



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Departamento de
Proyectos de Ingeniería

CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN EN PROCESOS DE DESARROLLO No. 26

**Diversidad agrometabólica en la comarca de
l'Horta de València. El metabolismo social como
herramienta para las transiciones ecosociales**

Cristina Galiana Carballo



Departamento de Proyectos de Ingeniería
Universitat Politècnica de València

Camino de Vera s/n
46022 VALENCIA
Tel: (00 34) 963879860
Fax: (00 34) 963879869

mastecooperacion@upv.es
<http://mastercooperacion.upv.es/cuadernos-docentes-y-de-investigacion/>

Diversidad agrometabólica en la comarca de l’Horta de València. El metabolismo social como herramienta para las transiciones ecosociales

Cristina Galiana Carballo

Editoras: Monique Leivas Vargas
Marta Maicas Pérez

Cuadernos de Investigación en Procesos de Desarrollo
Número 26
Octubre 2022

ISSN 2172-0312



Todas las aportaciones y comentarios son bienvenidos y deben ser dirigidos a marmaipr@ingenio.upv.es y moleivas@ingenio.upv.es.

ÍNDICE

2	Introducción	1
3	Justificación y Objetivos	3
3.1	Preguntas de Investigación.....	4
3.2	Objetivos.....	4
4	Marco Teórico.....	5
4.1	El campo de estudio del metabolismo social y agrario	5
4.1.1	Linajes teóricos	5
4.1.2	Propuestas metodológicas	6
4.2	Cuestiones abiertas en el campo de las transiciones socioecológicas	8
4.3	Cuestiones abiertas en el campo del metabolismo social aplicado a agrosistemas	9
5	Metodología	12
5.1	Síntesis metodológica.....	12
5.2	Caracterización del ámbito de estudio.....	12
5.2.1	Caracterización del sector agrícola.....	12
5.2.2	Procesos en despliegue	14
5.3	Selección de la muestra.....	15
5.4	Metodología de análisis de datos cuantitativos.....	16
5.4.1	Modelo agrometabólico y criterios de selección de indicadores.....	16
5.4.2	Indicadores cuantitativos en balances de información de variedades agrometabólicas.....	18
5.4.3	Factores de conversión.....	18
5.5	Metodología de análisis de datos cualitativos	19
5.5.1	Sistema de códigos	19
5.5.2	Análisis cualitativo en balances de información de variedades agrometabólicas	21
5.6	Sesgos y limitaciones	21
6	Resultados	24
6.1	Caracterización de variedades agrometabólicas.....	24
6.1.1	Balances de información	24
6.2	Procesos en despliegue en los agrosistemas de l’Horta Nord.....	27
6.2.1	Fosilización de flujos productivos y grado de extracción en los agrosistemas	27
6.2.2	Baja eficiencia productiva y rendimiento de insumos agrícolas	28

6.2.3	Análisis de la producción de medios sociotécnicos no físicos (MSn)	29
6.3	Variedades agrometabólicas	30
7	Discusión.....	31
7.1	Variedades agrometabólicas y procesos en despliegue en la comarca de l’Horta Nord	31
7.1.1	Manejo agrario orientado a la mejora de bienes-fondo social y natural en la transición productiva.....	31
7.1.2	La estructura de la propiedad y la producción de medios sociotécnicos no físicos en la transición social	32
7.1.3	Desigualdad y fosilización productiva en la transición energética.....	33
7.1.4	Percepción de alternativas y el imaginario identitario en la transición cultural.....	35
7.2	Limitaciones teóricas y metodológicas del modelo metabólico propuesto en el análisis del comportamiento del agrosistema	35
7.3	Conclusiones.....	36
	BIBLIOGRAFÍA	38

Figuras

Figura 1. Matriz metabólica ampliada del metabolismo energético territorial del agroecosistema de Tello (2015).....	7
Figura 2. SAU (ha) por tamaño de explotación y titular en la unidad <i>Huerta de València</i>	13
Figura 3. Contrataciones según epígrafe CNAE 2009 por sector productivo.	13
Figura 4. Afiliaciones a la Seguridad Social mensuales por sexo en el año 2020.	14
Figura 5. Titularidad de las explotaciones por edad y sexo según el número de explotaciones en el Censo Agrario valenciano 2019 (en revisión).....	14
Figura 6. Jefatura de la explotación por edad y sexo según el número de explotaciones.....	14
Figura 7. <i>Short-list</i> de la muestra seleccionada para el ámbito de estudio	16
Figura 8. Matriz metabólica de la propuesta metodológica para el estudio.	16
Figura 9. Esquema básico de procesos y elementos de reproducción socioecológica	17
Figura 10. Balances de información inicial (indicadores de producción-reproducción) para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord	25
Figura 11. Indicadores de dependencia fósil del agrosistema y la cosecha para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord.....	25
Figura 12. Perfiles de externalización de procesos por categorías de insumos para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord.....	25
Figura 13. Perfiles de recirculación de procesos por categorías de flujos para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord.....	26
Figura 14. Indicadores de sustitución de los bienes-fondo y procesos de recirculación interna para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord	26
Figura 15. Indicadores de eficiencia de los procesos de externalización, recirculación e insumos totales para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord.....	267
Figura 16. Indicadores de eficiencia de los insumos totales conjuntos (indicador FEROI) para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord	27

Tablas

Tabla 1. Linajes teóricos del ámbito del metabolismo social	6
Tabla 2. Correspondencia entre procesos y elementos del modelo metabólico	17
Tabla 3. Indicadores de producción y reproducción del agrosistema.....	18
Tabla 4. Indicadores de eficiencia de la matriz MEFA del agrosistema.....	18
Tabla 5. Indicadores de fosilización agrícola	18
Tabla 6. Fuentes de obtención de valores de cálculo y factores de conversión	19
Tabla 7. Categorías de análisis cualitativo (procesos de producción y reproducción de MSn).....	20
Tabla 8. Sistema de códigos de análisis cualitativo en los balances de información	21
Tabla 9a. Resumen de elementos de cálculo para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord. 24	
Tabla 9b. Resumen de elementos de cálculo para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord. 24	
Tabla 10. Matriz de resultados del sistema de códigos aplicado para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord.....	29
Tabla 11. Variedades agrometabólicas a partir del análisis de indicadores cuantitativos y matriz de resultados de códigos cualitativos	30

ABREVIACIONES

MEFA	Material and Energy Flow Accounting
UTA	Unidades de trabajo agrario
ENR	Energía no renovable
HORECA	Hoteles, restaurantes y cáterin (canal de comercialización)
CADRECTE	Consellería de Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica
HANPP	Human Appropriation of Natural Primary Productivity
MuSIASEM	Análisis integrado multiescala del metabolismo social y ecosistémico (método)
SERA	Socio-Ecological Reproductivity Assessment (método)
FarSO	Farm Source Model (método)
LTBA	Land Time Budget Analysis (método)
FEROI	Final Energy Return On Investment
IFEROI	Internal Flow Energy Return On Investment
EFEROI	External Flow Energy Return On Investment
BAU	Business As Usual

1 Introducción

El metabolismo social como marco interpretativo de realidades socioecológicas permite un abordaje simultáneo del comportamiento de la base material y de la práctica social que la reproduce. Como expresa la autora Donna Haraway:

Sacando fibras promiscuamente de entre prácticas y eventos densos y coagulados intento (...) rastrearlos y encontrar marañas y patrones cruciales para seguir con el problema, en tiempos y lugares reales y particulares (Haraway, 2019: 21).

La actividad agrícola de producción de alimentos da pie tanto a ensayar cambios como a discutir lógicas. La motivación del estudio de la agricultura comarcal contenida en este estudio es múltiple, por lo que trataré de desbrozarla así; su identidad compleja naufraga cuando se pretende analizar desde enfoques económicos, incluso cuando estos no son indiferentes a los límites materiales y energéticos, al concepto integral de trabajo o a las externalizaciones, así como resulta estéril un tratamiento analítico de esta desde un enfoque ambiental que omite a la actividad como sujeta a lógicas económicas, históricas y sociales. Pivotar sobre la crítica a esta cojera metodológica y simbólica, de mutilación de lo complejo, es una de las motivaciones que inician este estudio.

