

# La dependencia de factores locales en ICV agrícolas.

Caso de estudio en manzanales ecológicos e  
integrados en Nueva Zelanda

**Llorenç Milà i Canals**

Dirección actual:

ESCi, Pg Pujades 1, 08003 Barcelona

[llorenc.mila@admi.esci.es](mailto:llorenc.mila@admi.esci.es)

## ➤ **Justificación de la discusión:**

- ACV como herramienta para la toma de decisiones en sistemas industriales
- Características de los sistemas industriales vs agrícolas

## ➤ **Dependencia de los resultados del ACV de factores locales**

- Tratamiento de los datos para analizar la influencia de factores locales
- Resultados del estudio de manzanales en Nueva Zelanda
- Factores locales que influyen los resultados

## ➤ **Consecuencias para la elaboración de ACV agrícolas**

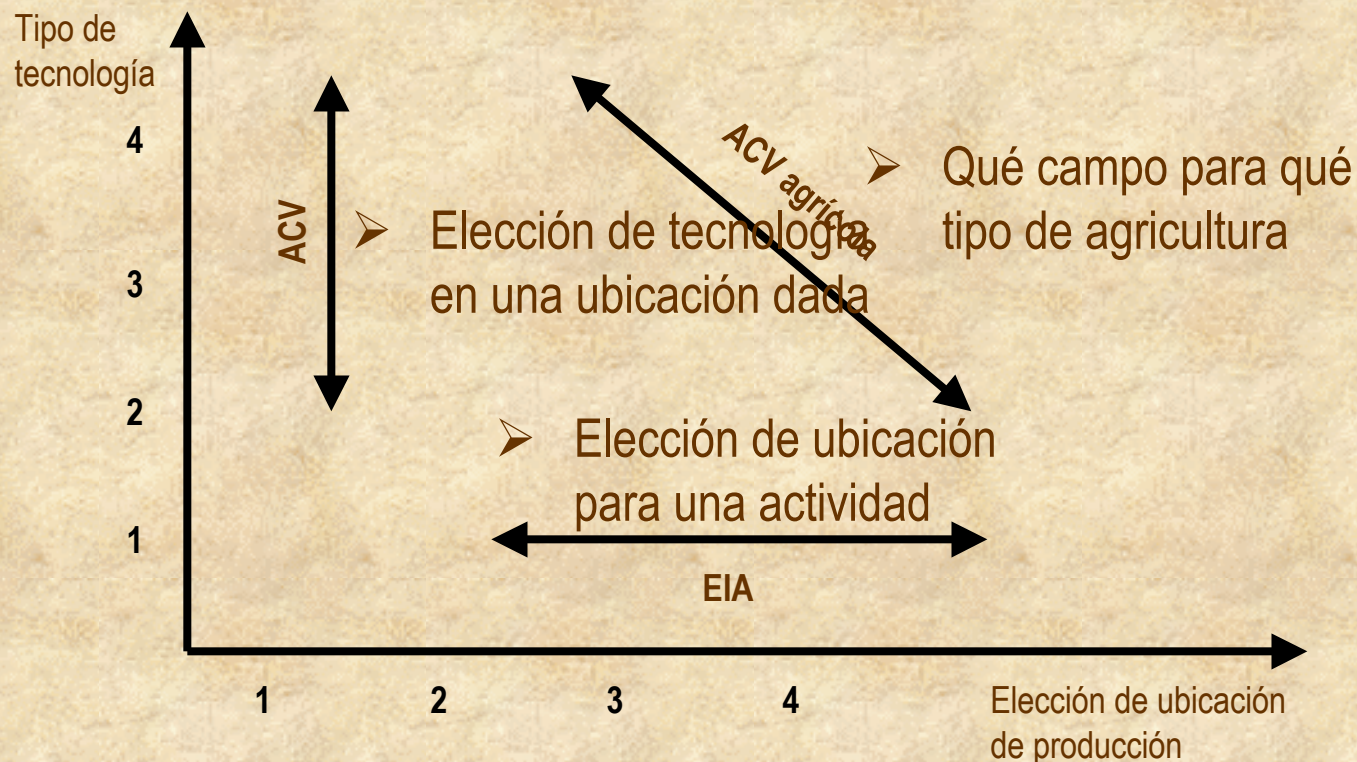
- Fuentes para la obtención de datos
- Desarrollo de modelos representativos

