consumo de agua azul (riego)**, desglosado de la siguiente manera:

- **Plátano**: Huella hídrica azul real 3.400,7 m^3/ha; Huella hídrica azul teórica 12.820 m^3/ha; Balance **-73%**.
- **Aguacate**: Huella hídrica azul real 2.460 m^3/ha; Huella hídrica azul teórica 12.204,35 m^3/ha; Balance **-79,8%**.
- **Mango**: Huella hídrica azul real 1.604 m^3/ha; Huella hídrica azul teórica 8.394,78 m^3/ha; Balance **-80%**.

Con respecto a **Canarias**, la bibliografía consultada indica un **consumo estimado en platanera por hectárea y año de 12.375 m^3** (Méndez, C.), por lo que si comparamos este dato con la huella hídrica azul real de la platanera, que es el gasto en riego por hectárea al año, se obtiene un balance de **-72%**.

Finalmente, la **huella hídrica real de los procesos de cultivo** será, para cada cultivo, la suma del gasto total de agua en riego anual y la huella hídrica verde anual, calculada a partir de los datos climáticos. Los valores obtenidos aparecen resumidos en la siguiente tabla:

Cultivos	Huella Hídrica teórica del proceso de cultivo	Huella Hídrica real del proceso de cultivo	Balance
Plátano	40.594,2 m³/año	12.336,31 m³/año	- 69,6%
Aguacate	1.549,92 m³/año	380,57 m³/año	- 75%
Mango	5.463,71 m³/año	1.389,24 m³/año	- 74%

Por otro lado, hay que tener en cuenta el gasto de **agua destinada a otros usos**, que en el caso analizado se refiere principalmente al lavado con agua a presión para el control fitosanitario del cultivo, labor que además evita el uso de plaguicidas. Este consumo asciende a unos **6.502,69 m³ al año**, lo que se traduce en los siguientes valores de huella hídrica total (incluyendo los tres cultivos):

Huella Hídrica Total		
11.864,87 m³/ha	305,71 m³/Tm	44.137,3 m³/año

Según datos de la **Water Footprint Network**, a nivel mundial se ha estimado un promedio de huella hídrica para el cultivo del plátano de **790 m³/tonelada**, por lo que se ha determinado, en la finca de estudio, una diferencia de **-81,82%** en la huella hídrica generada para producir una tonelada de plátano. Para el caso del aguacate, el promedio mundial es de **1.981 m³/tonelada**, por lo que se obtiene una diferencia de **-91,11%**. Por último, para el mango, el promedio mundial es de **1.800 m³/tonelada**, lo que arroja una diferencia del **-91,4%** para el caso de estudio.

Si consideramos los promedios mundiales aportados y la producción total obtenida en la explotación, frente al valor real obtenido de huella hídrica por tonelada de producción, se obtiene un balance de **-64,89%**.

10. Conclusiones

Conclusiones para la organización 1

La huella de carbono calculada para la organización 1, estimada a partir de los datos facilitados por la misma, para el año de referencia indicado (2016), es 84,39 toneladas de CO2eq.

Teniendo en cuenta el rendimiento de la explotación, se han estimado 1,1 kg de CO2eq por cada kilogramo de producción.

La huella hídrica calculada, a partir de los datos facilitados por la organización, para el mismo año de referencia, es 25.255,36 m^3 al año.

Si se tiene en cuenta la superficie, la huella hídrica es 11.479,71 m^3/ha. Si se considera la producción, es 441,48 m^3/Tm.

El 1,5% de la huella hídrica corresponde a agua verde, mientras que el 98,5% restante corresponde a agua azul.

Conclusiones para la organización 2

La huella de carbono calculada para la organización 2, estimada a partir de los datos facilitados por la misma, para el año de referencia indicado (2016) es 39,02 toneladas de CO2eq.

Teniendo en cuenta el rendimiento de la explotación, se han estimado 0,260 kg de CO2eq por cada kilogramo de producción.

La huella hídrica calculada, a partir de los datos facilitados por la organización, para el mismo año de referencia, es 34.791,5 m^3 al año.

Si se tiene en cuenta la superficie, la huella hídrica es 13.916,6 m^3/ha. Si se considera la producción, es 234,2 m^3/Tm.

El 1% de la huella hídrica corresponde a agua verde, mientras que el 99% restante corresponde a agua azul.

Conclusiones para la organización 3

La huella de carbono calculada para la organización 3, estimada a partir de los datos facilitados por la misma, para el año de referencia indicado (2016) es 21,85 toneladas de CO2eq.

Teniendo en cuenta el rendimiento de la explotación, se han estimado 0,164 kg de CO2eq por cada kilogramo de producción.

La huella hídrica calculada, a partir de los datos facilitados por la organización, para el mismo año de referencia, es 6.916 m^3 al año.