Los impactos de la producción agrícola en la seguridad alimentaria, protección ambiental, mitigación y adaptación climática y límites ecosistémicos han sido ampliamente estudiados a escalas globales y regionales (Steffen *et al.*; 2018,

Wang *et al.*, 2022), no así las posibilidades de incrementar la eficiencia energética dentro de los agrosistemas actuales a nivel local (González Molina, 2021) o la capacidad de agriculturas no convencionales (agroecológica y ecológica) de abordar la dependencia fósil de la agricultura (Su *et al.*; 2021; González Molina *et al.*, 2020), cuestión central en un contexto de crisis de precios agrícolas, volatilidad del petróleo (Umar *et al.*, 2021) y fuerte dependencia fósil de los agrosistemas (Harchaoui y Chatzimpiros, 2018; González-Molina *et al.*, 2020; Pereira y Martinho, 2018). Estos puntos de inflexión son una cuestión central dentro de las llamadas transiciones socioecológicas (Petersen, 2022) o de la transición de sistemas alimentarios (Aguilera y Rivera-Ferre, 2022).

Tomando como ámbito de estudio la comarca de l'Horta Nord (València) y una muestra predefinida de cuatro explotaciones agrícolas —o agrosistemas—, este estudio propone un análisis socioecológico a partir de las herramientas teóricas y metodológicas del campo del metabolismo social agrario. Los objetivos son explorar las variedades agrosistémicas en el ámbito, en un esfuerzo de síntesis (Muiño, 2015) que integre variables sociales, ambientales y económicas a partir de los trabajos de Gingrich *et al.* (2018), González-Molina *et al.* (2020) y Marco *et al.* (2019a; 2019b). Para la elaboración de este relato conjunto, se ha construido una batería de indicadores socioecológicos cuantitativos, junto con una investigación cualitativa en torno a la producción social de medios sociotécnicos del agrosistema,

para concluir con un balance de información, la discusión de los procesos en despliegue dentro del ámbito y la observación de las limitaciones teóricas y metodológicas de los aportes del campo de estudio en el análisis del comportamiento de los agrosistemas, desde el punto de vista de las transiciones socioecológicas.

El estudio se enmarca dentro de lo considerado como *snap-shot* o foto fija del metabolismo, en el que se analiza el resultado de los datos de fuentes primarias. La serie temporal analizada es de un año de duración y el cuestionario se dirige a información sobre el año 2020.

En el capítulo 2 se encuentra la justificación y objetivos del estudio. El capítulo 3 desarrolla el marco teórico y la metodología se detalla en el capítulo 4. El capítulo 5 se dedica al análisis y discusión de resultados. Por último, el capítulo 6 concluye con una síntesis y discusión de la investigación.

2 Justificación y Objetivos

Las explotaciones agrícolas o agrosistemas actuales requieren de la importación de grandes volúmenes de materia y energía extrasistema para garantizar su reproducción (González-Molina *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2022), encontrándose esta capacidad comprometida en ausencia de dichos procesos externos, y resultando los agrosistemas consumidores netos de energía (Tello *et al.*, 2016) o sumideros energéticos, en lugar de disipadores (Giampietro *et al.*, 2018). Los usos crecientes de fósiles de sustitución de capital natural y humano (Fischer-Kowalski y Hütterl, 1998) han sido acreditados para la agricultura convencional a partir de los estudios del metabolismo agrario de escala amplia estatal (Alonso y Guzmán, 2010; Aguilera *et al.*, 2015; González-Molina *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2022) siendo los intercambios de energía y materiales a nivel de parcela o explotación agraria un campo menos explorado (Stylianou *et al.*, 2020; Mazis *et al.*, 2021) y careciendo de exploraciones específicas de su comportamiento en función de modelos agrarios como son la agricultura agroecológica y la agricultura industrial.

Mientras que las transferencias de energía son centrales dentro del comportamiento de los sistemas socioecológicos (di Felici *et al.*, 2019), según Kish y Farley (2021), uno de los retos de la economía ecológica sería desenredar las relaciones materia-energía-dinero que existen dentro de las dinámicas operacionales del agrosistema como sistema socioecológico; cobrando importancia la transferencia externa y la recirculación interna de la energía (Tello *et al.*, 2016); resultado, a su vez, de una toma de decisiones a nivel de explotación que escapa a los análisis convencionales sobre la

sostenibilidad agrícola (De Olde *et al.*, 2016; Janker y Mann, 2018), conceptualizada en distintas estrategias metabólicas —o de organización de los procesos de energía y materiales al interior del agrosistema— con el fin de mantener tanto su finalidad productiva (Fischer-Kowalski y Haberl, 2015), como las condiciones que permiten esta, y su finalidad reproductiva (Marco *et al.*, 2019a; González-Molina *et al.*, 2020).

Tello (2016) advierte que la sostenibilidad de los agrosistemas se correlaciona positivamente con la cantidad y calidad de los ciclos internos de energía y materiales, dependiendo de esta la reproductividad y continuidad de las funciones del agrosistema en su conjunto.

El análisis de los flujos de materia, energía e información dentro de los agrosistemas con el fin de explorar su patrón metabólico, se convierte según Tello y Galán-del Castillo (2013) en una herramienta útil para identificar posibilidades estratégicas de mejora (de la productividad, eficiencia en la apropiación y mantenimiento de los flujos que permiten la apropiación) y de potencialidad analítica, mediante baterías de indicadores, con respecto al manejo agrario sostenible, uno de los ejes de las transiciones socioecológicas (Aguilera y Rivera-Ferre, 2022). La insostenibilidad de la agricultura actual ha sido abordada a escalas amplias, mostrando resultados críticos respecto al consumo energético (Harchaoui y Chatzimpiros, 2018).

La sostenibilidad de la agricultura remitiría simultáneamente tanto a la posibilidad de producción de bienes y servicios como a las

necesidades de reproducción de la propia producción (González de Molina *et al.*, 2015; Haq y Boz, 2019). Las transiciones hacia sistemas agrícolas que garanticen lo anterior se encontrarían dentro de la llamada transición socioecológica (Petersen, 2022), incluyendo tanto estrategias productivas como cambios dietéticos y territoriales (Aguilera y Rivera-Ferre, 2022), cambios de imaginario o socioculturales (Muiño, 2015). En este sentido, el uso de indicadores compuestos de fines informativos toma interés (Stylianou *et al.*, 2020), cuyo análisis posterior debería contar con la especificidad geográfica y temporal de los contextos, o aproximaciones de la sostenibilidad como construcción social (Marco *et al.*, 2019a).

El caso de l’Horta de València, como territorio agrícola histórico y tensionado (Hermosilla-Plá y Membrado-Tena, 2018) resulta de interés especial dentro de un análisis metabólico, a pesar de no contar en la actualidad con ninguna aproximación a este ámbito de estudio.

2.1 Preguntas de Investigación

El necesario esfuerzo de síntesis que proponen González-Molina y Toledo (2014), Muiño (2015) y la propuesta de González-Molina *et al.* (2020) de aproximar la desigualdad desde la apropiación de materiales, energía e información, son dos de las cuestiones que cobran importancia dentro de la investigación. ¿Qué tipo de prácticas sostienen la agricultura en el ámbito de l’Horta Nord de València?

De este modo, “*tirar de los hilos de lo enmarañado y denso*” (Haraway, 2019: 21) quizás sea la mejor manera de describir las posibilidades que el metabolismo social permite para cuestionar cómo estas prácticas se relacionan entre sí. ¿Cuál es el funcionamiento interno del agrosistema, entendido como proceso en despliegue, con respecto a la producción y reproducción de bienes-fondo? O

cómo desentrañar lo complejo y tensionado, desde la perspectiva de una transición socioecológica.

Y aquí, ¿hasta qué punto el metabolismo social como campo analítico presenta limitaciones conceptuales y metodológicas como ejercicio reflexivo de la investigación?

2.2 Objetivos

Caracterizar variedades metabólicas que sinteticen e integren variables sociales, ambientales y económicas de la actividad agraria en la comarca de l’Horta Nord de València (objetivo 1).

Analizar los procesos sociometabólicos en despliegue dentro de la comarca de l’Horta Nord de València, a partir de su papel en una transición socioecológica en el manejo agrario (objetivo 2).

Observar las limitaciones teóricas y metodológicas de los aportes del campo del metabolismo social en el análisis del comportamiento de los agrosistemas (objetivo 3).

3 Marco Teórico

3.1 El campo de estudio del metabolismo social y agrario

La analogía del metabolismo como mecanismo de reproducción orgánica y societaria se remonta, al menos, a la conceptualización marxiana del trabajo como apropiación humana de la naturaleza (Marx, 1976/1867: 283). Posteriormente, se recupera en los trabajos de ecología de sistemas, la ciencia social, la termodinámica y la filosofía en Odum (1983; 1988; 1996), Georgescu-Roegen (1971) y Polanyi *et al.* (1976). Estos últimos, recogiendo la tradición crítica marxiana y ampliando el concepto de economía al "proceso instituido de interacción entre el hombre y su medio ambiente que tiene como consecuencia un continuo abastecimiento de medios materiales (...)", que autores como González-Molina *et al.* (2020) reenfojan como el proceso de mantenimiento de la capacidad de provisión de los bienes-fondo, sean estos humanos (ej. fuerza de trabajo) o naturales (ej. fertilidad de suelos).

