



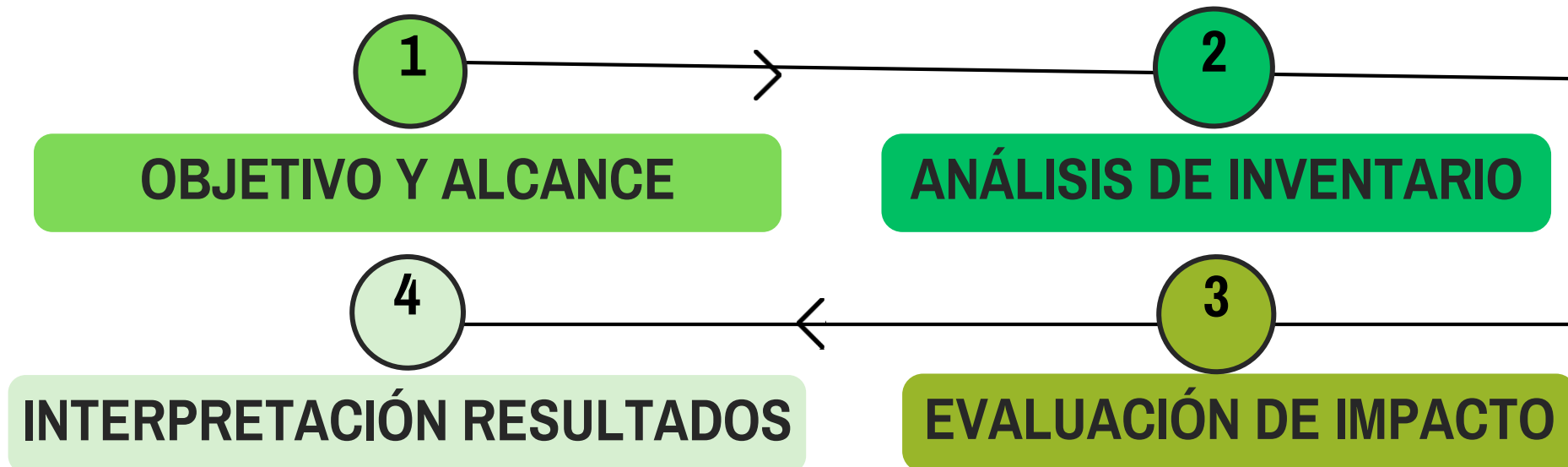
# Equipo de Bioeconomía: Análisis Ambiental

*Begoña García Castellanos*



## Análisis ambiental (ACV): ISO 14040-14044

Metodología de evaluación ambiental estudia el ciclo de vida de cualquier proceso productivo para **cuantificar los impactos ambientales** potenciales generados e **identificar que elementos contribuyen** en mayor medida a los mismos.



Se basa en la recopilación de entradas y salidas del sistema

Formular estrategias que permitan reducir impactos ambientales

**17 categorías de impacto:** disminución de recursos abióticos (DA); disminución de los recursos abióticos; combustibles fósiles (DACF); calentamiento global (CG); disminución de la capa de ozono (DCO); toxicidad humana (TH); ecotoxicidad acuática de aguas continentales (TAC); ecotoxicidad acuática de agua marina (TAM); ecotoxicidad terrestre (ET); oxidación fotoquímica (OF); acidificación (A); eutrofización (E)

...

# METODOLOGÍA: Análisis de ciclo de vida

+¿Qué es eso del ciclo de vida?