## Método independiente del sitio para análisis ambiental de sistemas industriales

- Primeros estudios: REPA (*Resource and Environmental Profile Analysis*) para el análisis de envases
- Características de los sistemas industriales
  - Límites bien definidos
  - Impactos independientes del sitio de producción
    - Energía: efecto invernadero, lluvia ácida, agotamiento de recursos, etc.
    - Materiales: agotamiento de recursos
  - Relativamente independientes del sitio por la inversión en infraestructuras
- Métodos independientes del sitio
  - LCI: genérico
  - LCIA: independiente, impactos globales, etc.
- Factor principal de comparación: tecnología

- Multi-funcionales: dificultad de elección de unidad funcional
- Límites poco claros del sistema : emisiones del campo
- Sistemas dependientes del sitio
  - Lugar de producción elegido en función de características físicas: suelo + clima
  - Otros factores: técnicas de producción
- Principales impactos ambientales
  - Emisiones de la energía + emisiones en el campo + uso del suelo
  - Dependen de la tecnología y de los factores locales
- Factores de comparación: tecnología Y factores locales

# ¿Qué tipo de decisión está apoyando el estudio?



Adaptado de S. J. Cowell. 1998. *Environmental Life Cycle Assessment of Agricultural Systems: Integration into Decision-Making*. PhD Thesis. University of Surrey (UK).

# Objetivos del ACV de producción de manzanas en Nueva Zelanda

## HortResearch

- **Detectar los puntos de la producción de manzanas más problemáticos para el medio ambiente en función de:**
  - Tecnología: IFP y OFP
  - Región: *Hawke's Bay* (HB) y *Central Otago* (CO)
- **Analizar otros factores más locales que afectan el balance ambiental**
  - Técnica del productor: cómo se aplica la tecnología
  - Condiciones físicas del sitio: suelo, clima
- **Proponer opciones de mejora ambiental de la producción**
- **(NO la comparación de sistemas integrados y ecológicos)**

# Factores locales considerados para el Inventario de Ciclo de Vida (ICV) en la fase de producción

## ➤ Características locales (suelo, clima):

- Tipos de suelo (cálculo de emisiones de pesticidas)
- Efectos de la temperatura en las emisiones de nutrientes
- Pluviosidad (emisiones de pesticidas)
- Existencia (o no) de setos paravientos
- Forma del campo y pendiente
- ...

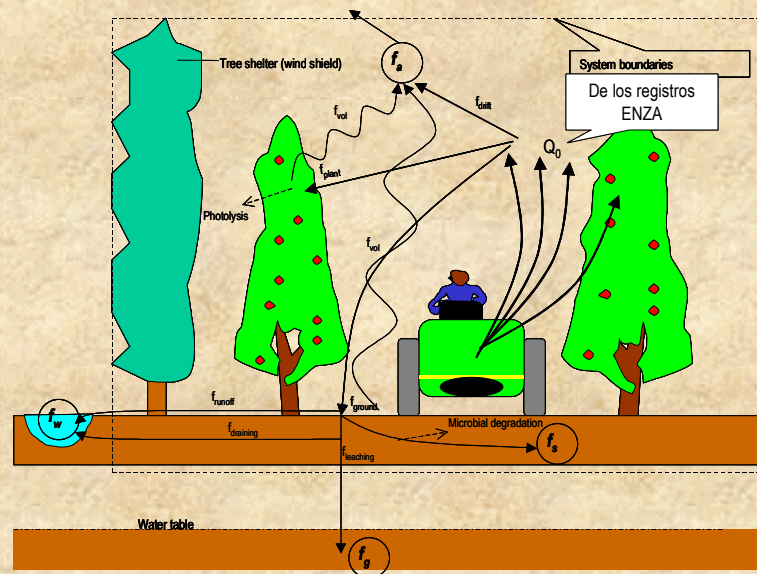
## ➤ Hábitos de los productores (técnica):

- Duración de las operaciones mecanizadas
- Tipo de maquinaria utilizada (potencias, etc.)
- Aplicación de pesticidas a distintas concentraciones
- ...