3.1.1 201Linajes teóricos

El ámbito de estudio, junto con las delimitaciones de contorno y la cantidad de flujos a analizar, permiten encuadrar la diversidad de herramientas del metabolismo social en función de la causa a sistematizar (tabla 1).

González-Molina *et al.* (2020) referiría el metabolismo agrario al estudio de las dos tareas básicas y materiales de las sociedades: por un lado, la producción de bienes y servicios (y los consecuentes procesos de transformación, circulación y consumo) y, por otro, la reproducción

de las condiciones que hacen posible esa producción estable a lo largo del tiempo.

Los procesos de intercambio sociometabólico sintetizan esta complejidad en la categorización en cinco flujos irreductibles con fuerte inclinación física (apropiación, transformación, circulación, consumo y excreción) que algunos autores, nuevamente desde la aplicación de la herramienta fuera de la estrechez del campo de estudio económico, operativizan en nueve (Muiño, 2015), en esquemas metodológicos que buscan desenredar esta caja negra, en la que la aplicación de índices sustituye a la comprensión histórica, dinámica e interdependiente de la construcción sacionatural y material de procesos (sociales, económicos y ecológicos).

González-Molina *et al.* (2020) hacen uso del análisis MEFA (*Material and Energy Flow Accounting*) en su estudio histórico del metabolismo social de la agricultura en España, o metabolismo agrario. Según estos autores, las metodologías disponibles son aún incapaces de proveer indicadores de complejidad agrícola y consideran necesaria la aproximación de síntesis e híbrida que permitan reconocer el potencial de la gramática del metabolismo social explorando las tesis de la agroecología política o aproximaciones a teorías del cambio o transición, hoy en día sin cuerpo teórico propio (González Molina, 2021). Se trata, en este sentido, de un marco posibilista, y no positivista, que, sin embargo, no remite necesariamente a un relativismo de las causas y consecuencias en cuanto a los procesos sacionaturales o metabólicos, si no que las contextualiza y sitúa dinámica e históricamente.

Diversidad agrometabólica en la comarca de l’Horta de València. El metabolismo social como herramienta para las transiciones ecosociales

Autores	Métodos	Aplicación	Ámbito de estudio	Variable tiempo	Modelos	Análisis de agrosistemas	Local/Agrosistema	Snapshot
(“Escuela de Viena”) Fischer-Kowalski y Hüttler (1998), Fischer-Kowalski y Haberl (2000; 2007; 2015, Haberl <i>et al.</i> (2013)	MEFA, HANPP	Evaluación de la eficiencia del proceso, extracción, consumo de materiales y energía	Economía y sectores económicos a escala <small>global/nacional</small>	Snapshot / Cronológicos	Blasi <i>et al.</i> (2016), Passeri <i>et al.</i> (2013), Haq y Boz (2019), Stylianou <i>et al.</i> (2020), De Olde <i>et al.</i> (2016)	FarSO Model, RISE 2.0, sistema de códigos, MEFA	Análisis de agrosistemas a nivel de parcela, comparación entre manejos agrícolas, evaluación integrada de la sostenibilidad	Local/Agrosistema Snapshot
Giampietro <i>et al.</i> (2018), Ripa <i>et al.</i> (2021)	MUSIASSEM	Evaluación multiscalar/multivariable	Urbano/local /nacional	Snapshot / Proyectiva				
González Molina (2012), González-Molina <i>et al.</i> (2020), Tello <i>et al.</i> (2015; 2016), Martínez-Alier (2009), Marco <i>et al.</i> (2019a; 2019b)	SERA Model, HANPP, MFA, MEFA	Evaluación social crítica, análisis histórico de agrosistemas	Agrosistema/rural/local/regional/ nacional	Historiográfico				
SOLCHA/SOCLA (“Escuela Latinoamericana”)	MEFA, flujo energía y biomasa	Evaluación social crítica, análisis histórico de agrosistemas, conflictividad ambiental y extractivismo	Regional/Nacional/ Agrosistema	Historiográfico / Snapshot				

Tabla 1. Linajes teóricos del ámbito del metabolismo social. Fuente: elaboración propia a partir de Infante-Amate *et al.* (2021)

3.1.2 Propuestas metodológicas

La variable de escala permite aproximar niveles de detalle que van desde la apropiación a nivel de parcela en función de las prácticas agrícolas (Paseri *et al.*, 2013) hasta modelos de evaluación integrada del uso de materiales y energía en sectores económicos mediante límites y escenarios, como el modelo MEDEAS (2020)¹.

La variable temporal es sin duda una de las mayores potencialidades del uso del metabolismo social y aquella que permite la construcción de modelos históricos y comparados (Tello, 2016) con fines de construcción de teorías del cambio o transición (González-Molina, 2021). Este uso, sin embargo, no carece de altos niveles de complejidad e incertidumbre. Se han realizado diagnósticos históricos a nivel estatal por autores como Carpintero (2005), que lleva a cabo un estudio sobre los flujos energéticos, materiales y la huella ecológica entre 1955 y el año 2000 en el Estado español; González-Molina *et al.* (2020), o Marco *et al.* (2019a) con balances comparados a nivel de la unidad doméstica agraria antes y después de la

1 Modelos de sistemas complejos que examinen trayectorias de colapso societario desde la cuestión de la biocapacidad y la disponibilidad de alimentos han sido recientemente estudiados

por Richards *et al.* (2021) y previamente por Meadows *et al.* (2004) mediante el World 3 system dynamics model.

suelo, y esta con las prácticas de manejo del mismo (fertilización de abono animal, laboreos y cosecha incorporada)³.

3.2 Cuestiones abiertas en el campo de las transiciones socioecológicas

La construcción analítica de vínculos entre los bienes-fondo humano, natural, fósil y económico no es solo científicamente deseable, sino socialmente necesaria, tanto para la reinterpretación de los procesos socioeconómicos con respecto a su base material (Muiño, 2015) como para la elaboración de modelos que respondan a las dinámicas de sistemas complejos y permitan una toma de decisiones informada a nivel de parcela (Mazis *et al.* 2021) y coherente con respecto a los horizontes de no superación de la biocapacidad y la sociocapacidad.

Los procesos de realimentación, mantenimiento o condición de posibilidad de reproducción y producción del capital humano y, por tanto, del capital económico, se incorporan recientemente a las teorías económicas a partir de las críticas a la teoría marxista de Federici (2004; 2018) y Mies (2019), y se encuentran escasamente analizados en los estudios metabólicos (Marco *et al.*, 2019b), que, como se ha comentado previamente, adolecen de un fuerte sesgo materialista y economicista (Toledo, 2008). Aunque partan de una concepción bioeconómica que incorpora el mantenimiento de las bases naturales como condiciones para el proceso económico (Georgescu-Roegen, 1971), olvidan incorporar los trabajos de reproducción y producción no salarial del capital humano como condiciones de posibilidad de la propia apropiación. Marco *et al.* (2019b) señalan como elementos clave

para este estudio el trabajo desempeñado en función de divisiones sociales como el género y la distribución no equitativa de la producción apropiada (o desigualdad en el acceso a bienes), en línea con lo aportado por González-Molina y Toledo (2014) sobre la desigualdad social como fuente de incongruencias entre los bienes-fondo y de reorganización hacia puntos de equilibrio del agrosistema, o transiciones.

La transición socioecológica en agrosistemas consiste en el resultado de los cambios operados en el metabolismo agrario a lo largo de un periodo (Guzmán y González-Molina, 2008). En este sentido, se trata de un concepto que remite al cambio estructural, como así lo han estudiado otros autores con respecto al metabolismo agrario tradicional y el salto a la agricultura industrial (Carpintero y Naredo, 2006; González-Molina *et al.*, 2020) o en el análisis de escenarios y estrategias de las relaciones entre la agricultura industrial y la agroecológica en Aguilera y Rivera-Ferre (2022).

Como tal, se trata de un concepto abierto que, sin embargo, comparte en sus aproximaciones las transformaciones en el modo y uso de la apropiación de la energía, procediendo de los cambios en su fuente (Fischer-Kowalski y Hütterl, 1998), en las aproximaciones más deterministas. Aproximaciones sobre los hechos socioecológicos más posibilistas apuntan a cambios culturales políticamente mediados (Malm, 2017; Vindel, 2020) y adaptaciones coyunturales a declives energéticos, confluyendo procesos emergentes desordenados, crisis y cambios culturales (Muiño, 2014).