-La visión holística del ACV

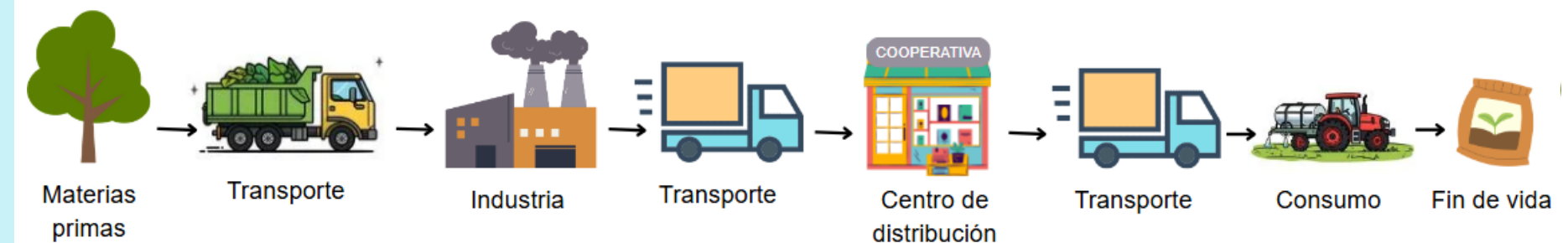
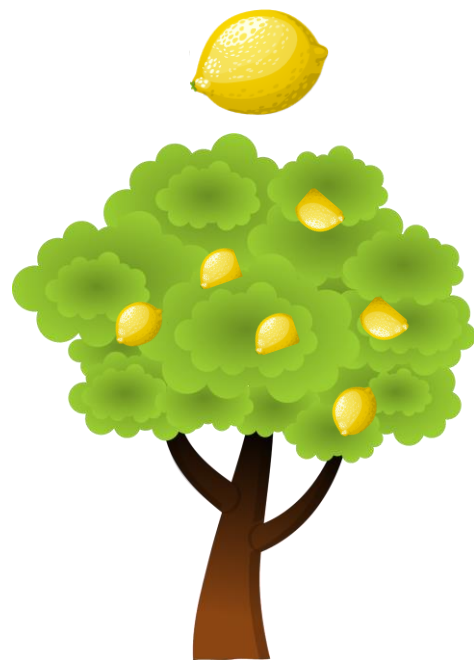
El ACV es un proceso holístico porque considera todas las etapas y elementos necesarios para producir un producto, desde la extracción de materias primas hasta su fin de vida.

En el caso de un cultivo de limón, un ACV no solo analiza el limón como producto final, sino también todos procesos que hacen posible su producción.

**Fertilizantes y fitosanitarios (todo su ciclo de vida):**  
materias primas y extracción > transporte materias a industria de síntesis > síntesis en industria y envasado > transporte a lugares de consumo (explotación agraria) > consumo: emisiones de aplicación a campo > fin de vida: gestión de envase

**Combustible (su ciclo de vida)**

...