# Consideración de factores locales en las emisiones de pesticidas

## Dependencia de factores locales

- **Deriva en el aire ( $f_{\text{drift}}$ ):**
  - Momento de aplicación (follaje)
  - Forma del campo
- **Deposición en el suelo ( $f_{\text{ground}}$ ):**
  - Momento de aplicación (follaje)
  - Concentración del spray
- **Deposición en la planta ( $f_{\text{plant}}$ ):**
  - Momento de aplicación (follaje)
  - Concentración del spray
- **Lixiviada ( $f_{\text{leaching}}$ ):**
  - Técnica de irrigación
  - Textura y materia orgánica del suelo
  - Pluviosidad (momento de aplicación)



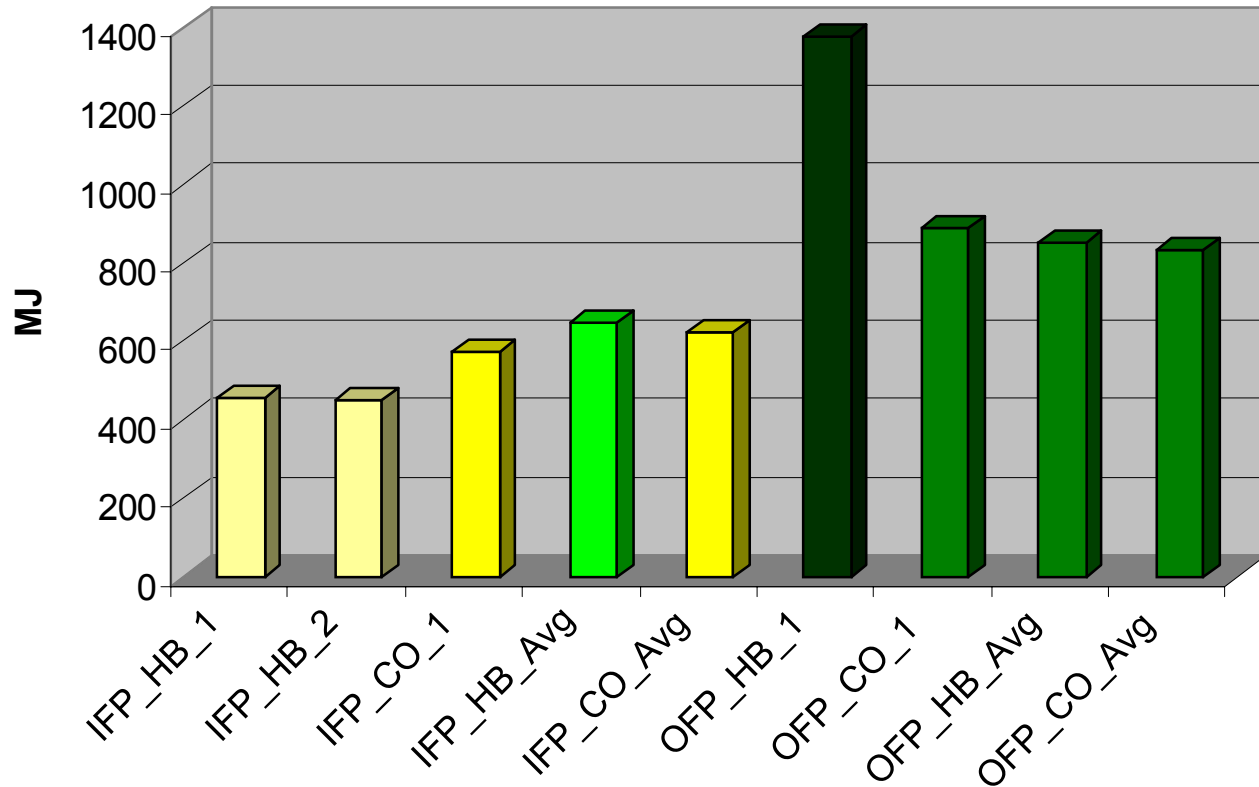
## Dependencia de la sustancia

- **Lixiviada ( $f_{\text{leaching}}$ ):**
  - Solubilidad,  $K_{\text{OW}}$  del pesticida
- **Volatilizada ( $f_{\text{vol}}$ ):**
  - Presión de vapor
  - Vida media en aire/suelo