3 Gingrich *et al.* (2018) señalan como causa de su no contabilización en los estudios energéticos de agrosistemas de las décadas anteriores el no presentar un retorno económico directo, al no aprovecharse. Sin embargo, el papel dentro de la

reproducción del fondo natural y, por tanto, de la reproducción socioecológica del sistema no debería ser omitido, al ser crucial en el mantenimiento a medio y largo plazo del propio sistema.

Como concepto en disputa, en este estudio se tratará como marco de análisis que cuestiones centrales en el sector agrícola como la crisis de precios agrícolas, la volatilidad del petróleo (Umar *et al.*, 2021) y la fuerte dependencia fósil de los agrosistemas (Harchaoui y Chatzimpiros, 2018; Pereira y Martinho, 2018; González-Molina *et al.*, 2020) apuntan a una necesaria transición ordenada de los agrosistemas. El agotamiento de las fuentes energéticas que permitieron la modernidad (Rogner *et al.* 2012), junto con la urgencia climática derivada de la combustión de energías fósiles y el papel de la agricultura en la crisis multisistémica (Aguilera y Rivera-Ferre, 2022), incentiva la investigación sobre las consecuencias socioeconómicas de la sustitución de energías (González-Reyes y Fernández-Durán, 2018) y las posibilidades de reducción de la intensidad de uso de la energía útil en los procesos sociometabólicos (Muiño, 2015) en los modelos agrícolas industrial y agroecológico⁴, sobre lo cual se basará la discusión de los resultados del modelo de metabolismo agrario presentado en este estudio.

3.3 Cuestiones abiertas en el campo del metabolismo social aplicado a agrosistemas

La ecoddependencia, lejos de constituir una razón termoeconómica de determinación social, como así lo interpretan Haberl *et al.* (2013) cuando sentencian que “*el progreso social se basa en*

excedentes energéticos”, y sin negar que esta interpretación permita una narrativa convincente, aunque no aprehensiva, del proceso histórico (y prehistórico), funcionaría dentro de un enfoque interaccionista defendido en este marco teórico como la razón irreductible que media en el sistema complejo y de la que nace la necesidad de tratar la insustituibilidad⁵ del capital natural frente al capital humano y al económico, sujetos a lógicas distintas —tanto analíticas como ontológicas—.

Existe cierto apego a las aproximaciones holísticas que, sin superar los paradigmas termoeconómicos sobre el hecho social, buscan ampliar el marco desde la investigación en términos energéticos hacia la conceptualización integrada y social de otros bienes-fondo (Howells *et al.*, 2013; Endo *et al.*, 2015; Howarth y Monasterolo, 2016; Kurian, 2017) y que han sido agrupados bajo el marco denominado “*nexus assessments*” (Di Felici *et al.*, 2019), de los cuales existe una gran diversidad de modelos, diferenciándose en niveles jerárquicos de análisis en su consideración o no de los *inputs* más ligados a la producción social (trabajo, gobernanza...) o la productividad del trabajo incorporando los procesos feminizados de reproducción del mismo (Marco *et al.*, 2019b), y en la conceptualización de los procesos metabólicos separada o integradamente.

La cuestión de la biocapacidad se encuentra así mismo incompleta para referirse a la

4 En este estudio, se ha optado por asignar el modelo industrial (también llamado convencional) y el agroecológico a los operadores a partir de su propia identificación de las prácticas de manejo con uno u otro. Esta decisión se sostiene en que ambos modelos son en sí conceptos abiertos sujetos a interpretación, existiendo para el caso agroecológico la posibilidad de certificación externa (certificación ecológica o Sistema Participativo de Garantía), no así para el modelo industrial.

⁵ La sustituibilidad pretendida entre capitales se explicaría en parte por los modelos expansivos territoriales —que Reichmann (2004) denominaría propios de *pueblos biosféricos*—, los cuales desbordan los límites de un sistema metabólico preindustrial y premoderno, en los que el capital natural externo al sistema-

modelo considerado se incorpora mediante insumos energéticos cada vez mayores gracias a la disponibilidad fósil (Carpintero y Naredo, 2006). Respecto a los metabolismos agrarios industriales actuales, cabe señalar la importación del 100 % de los fosfatos (principalmente, de países como Marruecos) en sustitución del reciclaje de nutrientes a nivel de parcela (Infante-Amate *et al.*, 2017). Este salto metabólico, de uno anabólico y cerrado a uno catabólico y abierto, no supondría una sustituibilidad real entre bienes-fondo (natural y económico), sino una importación de capitales naturales (materia, energía e información) al sistema considerado mediante insumos energéticos (capital fósil) y económicos (capital monetario y financiero).

ecodependencia, en la medida en la que olvida la sociocapacidad o la cuestión de lo posible y lo deseable, fundamental para un análisis sociometabólico que no omita ni desprecie que, sin ser determinista, un sistema complejo puede colapsar no solo por el *overshoot* de la capacidad de carga ecosistémica, sino por el *overshoot* en cuanto a sus dimensiones sociales (explotación laboral, procesos de concentración y verticalidad del poder o relevos generacionales). Una hipótesis intuitiva defendida por González-Molina (2021) cuando apunta a la desigualdad social como conductor principal del cambio y reorganización de bienes-fondo en los agrosistemas y que, sin embargo, tampoco cuenta con un cuerpo teórico desarrollado.

La cuestión de la sociocapacidad se concreta en posturas posibilistas en el análisis de Guzmán *et al.* (2022) con respecto a la relación entre la degradación ambiental y la descomposición social en la industrialización agraria. El estudio de la desigualdad en el esquema agrometabólico de Marco *et al.* (2019a; 2019b) señala, así mismo, la tensión en los procesos biofísicos y sociales — mediante el objetivo social deseado de aumento en los flujos de apropiación y la simultánea necesidad de aumentar para ello el trabajo aplicado—, apuntando a que ello ha conllevado históricamente distintas estrategias metabólicas. Entre estas, la innovación tecnológica —dirigida a facilitar el control del trabajo y la distribución de productos apropiados y/o transformados—, la sobreexplotación del capital natural y el establecimiento de relaciones interpersonales explotadoras (Marco *et al.*, 2019a), que implicarían nuevos puntos de equilibrio dentro del sistema metabólico tras el reajuste de los bienes-fondo (acceso o importación) y la condición de procesos

de legitimación de las estrategias metabólicas aplicadas.

Para la actividad agrícola, han surgido enfoques críticos que cuestionan el modelo de contabilidad de flujos de energía y materiales (MEFA), al que achacan su fuerte reduccionismo y prolongación del paradigma economicista (Giampietro, 2014), como el modelo de matriz cuantificadora MuSIASEM (Mayumi y Giampietro, 2000; Ripa *et al.*, 2021) y el modelo de evaluación basado en niveles de parcela FarSO o *Farm Source Model* (Passeri *et al.*, 2013), que pone el foco sobre la toma de decisiones al nivel de detalle de explotación agrícola a pesar de su fuerte *linearización* y exclusión de procesos sociales.

Zhang (2013) compara diferentes metodologías de contabilidad de modelos metabólicos, y concluye con los déficits actuales en el marco de estudio, en relación con la dudosa calidad de los datos disponibles para las entradas y salidas, y las consecuencias explicativas de los modelos de tipo caja negra como el de Passeri *et al.* (2013)⁶ (que no analizan los intercambios intrasistema).

La optimización de sistemas con base en la mayor eficiencia de los procesos sería secundaria con respecto a la búsqueda de mecanismos que gobiernan las interacciones entre los elementos y el funcionamiento del sistema (Zhang, 2013), así como sobreestimar la cuantificación de flujos en lugar de avanzar hacia mejores comprensiones cualitativas de lo que llama “*factores humanos*”. Arizpe-Ramos (2013) señala, de modo similar, que el análisis de la eficiencia implica enfrentarse a las limitaciones explicativas que los ratios energéticos presentan, y que otros criterios relacionados con el fuerte condicionamiento que el contexto socioeconómico impone sobre las elecciones

⁶Otros estudios de tipo caja negra más recientes pueden encontrarse en Haq y Boz (2019) y Stylianou *et al.* (2020).

técnicas a pie de finca serían más consecuentes con la descripción de patrones metabólicos.