1

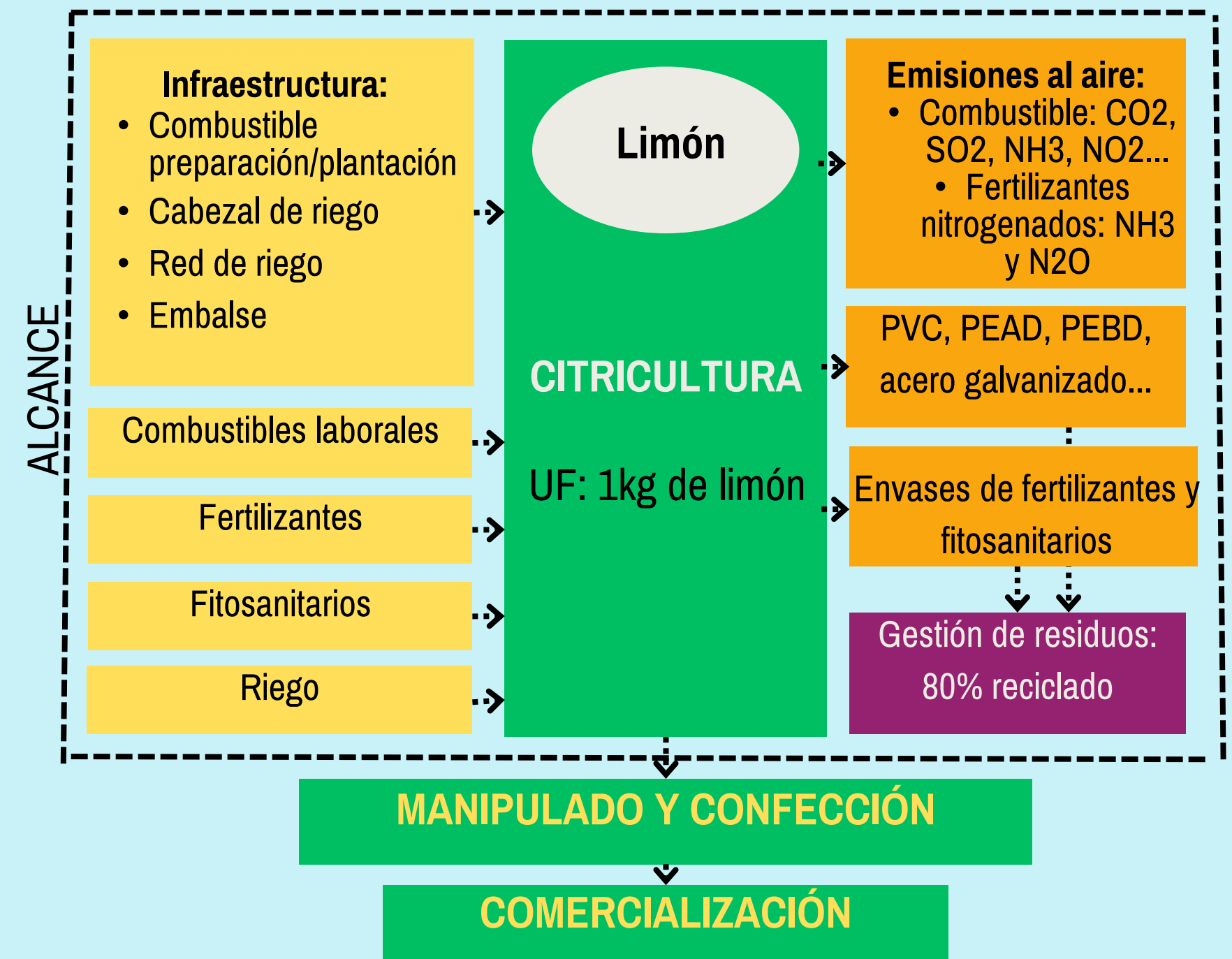
## OBJETIVO Y ALCANCE

Define el objetivo y el uso previsto del estudio, así como el alcance de acuerdo con los límites del sistema que se va a analizar.

Se establece la unidad funcional (UF): unidad a la que se va a referenciar todo el análisis (las entradas y salidas y los resultados).

La UF mas común en los análisis agrarios es la el **kg**.

Evaluar ambientalmente mediante ACV la fase de cultivo de limón





2

## ANÁLISIS DE INVENTARIO

Es la recopilación y cuantificación de las (entradas) inputs y salidas (outputs) del sistema durante su ciclo de vida

Datos 1er plano:  
Mis datos primarios

	Fino organic	Verna organic
<b>INFRASTRUCTURE</b>		
<b>Preparation and Planting</b>		
Diesel (g·kg <sup>-1</sup> )	0.2382	0.2725
Lubricant oil (g·kg <sup>-1</sup> )	0.0003	0.0003
Manure (kg·kg <sup>-1</sup> )	0.1338	0.1321
Local transportation (kg·km·kg <sup>-1</sup> )	0.0067	6.6043
<b>Irrigation reservoir</b>		
Diesel (g·kg <sup>-1</sup> )	0.3906	0.5361
Lubricant oil (g·kg <sup>-1</sup> )	0.0004	0.0006
HDPE sheet (g·kg <sup>-1</sup> )	0.1338	0.1837
Local transportation (kg·km·kg <sup>-1</sup> )	0.0067	0.0092
<b>Irrigation equipment</b>		
Iron (mg·kg <sup>-1</sup> )	9.6317	13.2219
Steel (mg·kg <sup>-1</sup> )	0.9632	1.3222
Copper (mg·kg <sup>-1</sup> )	2.8895	3.9666
Brass (mg·kg <sup>-1</sup> )	0.1926	0.2644
PVC pipe (mg·kg <sup>-1</sup> )	7.7053	10.5775
LDPE pipe (mg·kg <sup>-1</sup> )	0.3853	0.5289
Polyamide (mg·kg <sup>-1</sup> )	0.5779	0.7933
HDPE tanks (mg·kg <sup>-1</sup> )	8.6685	11.8997