- **Degradada / Fotolizada ( $f_{\text{degradation}}$ ,  $f_{\text{photolysis}}$ ):**
  - Vida media en aire/suelo

# Tratamiento de los resultados del ACV de producción de manzanas en Nueva Zelanda

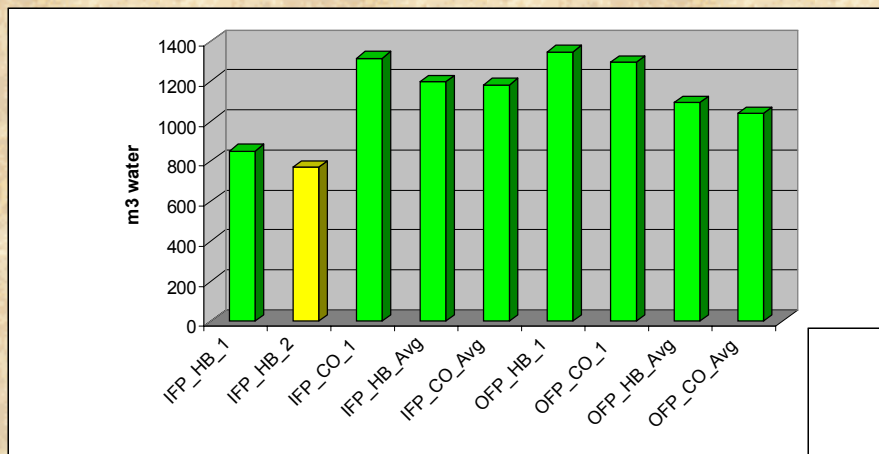
- **Análisis de gravedad y error:**
  - **Márgenes de incertidumbre** para distintas categorías de impacto ambiental
- **Análisis de la contribución:**
  - **Aspectos ambientales críticos** de la producción de manzanas
  - **Influencia de los factores locales** en los resultados del ACV
- **Análisis de la varianza (*anova*):**
  - **Discriminación de la influencia** de los factores “tecnología” y “región” en los resultados **respecto los factores locales**

# Influencia de factores locales en el consumo de energía



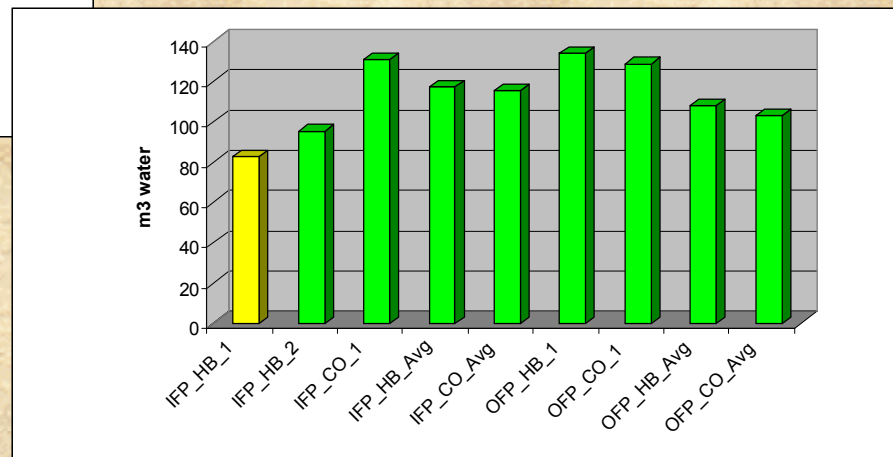
- Se observan **consumos de energía muy distintos en los diversos manzanales**