4 Metodología

4.1 Síntesis metodológica

La investigación parte de una caracterización inicial del ámbito de estudio a partir de fuentes secundarias y terciarias, que permita la construcción posterior de herramientas de levantamiento de datos (entrevista semiestructurada y cuestionario) *in situ* (cualitativos y cuantitativos) y selección intencionada de la muestra, incluyendo una diversidad de operadores para obtener datos de contraste en el ámbito a partir de fuentes primarias, necesarios para el objetivo 1.

La construcción del modelo parte de la delimitación de contorno, procesador metabólico, elementos discretos y procesos metabólicos (figura 8 y tabla 2), a partir de los cuales se construye el balance informativo y una relación de variedades metabólicas (tabla 11). El análisis de la misma se realiza mediante una batería de indicadores sintéticos (tablas 3 a 5).

A partir de la construcción de un cuestionario semiestructurado, se obtienen los datos cualitativos del estudio, analizados a partir de un sistema de códigos propio (tabla 8) con el fin de

analizar los procesos en despliegue en el ámbito (objetivo 2).

4.2 Caracterización del ámbito de estudio

La comarca de l’Horta de València⁷ es un territorio histórico situado en el sector central y litoral de la provincia de València. Administrativamente, abarca un área de 486 km² y se divide en las subcomarcas Horta Nord (141 km²), Horta Oest (179 km²) y Horta Sud (166 km²). L’Horta Nord es una comarca de creación administrativa relativamente reciente, en 1989, cuando históricamente se la encuadra dentro de la comarca Horta de València y, dados los crecimientos poblacionales, las comarcas que actualmente la componen fueron divididas. La actividad agrícola es el uso histórico dominante en la matriz territorial minifundista que, sin embargo y debido a las expansiones urbanísticas, pierde terreno a favor de las infraestructuras y áreas residenciales desde la segunda mitad del siglo XX.

4.2.1 Caracterización del sector agrícola

El propietario tipo es una persona física, con tierras en propiedad (en torno a 3,7 ha SAU como media

7 L’Horta de València se encuentra protegida, dados sus valores patrimoniales culturales y naturales, mediante la Ley 4/2004 de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje y el Plan de Acción Territorial de l’Horta de València (ver figura AI.2), ampliándose el ámbito en el Decreto 219/2018, del 30 de noviembre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Plan de Acción Territorial de Ordenación y

Dinamización de l’Horta de València. En el propio preámbulo de dicha normativa, se aseveran las “amenazas de desaparición por acción de la actividad urbanística y la ocupación de infraestructuras, junto con la crisis de precios de la producción agraria y su consiguiente abandono” (Conselleria de Vivienda, 2018).

de explotación) (figura 2) y bajo otro régimen (arrendamiento o aparcería), hombre de más de 65 años y simultáneamente jefe de explotación (figuras 5 y 6). Entre los censos de 1999 y 2009 se producen variaciones importantes en cuanto al descenso del régimen de propiedad y el aumento del régimen de arrendamiento (21 % respecto a 1999) y aparcería (7,5 % respecto a 1999).

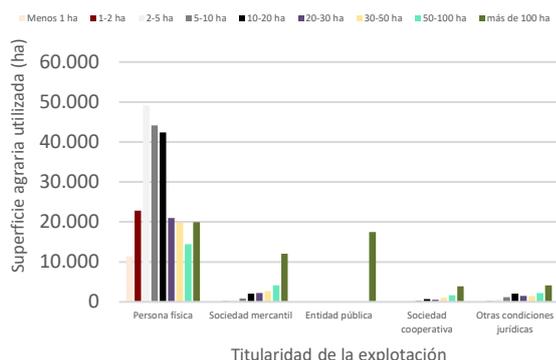


Figura 2. SAU (ha) por tamaño de explotación y titular en la unidad Huerta de València. Fuente: elaboración propia con datos del Banco de Datos Territorial de la CV (2019)

La tendencia de los últimos años con respecto a los últimos censos agrarios valenciano (2019) y estatal (2015) publicados y las afiliaciones a la seguridad social (2019) (figura 4), junto con las estadísticas por comarca del Banco de Datos Territorial de la CV en el epígrafe de agricultura (figuras 5-8), muestran el máximo de contrataciones en la serie y para todos los sectores entre los años 2017 y 2018, a partir del cual muestran una tendencia descendente, para lo cual cabría anticipar, como señalan algunos autores (Soler y Fernández, 2015), el efecto refugio económico de la agricultura en periodos de ralentización económica o recesión y su papel basal con respecto a la emisión de recursos a otros sectores económicos y mercados (mano de obra, materias primas, valores, seguros de inversión, bienes de exportación) (Clar *et al.*, 2015).

Las afiliaciones mensuales por sexo y régimen (especial y general, epígrafes 161 y 163) para el año 2020 (figuras 5-8) aportan datos interesantes sobre

la estructura productiva comarcal, con picos de demanda de mano de obra en los meses invernales (campañas de cítricos) y descensos entre mayo y septiembre. Las mujeres representan menos del 30 % de las contrataciones en todos los casos, con una media de incorporaciones laborales del 25 % en el régimen especial y del 17 % en el régimen general. Sin embargo, es notable su participación en el sostenimiento familiar de la explotación con respecto a unidades de trabajo-año, superior en la comarca en relación con el total provincial y autonómico (1419,873 UT/año frente a 378,792 UT/año de mano de obra no familiar), y que se corresponde con la estructura agraria característica minifundista que señalan Hermosilla-Plá y Membrado-Tena (2018).

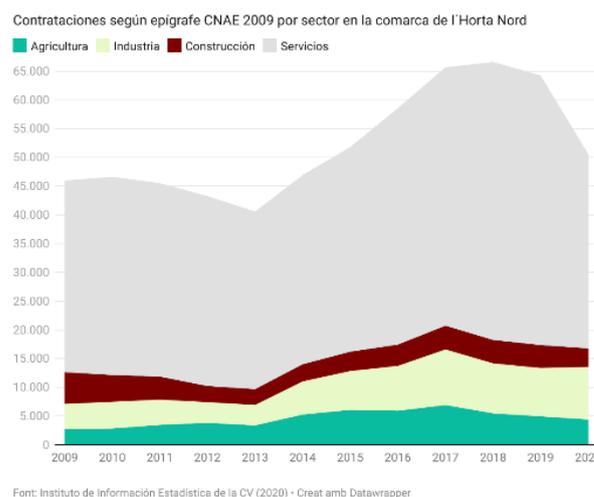


Figura 3. Contrataciones según epígrafe CNAE 2009 por sector productivo. Fuente: elaboración propia con datos para la comarca de l’Horta Nord del Banco de Datos Territorial de la CV (2019)

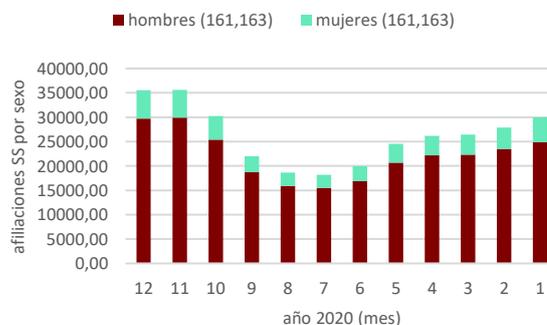


Figura 4. Afiliaciones a la Seguridad Social mensuales por sexo en el año 2020. Fuente: elaboración propia con datos para la comarca de l’Horta Nord del Banco de Datos Territorial de la CV (2019)

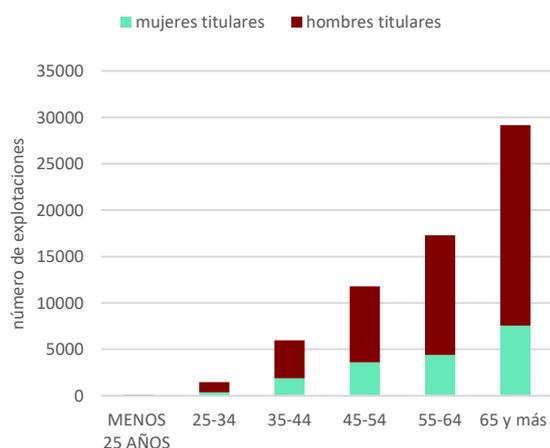


Figura 5. Titularidad de las explotaciones por edad y sexo según el número de explotaciones en el Censo Agrario valenciano 2019 (en revisión). Fuente: elaboración propia con datos para la comarca de l’Horta Nord del Banco de Datos Territorial de la CV (2019)

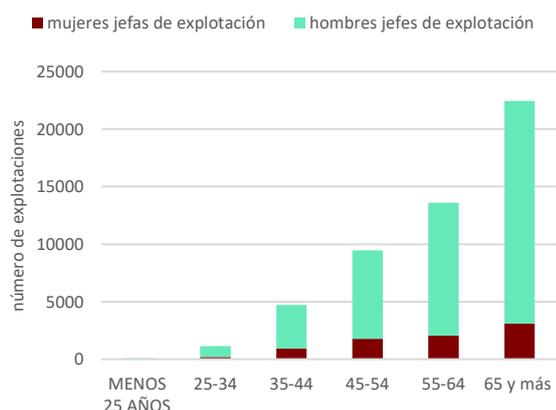


Figura 6. Jefatura de la explotación por edad y sexo según el número de explotaciones. Fuente: elaboración propia con datos para la comarca de l’Horta Nord del Banco de Datos Territorial de la CV (2019).