Local transportation (kg·km·kg <sup>-1</sup> )	0.0016	0.0021
<b>Irrigation network</b>		
LDPE (g·kg <sup>-1</sup> )	0.4986	0.6845
Local transportation (kg·km·kg <sup>-1</sup> )	0.0249	0.0342
<b>Weed control mat</b>		
Polypropylene (g·kg <sup>-1</sup> )	0.4883	0.5586
Local transportation (kg·km·kg <sup>-1</sup> )	0.0244	0.0279
<b>SUPPLIES</b>		
<b>Agricultural machinery</b>		
Diesel (g·kg <sup>-1</sup> )	2.6809	3.4988
Lubricant oil (g·kg <sup>-1</sup> )	0.0029	0.0038
<b>Fertilizers</b>		
Organic liquid fertilizer (2-4-6) (g K <sub>2</sub> O·kg <sup>-1</sup> )	0.0789	0.0000
Organic liquid fertilizer (7% MgO) (g·kg <sup>-1</sup> )	1.8932	2.5989
Organic liquid fertilizer (8-0-0) (g N·kg <sup>-1</sup> )	1.2053	1.6365
Organic liquid fertilizer (6% CaO) (g·kg <sup>-1</sup> )	6.5736	9.0240
Organic liquid fertilizer (0.8-10-0) (g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ·kg <sup>-1</sup> )	0.2998	0.4115
Organic liquid fertilizer (2-0-4) (l·kg <sup>-1</sup> )	0.2104	0.2888
Local transportation (kg·km·kg <sup>-1</sup> )	1.6552	2.1820
Manure (1.48-0.56-2.35) (g N·kg <sup>-1</sup> )	1.7106	1.9549
Local transportation (kg·km·kg <sup>-1</sup> )	5.7790	6.6043
<b>Phytosanitary products</b>		
Insects production (kWh·kg <sup>-1</sup> )	0.0038	0.0035
LDPE Diffusers (g·kg <sup>-1</sup> )	0.0207	0.0388
Local transportation (kg·km·kg <sup>-1</sup> )	0.0010	0.0019
Paraffin oil (83%) (g·kg <sup>-1</sup> )	1.3095	1.7976
Local transportation (kg·km·kg <sup>-1</sup> )	0.0920	0.1263
<b>Irrigation</b>		
Electricity (kWh·kg <sup>-1</sup> )	0.2047	0.2537