# Influencia de factores locales en los impactos ambientales de la energía “inherente”



Toxicidad Ecológica por Agua (aguda)

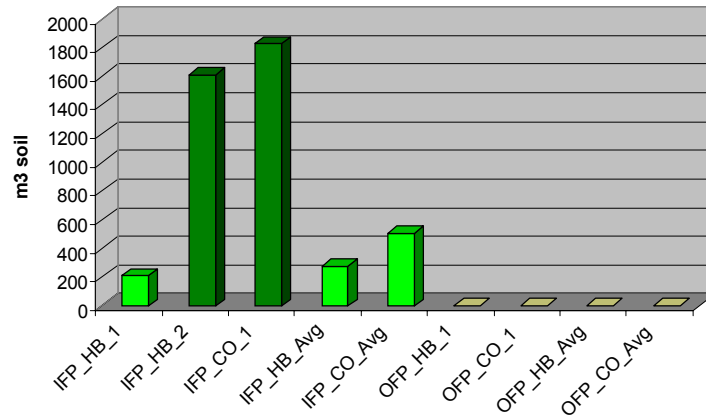
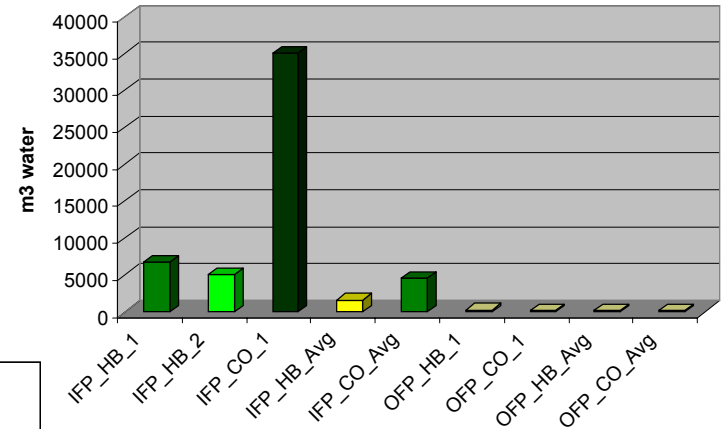
Toxicidad Ecológica por Agua (crónica)



- Efecto mayor del “contexto de producción” (agricultura muy mecanizada) sobre estos impactos que los factores locales