4.2.2 Procesos en despliegue

La alta productividad de las tierras⁸, la estructura actual de propiedad minifundista y de arrendamiento y el funcionamiento del agrosistema actual, subordinado a la crisis de precios agrícolas y la competencia con otros usos del suelo, son procesos principales de configuración en este ámbito acreditadas desde 1957 (Temes-Córdovez *et al.*, 2020). Como indicador de Objetivo de Desarrollo Sostenible⁹ en el caso de la Comunitat Valenciana, el porcentaje de titularidad sobre el conjunto de trabajadores agrícolas se sitúa sobre la media estatal, en torno al 51 %, frente al dato base 47,7 % (INE, 2021). El índice de Gini de concentración de la propiedad en la Comunitat Valenciana (0,456) se encuentra por debajo de la media estatal (0,73) según datos del censo de 2009 (Soler y Fernández, 2015).

La pérdida de número de explotaciones y el aumento del tamaño de estas son fenómenos superpuestos y dinámicas que exceden el ámbito comarcal. En el caso de l’Horta Nord, estos fenómenos han tenido cierta incidencia, aunque se encuentran aún muy alejados de los niveles regionales y estatales. Como comparativa entre ambos censos y por titularidad, las personas físicas son las que se han visto afectadas en mayor medida, con una pérdida de 4.876 explotaciones, frente al aumento de propiedad en sociedades mercantiles (66 explotaciones) y cooperativas (54 explotaciones) (CADRECTE, 2020). Los costes de

⁸ Entre 20 y 30 veces en términos monetarios con respecto a secanos adyacentes (Hermosilla-Plá y Membrado-Tena, 2018).

⁹ Indicador 5.a.1. a) Proporción del total de la población agrícola con derechos de propiedad o derechos seguros sobre tierras

agrícolas, desglosada por sexo; y b) proporción de mujeres entre los propietarios o los titulares de derechos sobre tierras agrícolas, desglosada por tipo de tenencia.

explotación, basados en el mismo informe, aumentan interanualmente para todos los fertilizantes (único desglose en el IPPA), disminuyen para las tierras de regadío en la provincia y los salarios agrarios aumentan ligeramente, encontrándose por encima de la media estatal por la estructura minifundista (CADRECTE, 2020).

Los datos periódicos publicados por CADRECTE en el Informe del Sector Agrario (2020) orientan en cuanto al análisis posterior sobre los precios percibidos por las y los agricultores (índice IPPA), señalan una disminución interanual del precio percibido del orden del -3,12 % para las hortalizas, del -0,26 % para las plantas y flores y del -31,49 % para las raíces y tubérculos (especializaciones productivas en la comarca). El aumento global del IPPA vegetal interanual de 2,18 % entre 2019 y 2020 se sostiene por las campañas de cítricos (+21 %), otro cultivo principal en el ámbito de estudio, y otros productos.

Las perspectivas del sector, con base en el análisis de los discursos del campesinado de la investigación de Requena i Mora *et al.* (2018), muestran para el caso valenciano una percepción generalizada en los grupos de discusión sobre la subalternidad de la actividad, la autoexplotación de las y los agricultores para mantener un margen de beneficio en los contextos de bajada de precios en mercados mayoristas o la competencia de pequeñas explotaciones con grandes explotaciones en entornos de concentración de propiedad por economías de escala, confirmado en el diagnóstico para el sector en el municipio de Alborai (Fundació Assut, 2018).

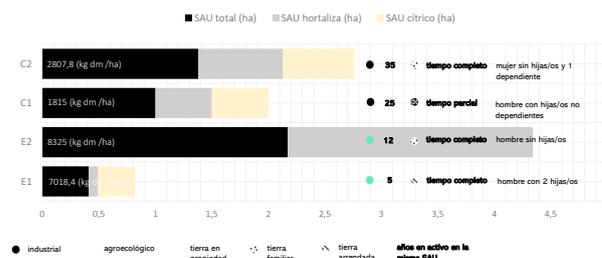
Las denominadas “vías sin salida” de la agricultura (Requena i Mora *et al.*, 2018), entre las que se encuentran la baja rentabilidad y la reinversión constante de los beneficios en medios sociotécnicos de producción, la competencia entre mercados europeos y extranjeros y los requisitos de responsabilidad ambiental, el escaso reconocimiento y relevo generacional o la dificultad

de acceso a la tierra, coinciden con el diagnóstico municipal de Alborai (2018), el estudio sobre percepciones ambientales de la sociedad valenciana de Santamarina (2010) o los conflictos estudiados en el ámbito por Cabrejas y García (1997), y aportan información con respecto a lo apuntado por González- Molina (2012) en cuanto al papel subordinado de la agricultura dentro de los procesos de desarrollo económico, pese al papel identitario-simbólico que representa la actividad en la comarca y dentro del contexto urbano de la ciudad de València.

4.3 Selección de la muestra

Se han seleccionado agricultores y agricultoras que hayan mantenido la actividad de modo continuado más de 5 años en las mismas tierras, buscando representatividad en cuanto a modelo industrial y agroecológico. La descripción de la muestra se encuentra en la figura 7 a partir de los datos obtenidos del cuaderno de explotación de la campaña 2020; se han estimado tanto los indicadores de proceso como el balance energético de las explotaciones.

Dados los objetivos del estudio, se han excluido los datos cuantitativos relativos a la comercialización y distribución de la producción agrícola (consumos de combustible en transporte, vehículos y mano de obra), al encontrar difícil extraer datos de destino final de los productos (comercialización a larga distancia de algunos productores) y suponiendo que debieran aplicarse factores estándar procedentes de fuentes secundarias, con gran incertidumbre.



Diversidad agrometabólica en la comarca de l’Horta de València. El metabolismo social como herramienta para las transiciones ecosociales

PRODUCCIÓN ANUAL	producción huerta (kg año ⁻¹)	producción cítrico (kg año ⁻¹)	producción total (kg año ⁻¹)	producción final seco (kg dm ha ⁻¹)	producción energía (kJ año ⁻¹)	producción final energía (MJ ha ⁻¹ año ⁻¹)
E1	8.000,00	11.550	19.550,00	7.018,41	6.649.951,55	16.219,39
C1	0	15.000	15.000,00	1.815,00	3.414.015,00	3.414,01
E2	97.650		97.650,00	8.325,00	49.083.284,30	22.619,02
C2	8.583,33	18.900	27.483,33	2.807,83	8.616.026,81	6.243,49

OPERACIONES ANUALES (MAQ.)	desbroce (maquinaria pesada)	desbroce (maquinaria ligera)	rotovariado	cavallonado	tratamientos gestión de plagas maquinaria	tratamientos con fertilizantes orgánicos	tratamientos gestión de plagas mochila	transplante	poda	troceado de madera	Cosecha a igual SAU	incorporación de residuos (recolectado)
E1	3	1									3	
C1			2		1						1	1
E2	2		2	2			3				3	1
C2	1		2	1		2	3		1	1	2	

Figura 7. Short-list de la muestra seleccionada para el ámbito de estudio (caracterización, cosechas y operaciones con maquinaria), año 2020. Fuente: elaboración propia

4.4 Metodología de análisis de datos cuantitativos

4.4.1 Modelo agrometabólico y criterios de selección de indicadores

Se delimita el metabolismo de agrosistema desde el ámbito de la explotación agraria, entendida esta como superficie manejada por un mismo jefe de explotación. La matriz metabólica se presenta en la figura 8; la correspondencia de procesos y elementos se aporta en la tabla 2.