Datos 2º plano:  
Bases de datos (BBDD)

BBDD con las entradas/salidas que se emplean para simular el sistema analizado en el ICV. Están formadas por datos de muy diversos materiales y procesos, generalmente agrupados según la fase del ciclo de vida

Ecoinvent, Agribalyse, Agri-footprint....



3

## EVALUACIÓN DE IMPACTO

Determinar la magnitud y significancia de los impactos ambientales potenciales

**Metodología de evaluación** para transformar los datos de inventario en **resultados ambientales** (factores de caracterización)

-ReCiPe  
-CML Baseline  
-EF Method (Environmental Footprint)/PEF  
-ILCD (International Reference Life Cycle Data System)  
(...)

**CML Baseline-11 categorías de impacto:** disminución de recursos abióticos (DA); disminución de los recursos abióticos; combustibles fósiles (DACF); calentamiento global (CG); disminución de la capa de ozono (DCO); toxicidad humana (TH); ecotoxicidad acuática de aguas continentales (TAC); ecotoxicidad acuática de agua marina (TAM); ecotoxicidad terrestre (ET); oxidación fotoquímica (OF); acidificación (A); eutrofización (E)

Herramienta ejecución (software):  
**Simapro 10.3**

**Diferencias:** Categorías de impacto contempladas y factores de caracterización

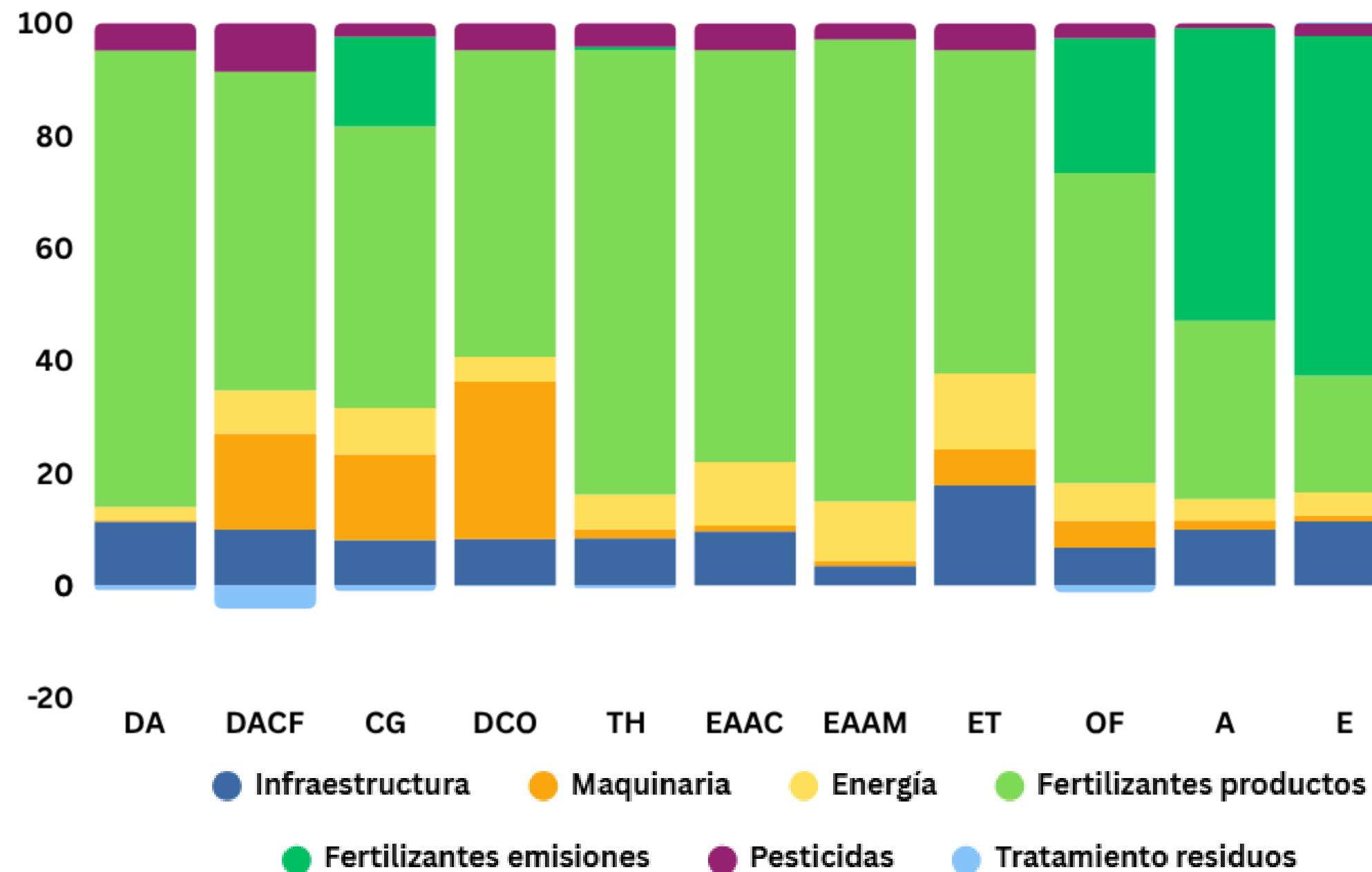
# RESULTADOS: Análisis ambiental



Se realizan dos tipos de análisis:

- El **análisis de contribución** permite analizar el impacto ambiental de cada componente del sistema analizado
- El **análisis e interpretación del valor absoluto de las categorías de impacto** permite comparar el producto analizado con el de otras áreas e incluso con otros productos diferentes

## Fino Convencional



### A. CONTRIBUCIÓN FINO CONV:

Contribuciones globales (%)

- Infraestructura: **9,56**
- Maquinaria: **7,18**
- Energía: **7,23**
- Fertilizantes productos: **58,84**
- Fertilizantes emisiones: **13,94**
- Pesticidas: **3,99**
- Tratamiento residuos: **-0,73**

# RESULTADOS: Análisis ambiental



## Se realizan dos tipos de análisis:

- El **análisis de contribución** permite analizar el impacto ambiental de cada componente del sistema analizado
- El **análisis e interpretación del valor absoluto de las categorías de impacto** permite comparar el producto analizado con el de otras áreas e incluso con otros productos diferentes

Categoría de impacto	Fino convencional	Verna convencional
AD (kg Sb-eq)	6.89E-07	8.81E-07
ADFF (MJ)	7.73E-01	1.01E+00
<b>GW (kg CO2-eq)</b>	<b>6.30E-02</b>	<b>8.10E-02</b>
OLD (kg CFC-11-eq)	6.48E-09	8.60E-09
HT (kg 1,4-DB-eq)	4.64E-02	5.87E-02
FWAE (kg 1,4-DB-eq)	2.21E-02	2.81E-02
MAE (kg 1,4-DB-eq)	8.31E+01	1.06E+02
TE (kg 1,4-DB-eq)	1.79E-04	2.30E-04
PO (kg C2H4-eq)	2.12E-05	2.70E-05
A (kg SO2-eq)	1.02E-03	1.28E-03
E (kg PO4-eq)	2.17E-04	2.73E-04