# Los factores locales en la toxicidad humana

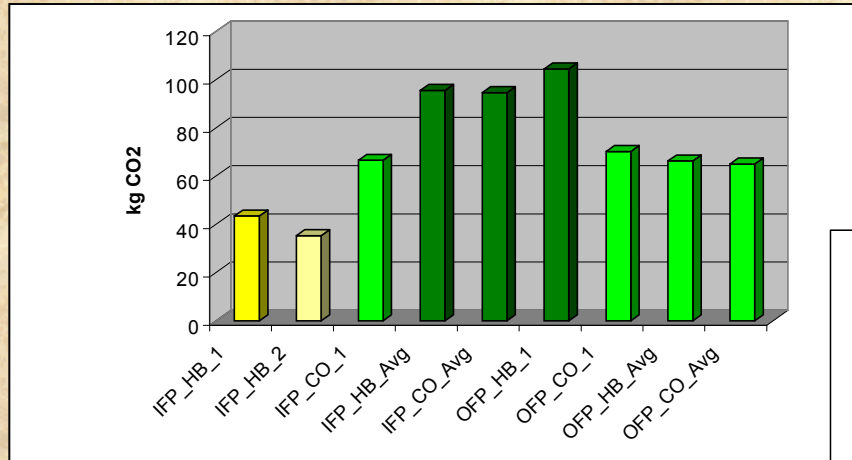
## Toxicidad Humana por Agua



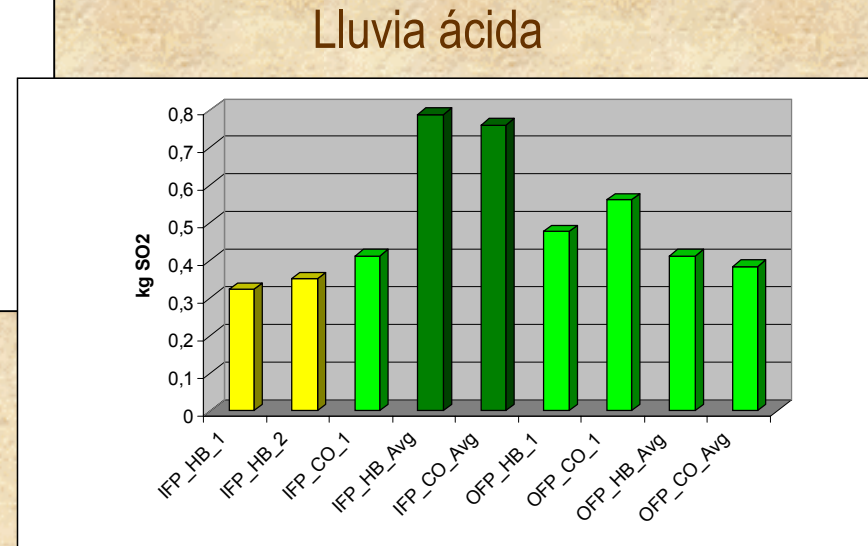
## Toxicidad Humana por Suelo

- Importantes diferencias entre sitios: **dependencia de factores locales** tal como el suelo, sustancias utilizadas, pluviosidad...