Si se tiene en cuenta la superficie, la huella hídrica es 5.320 m^3/ha. Si se considera la producción, es 51,15 m^3/Tm.

El 100% de la huella hídrica corresponde a agua azul, por tratarse de un cultivo bajo invernadero.

Conclusiones para la organización 4

La huella de carbono calculada para la organización 4, estimada a partir de los datos facilitados por la misma, para el año de referencia indicado (2016) es 15,57 toneladas de CO2eq.

Teniendo en cuenta el rendimiento de la explotación, se han estimado 0,119 kg de CO2eq por cada kilogramo de producción.

La huella hídrica calculada, a partir de los datos facilitados por la organización, para el mismo año de referencia, es 44.137,32 m^3 al año.

Si se tiene en cuenta la superficie, la huella hídrica es 11.864,87 m^3/ha. Si se considera la producción, es 305,71 m^3/Tm.

El 2% de la huella hídrica corresponde a agua verde, mientras que el 98% restante corresponde a agua azul.

Conclusiones generales

El modelo descrito en este trabajo (SEFEL) aporta un manejo más sostenible de los cultivos, en tanto que supone una menor dependencia de insumos externos destinados a la fertilización, los cuales se sustituyen por recursos de origen local. Estos recursos, además, son considerados, inicialmente, residuos, por lo que su destino sería el transporte, tratamiento y vertido en instalaciones adecuadas para su gestión. El método SEFEL permite su transformación en un recurso agrícola de gran interés, por su modo de actuación una vez que se comienzan a realizar las aplicaciones, posibilitando la recuperación y regeneración de los suelos y permitiendo una adecuada fertilización de los cultivos que en ellos se desarrollan.

Por otro lado, la adecuada y equilibrada fertilización permite que los cultivos puedan potenciar sus propias defensas naturales, evitando tratamientos fitosanitarios, que quedan reducidos a lavados con agua a presión.

Estos dos aspectos suponen un ahorro de emisiones de gases de efecto, por un lado, por evitar el tratamiento de los residuos en gestor autorizado, y por otro, por evitar la utilización de insumos externos para fertilización y tratamientos fitosanitarios.

El siguiente cuadro descriptivo determina el total de kg CO_2 equivalente (emisiones generadas) con la aplicación de ciertos fertilizantes en cultivos, a razón de 100 kilogramos de cada uno de ellos, a modo estimativo. Se determinan así las emisiones generadas para una misma cantidad de cada fertilizante. Se tienen en cuenta los porcentajes de nitrógeno por aporte de cada uno de ellos y se segregan las emisiones directas y las emisiones indirectas.

FERTILIZANTES SINTÉTICOS NITROGENADOS				
Fertilizante	**Cantidad (kg)**	**%N (por defecto)**	**Kg CO_2 eq (segregado)**	**TOTAL kg CO_2 eq**
Urea	100	46,00%	**215,41 Kg CO_2 eq** (emisiones directas de N_2O). **73,33 Kg CO_2 eq** (emisiones directas de CO_2). **70,01 Kg CO_2 eq** (emisiones indirectas de N_2O).	358,75 Kg CO_2 eq
Nitrosulfato amónico	100	26,00%	**121,75 Kg CO_2 eq** (emisiones directas de N_2O). **39,57 Kg CO_2 eq** (emisiones indirectas de N_2O).	161,32 Kg CO_2 eq
Nitrato Amónico Cálcico	100	27,00%	**126,44 Kg CO_2 eq** (emisones directas de N_2O). **126,44 Kg CO_2 eq** (emisones indirectas de N_2O).	167,53 Kg CO_2 eq
Soluciones nitrogenadas	100	32,00%	**149,85 Kg CO_2 eq** (emisones directas de N_2O). **48,70 Kg CO_2 eq** (emisiones indirectas de N_2O).	198,55 Kg CO_2 eq
Sulfato amónico	100	21,00%	**98,34 Kg CO_2 eq** (emisiones directas de N_2O). **31,96 Kg CO_2 eq** (emisiones indirectas de N_2O).	130,30 Kg CO_2 eq

Fuente: Elaboración propia a través de datos estimados por aplicación de fertilizantes del MAPAMA.

La siguiente tabla determina el total de kg CO_2 equivalente (emisiones generadas) con la aplicación de SEFEL en fertilización de cultivos, a razón de 100 kilogramos, a modo estimativo, donde se observa la menor generación de emisiones de GEI´s con respecto al empleo de la fertilización sintética. Se tiene en cuenta el porcentaje de nitrógeno por aporte.

SEFEL (SISTEMA ELABORACIÓN FERTILIZANTES ECOLÓGICOS LÍQUIDOS).				
Fertilizante	**Cantidad (kg)**	**%N (por defecto)**	**FACTOR DE EMISIÓN (POR DEFECTO)**	**TOTAL kg CO2 eq**
SEFEL	100	0,70%	0,010	3,28 Kg CO2 eq.