### A. VALOR ABSOLUTO FINO y VERNA CONVENCIONAL:

Rango ACV cítricos convencional  
**Calentamiento Global:  $0,93 \times 10^{-2}$  -  $3,00 \times 10^{-1}$  kg CO2-eq** (Beccali et al., 2009; Pergola et al., 2013; Martín-Górriz et al., 2021; Cabot et al., 2023)

# PUBLICACIONES Y LIBROS: ambiental



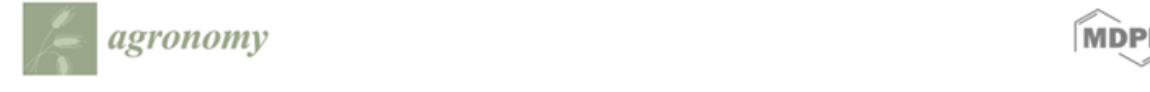
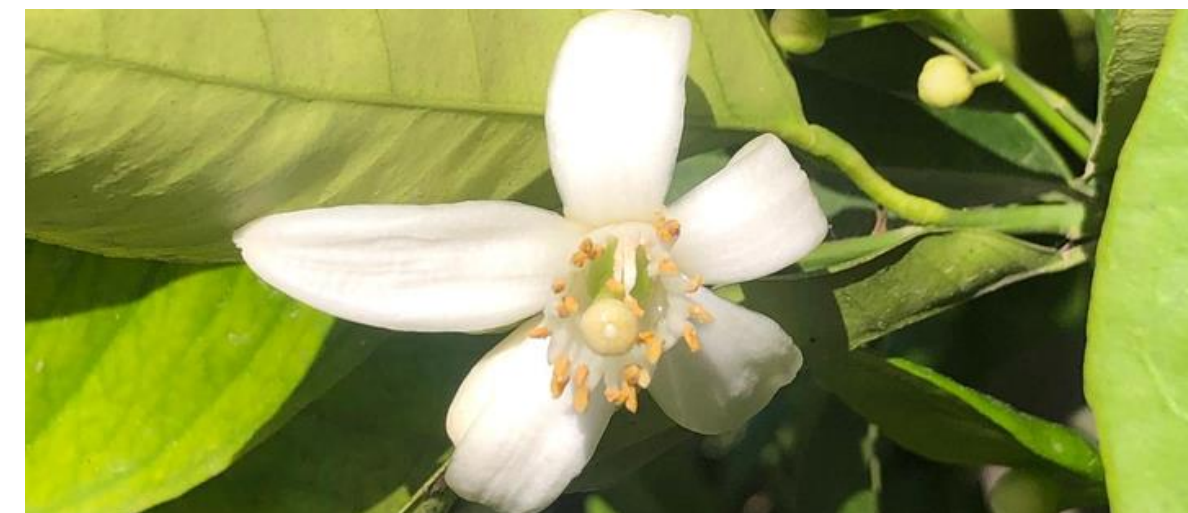
## Article Economic and Environmental Assessment of Conventional Lemon Cultivation: The Case of Southeastern Spain

Begoña García Castellanos\*, Benjamin García García and José García García

Department of Bioeconomy, Water and Environment, Murcian Institute for Agricultural and Environmental Research and Development (IMIDA), 30150 Murcia, Spain; jose.garcia21@carm.es (J.G.G.)  
\* Correspondence: begona.garcia5@carm.es