# Aspectos que determinan el efecto invernadero y la lluvia ácida



Efecto invernadero



Lluvia ácida

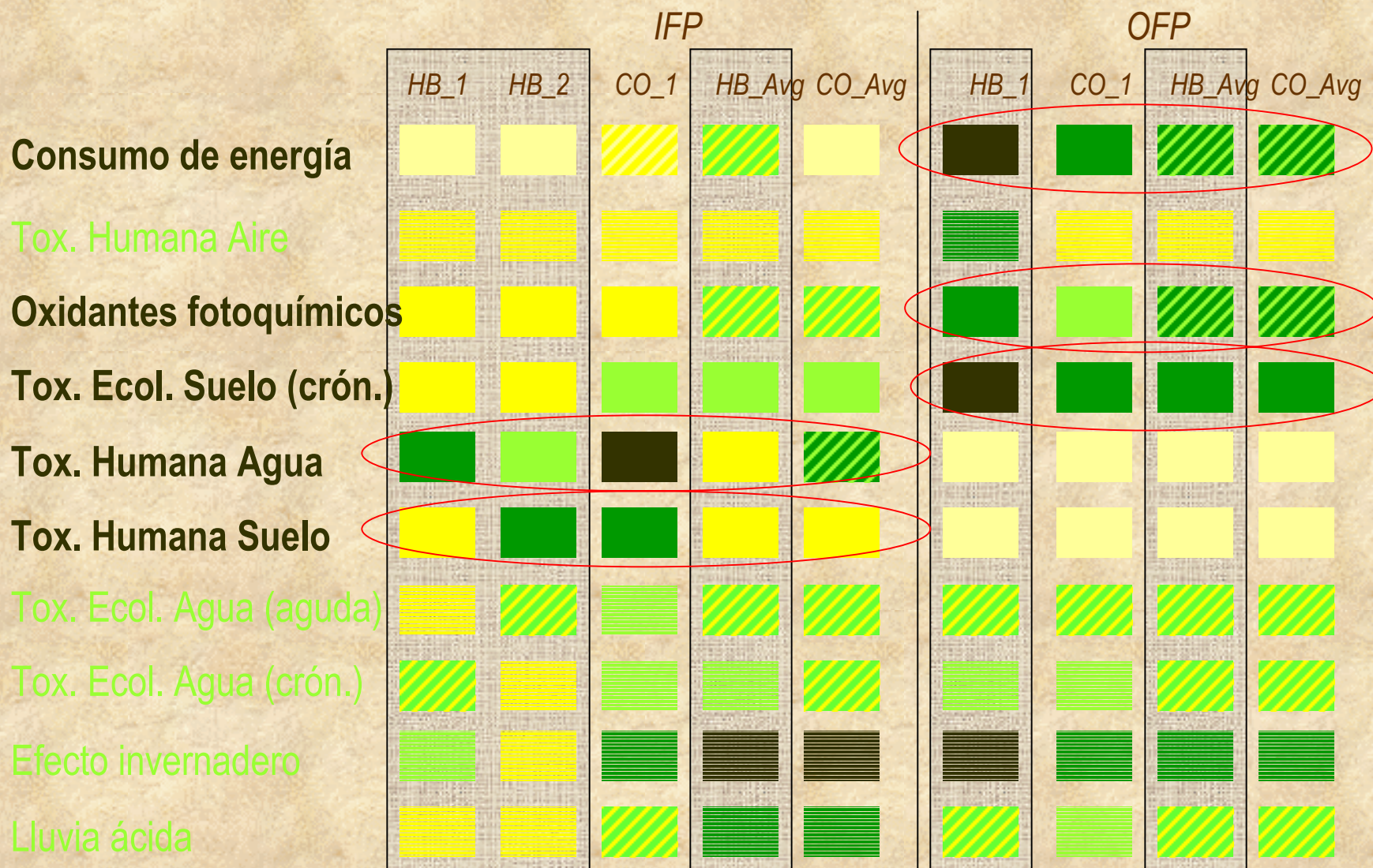
- Impactos dependientes de **factores locales (decisiones del productor)**
  - elección de productos (**fertilizantes y combustibles**)
  - intensidad de la **mecanización**