El estudio se enmarca dentro de lo considerado como *snap-shot* o foto fija del metabolismo, en el

que se analizará el resultado de los datos de fuentes primarias. La serie temporal analizada es de 1 año de duración y el cuestionario se dirige a obtener información sobre el año 2020 normalizada sobre la unidad SAU (hectárea), tanto por la posibilidad de acceder a valores medios o completos de series estadísticas como por la accesibilidad del libro de explotación o la memoria de las personas agricultoras participantes. Los tributos anuales y otras cotizaciones o valores, como los consumos o gastos, se prorratearán anualmente.

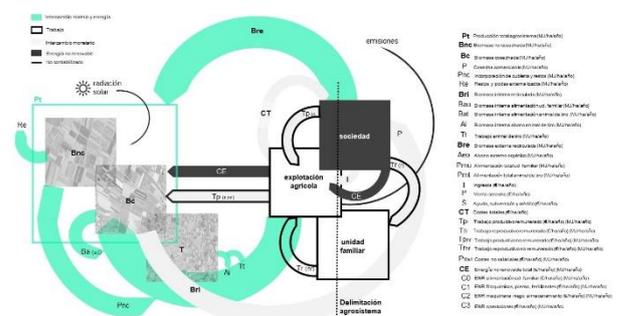


Figura 8. Matriz metabólica de la propuesta metodológica para el estudio. Fuente: elaboración propia a partir de Gingrich *et al.* (2018) y Marco *et al.* (2019a; 2019b)

Según la aproximación de bienes-fondo y funciones del agrosistema de González-Molina *et al.* (2020), en este estudio se analizarán comparativamente el grado de extracción del agrosistema (DPT) y el grado de dependencia externa del agrosistema (DRT) (tabla 3).

DPT se refiere al proceso productivo del agrosistema, o de apropiación sobre el bien-fondo natural a partir del manejo agrario (bien-fondo social y bien-fondo económico¹⁰). El proceso reproductivo asociado (fig. 9) es la recirculación

medios sociotécnicos de producción), y se sostiene mediante los procesos de producción y reproducción del trabajo y mediante la adquisición en el mercado de medios sociotécnicos (maquinaria, combustible, fitoquímicos, abonos extrasistema) a

¹⁰ El bien-fondo social, a partir de González-Molina *et al.* (2020) y Marco *et al.* (2019a; 2019b), consiste en el capital que sostiene las prácticas agrícolas y procesos ecológicos desde la esfera humana y comunitaria (trabajo productivo, reproductivo,

y mapas, de usos frecuentes en las herramientas de evaluación de sostenibilidad o metabolismo a pie de finca (Arulnathan *et al.*, 2020). En las tablas 3 a 5 se describen los indicadores seleccionados para el balance de información.

4.4.2 Indicadores cuantitativos en balances de información de variedades agrometabólicas

Los indicadores para la caracterización cuantitativa de patrones metabólicos según su grado de extracción y dependencia del exterior, a partir de los procesos estudiados, se obtienen tras una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios sobre el metabolismo social (Haq y Boz, 2019; Gingrich *et al.*, 2018; Marco *et al.*, 2019a; 2019b) y evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agrarios (Stylianou *et al.*, 2020).

Abrev.	Balance	Unidad	Descripción
DPT	$BRi - PT$	MJ ha ⁻¹ año ⁻¹	Balance sintético de energía y materiales entre la productividad total del agrosistema bajo las prácticas actuales (Ptn) y el consumo total de energía externa no recirculable en la explotación (CE)
DRT	$BR - CE$	MJ ha ⁻¹ año ⁻¹	Balance sintético de energía y materiales entre la recirculación (BR) y el consumo total de energía externa no recirculable en la explotación (CE), o balance de dependencia externa del agrosistema

Tabla 3. Indicadores de producción y reproducción del agrosistema. Fuente: elaboración propia

Abrev.	Indicador	Unidades	Descripción	Fuente
EFEROI	$\frac{BC}{CE}$	adimensional	Tasa de retorno energético de <i>inputs</i> externos	Pimentel y Giampietro (1994)
IFEROI	$\frac{BC}{BRi}$	adimensional	Tasa de retorno energético de <i>inputs</i> internos	Tello <i>et al.</i> (2015)
FEROI	$\frac{EFEROI \times IFEROI}{EFEROI + IFEROI}$	adimensional	Tasa de retorno energético	Guzmán-Casado <i>et al.</i> (2017)

Tabla 4. Indicadores de eficiencia de la matriz MEFA del agrosistema. Fuente: elaboración propia

Abreviatura	Indicador	Unidades	Descripción
F1	$CE - BRe$	MJ ha ⁻¹ año ⁻¹	Dependencia de energía fósil no recirculable en el agrosistema
F2	$\frac{P}{F1}$	adimensional	Ratio de externalización productiva de la energía y materiales de origen fósil en el agrosistema (dependencia fósil de la cosecha)

Tabla 5. Indicadores de fosilización agrícola. Fuente: elaboración propia

4.4.3 Factores de conversión

En este estudio, se han utilizado fuentes terciarias para la obtención de valores de cálculo y factores de conversión de unidades energéticas contenidas en producción, insumos y operaciones en el agrosistema, resumidas en la tabla 6.

Se adopta una visión ampliada del uso de combustibles fósiles y de la maquinaria a diferencia de Passeri *et al.* (2013), contabilizando tanto el uso final y directo dentro de la explotación como el prorrateo de la energía contenida en los mismos (producción y mantenimiento) a partir del uso (ha-año⁻¹) y vida útil (años o ciclos de carga).

Insumo	Fuente	Unidades	MJ unidad ⁻¹
Fertilizante NPK (fertilizante o <i>sprayer</i>)	Guzmán y Alonso (2008)	MJ/l	33,4
Fertilización orgánica	Aguilera <i>et al.</i> (2015)	Valor por ganadería de origen	
Insecticidas	Mazis <i>et al.</i> (2021)	Kg	363,6
Insecticidas microbianos	Kaltsas (2005; cit. en Mazis <i>et al.</i> , 2021)	Kg	290
Fungicidas	Kaltsas (2005; cit. en Mazis <i>et al.</i> , 2021))	Kg	99
Cobre	Pimentel (1980; cit. en Mazis <i>et al.</i> , 2021)	Kg	13,3
Azufre	Mazis <i>et al.</i> (2021)	Kg	3
Herbicidas	Kaltsas (2009; cit. en Mazis <i>et al.</i> (2021)	kg	418
Producción	Fuente	Unidades	MJ unidad ⁻¹
Conversión a materia seca	Guzmán <i>et al.</i> (2014)	Valor por tipo de cultivo	

Insumo	Fuente	Unidades	MJ unidad ⁻¹
Plantel y semillas	Dawson (cit. en Woods <i>et al.</i> , 2010)	MJ kg ⁻¹	0,15
Producción de residuo no cosechable	Guzmán <i>et al.</i> (2014)	Valor por tipo de cultivo	
Contenido energético del cultivo cosechable	FAO (2019) valores por provincia	Valor por tipo de cultivo	
Conversión faneca-hectárea	-	0,083	
Operaciones	Fuente	Unidades	MJ unidad ⁻¹
Incorporación de residuos	Guzmán <i>et al.</i> (2014)	MJ kg dm ⁻¹	17,57
Incorporación de cubierta herbácea	Guzmán <i>et al.</i> (2014)	MJ kg ⁻¹	14,7
Mano de obra	Mazis <i>et al.</i> (2021)	MJ hora ⁻¹	2,2
Riego a manta por gravedad	Aguilera <i>et al.</i> (2015)	MJ ha ⁻¹	0,0056
UTA en operaciones agrícolas	IDAE (2005)	h ha ⁻¹	Valor por maquinaria
Consumo de maquinaria	Alonso y Guzmán (2010)	L h ⁻¹	Valor por maquinaria
Yunta de tiro	González-Molina <i>et al.</i> (2015)	MJ hora ⁻¹	6,75
Asignación de horas trabajo reproductivo	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2015)	H semana ⁻¹	Valor por unidad convivencial
Conversión de toneladas equivalentes de petróleo (TEP)	IEA (2020)	MJ l ⁻¹	Valor por combustible
Otras	Fuente	Unidades	MJ unidad ⁻¹
Alimentación unidad convivencial	MAPA (2020)	kcal año ⁻¹ persona ⁻¹	3054
Pienso de yunta	Strömberg (2020)	MJ día ⁻¹	50

Tabla 6. Fuentes de obtención de valores de cálculo y factores de conversión. Fuente: elaboración propia

4.5 Metodología de análisis de datos cualitativos

En este estudio se utiliza el término ‘Medios Sociotécnicos de producción No físicos’ (MSn), con el fin de incorporar en el análisis todas aquellas estructuras e imaginarios (Castoriadis, 1975; Muiño, 2015) que constituyen la circulación de información en el agrosistema (González-Molina *et al.*, 2020), la dimensión política de la actividad (sensibilización ambiental y perspectiva de sucesión) y la arquitectura social orientada a la producción agraria (autoridad, derechos), que

influiría tanto en el modo y volumen de apropiación, como en el uso de esta (recirculación al interior, descarte o comercialización).