Fuente: Elaboración propia a través de datos de aporte de Nitrógeno del SEFEL. IPNA-CSIC.

Datos de fertilización recomendada en cultivos convencionales frente a datos de fertilización con aplicación de SEFEL, aplicados a cultivos de platanera:

Nutrientes	Aplicación g/planta/año. Cultivo convencional.	Aplicación g/planta/año. Cultivo con Sefel.
N	278	50
P_2O_5	105	1
K_2O	396	80
CaO	109	4

Fuente: **Departamento de "Fertilidad de suelos y nutrición vegetal" del IPNA-CSIC.**

La anterior tabla muestra una comparativa en la aplicación de nutrientes y la necesidad de los mismos en una relación de g/planta/año, comparando las necesidades del cultivo "convencional" para platanera, con un cultivo más eficiente y sostenible a través del uso del SEFEL, donde se observa menores requerimientos por parte de la planta.

Datos de fertilización recomendada en cultivos convencionales frente a datos de fertilización con aplicación de SEFEL, aplicados a cultivos de papaya:

Nutrientes	Aplicación g/planta/año. Cultivo convencional.	Aplicación g/planta/año. Cultivo con Sefel.
N	221,2	221,2
P_2O_5	61,3	61,3
K_2O	331,4	331,4
CaO	66,5	66,5

Fuente: **Departamento de "Fertilidad de suelos y nutrición vegetal" del IPNA-CSIC.**

La anterior tabla muestra una comparativa en la aplicación de nutrientes y la necesidad de los mismos en una relación de g/planta/año, comparando las necesidades del cultivo "convencional" para papaya, con un cultivo más eficiente y sostenible a través del uso del Sefel, donde se observa la misma aplicación de nutrientes y donde las productividades generadas para ambas aplicaciones son similares.

11.- Propuestas de mejora continua

- Completar estudios para proceder al registro de la huella de carbono en el MAPAMA-METECO.
- Completar análisis del ciclo de vida para una mejora del comportamiento ambiental de las organizaciones.
- Incorporar estrategias de sostenibilidad en el manejo habitual de los cultivos, para medir la eficiencia en la gestión de los recursos naturales.
- Diseñar un cuaderno de campo integrado que incluya los datos específicos de materiales y actividades llevados a cabo en las parcelas, de tal manera que permitan facilitar el seguimiento y la localización de la información utilizada para los cálculos de huella de carbono e hídrica.
- Establecer mecanismos de gestión de la documentación necesaria para la verificación de los datos utilizados en los estudios.
- Fomentar la transferencia de conocimientos y datos entre entidades públicas y privadas y privadas entre sí.
- Mejorar la colaboración entre los agentes implicados en el programa para el reporte de la información necesaria para los inventarios de emisiones en el sector.
- Fortalecimiento del manejo de cultivos con el método SEFEL como estrategia de mejora del desempeño ambiental del sector en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero emitidas por los procesos productivos.
- Optimizar las rutas de transporte utilizadas, tanto de materiales como de trabajadores.
- Potenciar la utilización de energías renovables y fomentar la eficiencia energética.
- Fomentar la capacitación en técnicas de manejo sostenible del suelo y del riego.
- Estudiar las posibilidades de captación de recursos hídricos alternativos.

12.- Bibliografía / Webgrafía

Decisión de la Comisión de 18 de julio de 2007 por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo**:**

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A32007D0589

https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2015/articulos/la-agricultura-y-el-cambio-climatico
http://www.fao.org/3/a-i7175s.pdf
http://www.fao.org/climate-change/es/
http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/169
https://www.agroecologia.net/recursos/proyectos/informes/2004-07/AE%20frente%20AC%20aporte%20calentamiento%20global%20JLPorcuna%2021.06.05.pdf
http://www.tierra-fertil.es/wp-content/uploads/2015/11/Camibo-clim%C3%A1tico-y-Agricultura-Ecologica-ICIA-Islas-Canarias-MC-Jaizme-Vega.pdf
http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/es/

http://concepto.de/cambio-climatico/#ixzz57GfYGbkk
http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/169/150
https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2015/articulos/el-suelo-y-el-cambio-climatico
http://www.fao.org/agroecology/database/detail/es/c/454182/
https://www.eea.europa.eu/es/articles/el-agua-en-la-agricultura

FANEGADA
MEDIO AMBIENTE

Asistencia técnica:

Fanegada Medio Ambiente SC.

Ibán López Hernández
Bruno Barreto Martín

fanegadamedioambiente@gmail.com
646.303.774 – 645.655.996

FANEGADA
MEDIO AMBIENTE

El presente documento se ha impreso con papel reciclado bajo estándares de calidad y sostenibilidad

PEFC FSC

IPNA CSIC

CSIC