# Análisis de contribución: influencia de factores locales en los resultados

Dependencia de factores locales en ACV agrícola

	IFP					OFFP			
	HB_1	HB_2	CO_1	HB_Avg	CO_Avg	HB_1	CO_1	HB_Avg	CO_Avg
Consumo de energía									
Tox. Humana Aire									
Oxidantes fotoquímicos									
Tox. Ecol. Suelo (crón.)									
Tox. Humana Agua									
Tox. Humana Suelo									
Tox. Ecol. Agua (aguda)									
Tox. Ecol. Agua (crón.)									
Efecto invernadero									
Lluvia ácida									

# Análisis de la varianza: influencia de los factores “tecnología” y “región” en los resultados

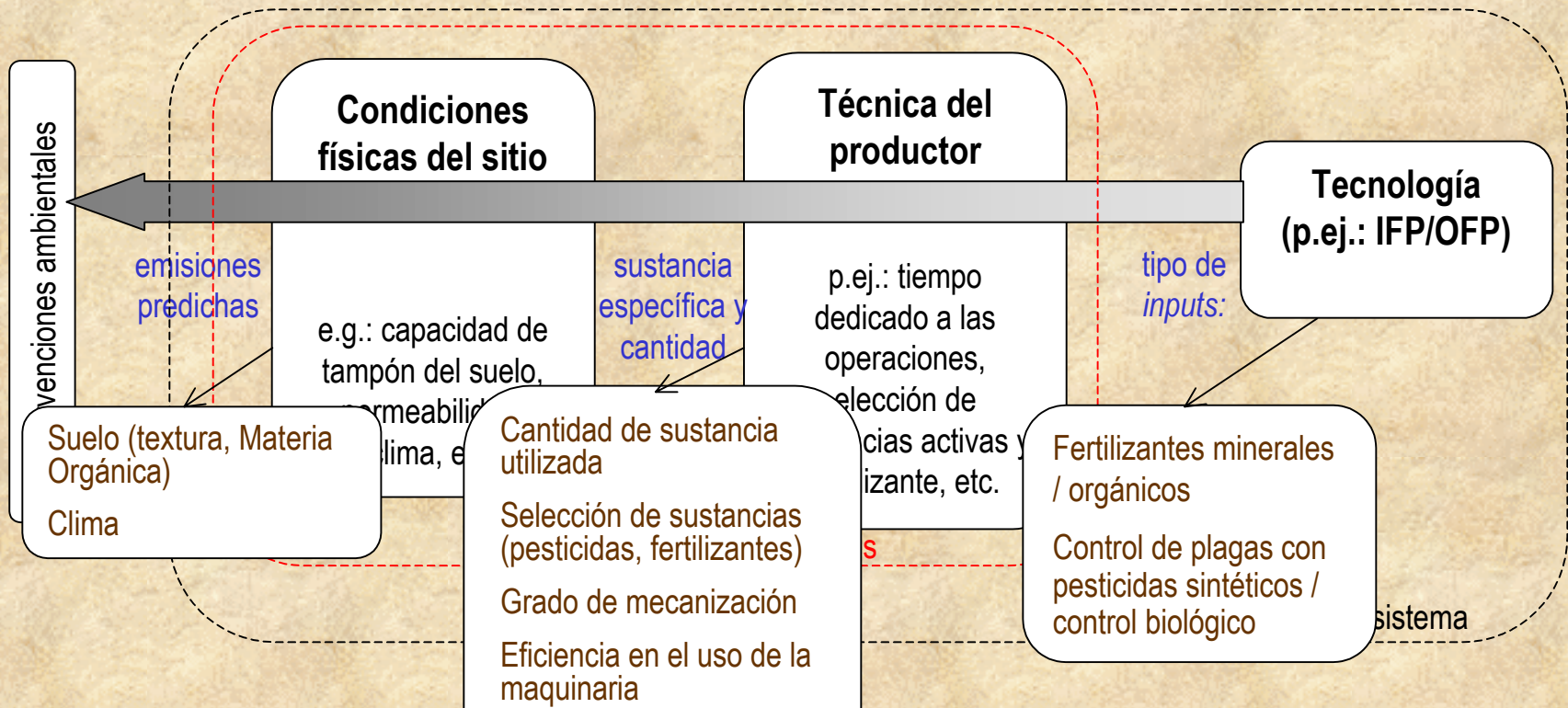
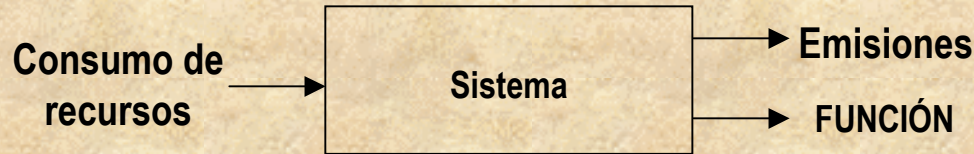


➤ La región no tiene un efecto claro sobre los resultados

## Análisis de contribución: influencia de los factores locales en los resultados

- **Las diferencias entre sitios de producción son relevantes:**  
los factores locales determinan los resultados
- **La influencia del lugar sobre los resultados se da a través de:**
  - **características físicas del entorno**  
(suelo, clima)
  - **técnica del productor**  
(sustancia, intensidad de mecanización, maquinaria, irrigación)

# Factores que influyen los resultados del ACV agrícola



- ¿Qué tipo de datos son necesarios para este análisis?
- ... ¿y dónde encontrarlos?

# Datos necesarios para la inclusión de factores locales en al ACV

- **Datos sobre características tecnológicas:**  
tipos y cantidades aproximadas de insumos
  - Manuales, tratados de agronomía, entrevistas a expertos...
- **Datos sobre hábitos del productor:**  
cantidades concretas de insumos, métodos de aplicación
  - Cuadernos de campo, sistemas de contabilidad agraria, entrevistas personales, registros oficiales de uso de pesticidas (*spray diaries*), sistemas de trazabilidad
- **Datos sobre condiciones físicas del lugar de producción:**  
edafología, climatología
  - Mapas / análisis de suelos, datos meteorológicos (pluviometría, temperaturas medias)
  - Modelos de predicción de lixiviación, emisiones de pesticidas
- **Datos físico-químicos de pesticidas:**  
presión de vapor,  $K_{OW}$ , vida media, solubilidad, etc.
  - <http://www.thepesticidemanual.com>

**Gracias por su atención...**

Llorenç Milà i Canals

[llorenc.mila@admi.esci.es](mailto:llorenc.mila@admi.esci.es)