**Abstract:** Spain is the world's leading producer and exporter of fresh lemons, with production concentrated in the southeast. The significance of this region in lemon production and the impact of agriculture on the economy and environment make optimizing lemon cultivation crucial. The main production models of lemon in Southeastern Spain (conventional Fino and Verna) are established and evaluated economically and environmentally through life cycle costing (LCC) and life cycle assessment (LCA). Both models have a similar cost structure, with variable costs (94% of the total) being the most significant, particularly labor and irrigation, followed by fertilizers and pest control. The key difference is in productivity; Verna has a higher unit cost due to lower productivity. As in LCC, in LCA the contributions of the components to the impacts of the models are very similar due to the similarities in the production models. However, Fino shows lower absolute values due to higher productivity. Fertilizers are the component with the highest contributions to the impacts, specifically their manufacture. For global warming, low values were obtained: 0.063 and 0.081 kg CO<sub>2</sub>-eq·kg<sup>-1</sup> for Fino and Verna, respectively, which may result from diverse factors: high productivity, low pesticide and machinery use, and low nitrous oxide emissions because of aridity. Additionally, a sensitivity analysis was performed on the origin of water sources and calculation methods of pesticide emissions.

## Análisis económico y ambiental del cultivo convencional de limón Fino y Verna (2024)



## Article Economic and Environmental Assessment of Organic Lemon cultivation: The Case of Southeastern Spain

Begoña García Castellanos\*, Benjamín García García and José García García

Department of Bioeconomy, Water and Environment, Murcian Institute for Agricultural and Environmental Research and Development (IMIDA), 30150 Murcia, Spain  
\* Correspondence: begona.garcia5@carm.es

**Abstract:** Spain is the world's leading producer of organic fresh lemons, with production concentrated in the southeast. Given the relevance of this region in lemon production and the role of organic agriculture in sustainable development, this study establishes the main organic lemon production models in Southeastern Spain (Fino and Verna) and evaluates them economically and environmentally through life cycle costing (LCC) and life cycle assessment (LCA). Both models have a similar cost structure, with labor and fertilization being the most significant costs. Verna presents higher unit cost due to lower productivity and the higher costs of organic fertilization and biotechnological pest control. In LCA, the contributions of the components to the impacts of the organic models are very similar, due to the similarities in the production models. These contributions also resemble those in conventional management systems, with fertilizers being the largest contributor to impacts. Organic systems generally show lower absolute values than conventional, mainly because of the use of organic fertilizers. Fino shows lower values than Verna, driven by higher productivity. For global warming, low values were obtained: 0.053 and 0.068 kg CO<sub>2</sub>-eq·kg<sup>-1</sup> for Fino and Verna, respectively. Additionally, a sensitivity analysis was performed, introducing variability in non-fresh marketable yields and considering the avoidance of synthetic fertilizers.

## Análisis económico y ambiental del cultivo ecológico de limón Fino y Verna (2025)



## Evaluación Socioeconómica y Ambiental de la Cadena Vitivinícola Destinada a V.C.P.R.D. en la Región de Murcia 2014-2020

## Manual de Buenas Prácticas para el Cultivo de la Viña en la Región de Murcia 2014-2024





## PROYECTOS Y CONTRATOS

- **Proyecto Nacional UPGRAPE: prácticas sostenibles en viñedo**
- **Proyecto PRIMA DREAM: prácticas sostenibles en peral/manzano**
  - **Proyecto FEDER AGRO UP: Equipo de Bioeconomía**
- **Proyecto FEDER GLOBAL GROWTH: Equipo de acuicultura**
  - **Proyecto LIFE Rural Power: Agrovoltaica**
  - **Contrato ALLIMPO: Cadena del limón en fresco**
    - **Contratos OPFH's (6 contratos)**
  - **Asistencia técnica D.G. Desarrollo Rural PEPAC**
  - **Colaboración varios proyectos IVIA: Fertirriego**

## LÍNEAS DE TRABAJO

- **Evaluación de la sostenibilidad de diversos cultivos**
- **Valorización de residuos agroganaderos: compostaje**
  - **Estrategias de aplicación de fertilizantes orgánicos**
  - **Modelos bioeconómicos de especies de acuicultura**
  - **Estrategias de optimización de riego y fertilización**
- **Justificación técnico-económica de medidas del PEPAC**
  - **Manejo de cultivos con aguas de diferente origen**

# Muchas gracias

EQUIPO DE  
BIOECONOMÍA



**García García, Jose**

✉ jose.garcía21@carm.es

☎ 968366753



**Martínez Romero, Cristino**

✉ cristino.martinez@carn.es

☎ 968366799



**García Castellanos, Begoña**

✉ begona.garcia5@carm.es

☎ 968366754



**Egea Clemente, Felipe**

✉ felip.fe18@gmail.com

☎ 655870194