Marco *et al.* (2019a) señalan, a partir del estudio histórico comarcal, que la transición de los agrosistemas resultaría de reajustes en los bienes-fondo (manejo agrario) de cuantificación por su naturaleza material-energética, como condición necesaria pero no suficiente, habiendo sido resultado también de los procesos de legitimación de estas nuevas estrategias metabólicos. Ejemplos de las estrategias de transición socioecológicas anteriores serían la acumulación de bienes raíz para la reproducción del fondo económico y la pretendida sustituibilidad de capitales fósil y económico por natural y social, marcos descentralizados de gestión de bienes comunes necesarios para la reproducción del fondo natural (Guzmán *et al.*, 2022) o social, o distribución en el mercado o “ambiente social” de Toledo (2008) de la fuerza de trabajo (productivo y reproductivo).

La propuesta metodológica para el análisis de los MSn se basa en una entrevista semiestructurada, (cuyo guion puede encontrarse [aquí](#)) y la elaboración de un sistema de códigos híbridos entre la selección deductiva a partir de la bibliografía y la inductiva a partir de las entrevistas realizadas. Con los códigos determinados, se procedió a identificar unidades dentro de las entrevistas, trasladándose a la matriz de resultados.

4.5.1 Sistema de códigos

El sistema de códigos tiene como fin evaluar las categorías de análisis (tabla 7) que Muiño (2015) identifica como imaginarios de desarrollo y Castoriadis (1975) como percepciones

fenomenográficas¹¹, o experiencias cualitativas en torno al fenómeno del metabolismo del agrosistema. Se trata, pues, de adoptar una perspectiva socioecológica e interpretativa, crítica con respecto a la producción de desigualdad de las relaciones de poder en el marco de la actividad agraria y la cuestión de la sociocapacidad, y de desarrollo con respecto a la hipótesis intuitiva de González-Molina (2021) y Guzmán-Casado (2022) cuando apuntan a la desigualdad como conductor principal del cambio y reorganización de bien-fondo en los agrosistemas.

Categoría	Proceso
Proceso de producción de MSn en agrosistemas	
Percepción subjetiva de la historicidad	Producción de la actividad agrícola en el tiempo, sentimiento de legado o herencia de la actividad o el cuidado y manejo de las tierras desde generaciones anteriores
Autoridad y derechos	Marco de relaciones de poder y de producción de esquemas de autoridad y derechos en el agrosistema, incluyendo procesos informales no monetarizados (arriendo informal, favor, trueque, <i>tornallom</i>)
Imaginario constituido	Dimensión experiencial subjetiva y construcción de significado sobre la actividad agrícola. Reconocimiento de agencias, influencias o poderes externos e internos
Procesos de reproducción de MSn en agrosistemas	
Imaginario constituyente	Construcción del imaginario social-simbólico en torno a la ecoddependencia y producción del cambio. Reconocimiento de transición, manejo premeditado ante crisis
Percepción subjetiva de la posibilidad	Reproducción de la actividad agrícola en el tiempo, percepción de alternativa y cambio premeditado

Articulación política

Producción de estrategias colectivas transformadoras de la actividad agrícola, agencia política y reconocimiento del papel dentro del escenario posible

Tabla 7. Categorías de análisis cualitativo (procesos de producción y reproducción de MSn). Fuente: elaboración propia a partir de Castoriadis (1975), Muiño (2015) y González-Molina et al. (2020)

El análisis de los MSn se realiza con base en 5 códigos (tabla 8), buscando incorporar tanto las dimensiones de producción como de reproducción socioecológica del agrosistema.

Código	Subcódigo	Descripción de los procesos de producción y reproducción de MSn
Sensibilización ambiental (SA)	SA1	Perspectiva asumida, reconocimiento de imposiciones normativas o forzamiento externo con capacidad regulatoria efectiva
	SA2	Posicionamiento consciente, preocupación por la situación ambiental
	SA3	Posicionamiento consciente, crítico y toma de medidas de forma proactiva en la explotación
Perspectiva de sucesión intergeneracional (SI)	SI1	Perspectiva pesimista con respecto a la situación futura
	SI2	Perspectiva positiva o transformadora con respecto a la situación futura
Alienación y toma de decisiones (AT)	AT1	Margen de decisión autónoma mínimo sobre control de precios, insumos, producción y manejo
	AT2	Margen de decisión autónoma limitado sobre control de precios, insumos, producción y manejo
	AT3	Margen de decisión autónoma amplio sobre control de precios, insumos, producción y manejo
Participación	PPA1	Actividad agrícola sin vínculos formales con otros agrosistemas o

¹¹ Castoriadis (1975) identificaba la sociedad como la clausura organizadora, cognitiva e informativa. Las significaciones constituidas funcionan de forma conservativa sobre la práctica social. Arribas (2008) interpreta esta fenomenografía afirmando

que, en momentos de crisis, esta clausura eclosiona para reformularse en algo distinto, bajo imaginarios constituyentes.

	entidades de la sociedad civil (uniones, asociaciones, sindicatos)	colectivas transformadoras de la actividad agrícola
	PPA2 Actividad agrícola articulada mediante vínculos formales con otros agrosistemas o entidades de la sociedad civil (uniones, asociaciones, sindicatos)	
Satisfacción con la actividad (S)	S1 Satisfacción (cargas de trabajo, rol social, desempeño, ingresos)	Dimensión experiencial subjetiva y significados
	S2 Insatisfacción (cargas de trabajo, rol social, desempeño, ingresos)	

Tabla 8. Sistema de códigos de análisis cualitativo en los balances de información. Fuente: elaboración propia a partir de Castoriadis (1975), Muiño (2015) y González-Molina *et al.* (2020)

4.5.2 Análisis cualitativo en balances de información de variedades agrometabólicas

Las entrevistas fueron codificadas con base en el sistema anterior, identificando unidades y trasladándolas a la matriz de resultados. Una vez efectuado el análisis cuantitativo, se incorpora a este el análisis cualitativo dentro de los balances de información, caracterizando los distintos patrones o variedades agrometabólicas (objetivo 1 de este estudio) con intencionalidad cartográfica y vinculando el despliegue de procesos socioecológicos (ambientales y socioeconómicos) dentro de los agrosistemas en el ámbito de l’Horta Nord, es decir, produciendo un discurso (Conde, 2009) que sostenga la producción y reproducción de los procesos sociometabólicos estudiados a partir de la información cualitativa recopilada de la muestra de observación (objetivo 2).

4.6 Sesgos y limitaciones

Solo recientemente se ha venido a profundizar en los modelos metabólicos como herramienta de análisis de interacciones socioecológicas (Infante-Amate *et al.*, 2017), en línea con las corrientes interdisciplinarias y los enfoques integrales (Lam *et al.*, 2014). Los modelos metabólicos son herramientas, que funcionarían funcionan como “dispositivos de mirada” (Vindel, 2020: 15) y su

valor recae precisamente en su utilidad para desplegar posibilidades y dotarnos de herramientas de comprensión no lineal, no intuitiva y de comportamiento emergente. Su papel, desde este punto de vista, es el de acoger horizontes de posibilidad, y no el de fiscalizar la materialidad social o deshistorizar los procesos físicos.

En cuanto a la validez de los datos de fuentes primarias, según la clasificación de sesgo en Forni y De Grande (2020), el sesgo principal de este estudio tiene su origen en los cuadernos de explotación de las personas participantes con respecto a las parcelas objeto de estudio, en la propia percepción del gasto y producción de algunos elementos de escasa trazabilidad dentro de los cuadernos de explotación y de la cotidianeidad (consumos de carburante, consumos por cultivo...) y en la memoria de las propias personas participantes. Este sesgo se ha tratado de minimizar sustituyendo el año inicial objeto de estudio (2019) por el año siguiente (2020), a pesar de caer en un sesgo de excepcionalidad derivado de las medidas sanitarias tomadas en relación con la pandemia COVID-19 en el área de estudio (cierre del canal HORECA y mercados, variación de las demandas globales/locales, variación de precios), lo cual suma incertidumbres al hecho de que los patrones difirieran con respecto a un año medio de explotación, lo cual podría comprometer la caracterización. Sin embargo, durante la celebración de las entrevistas este hecho fue remarcado y no se evidenciaron, por parte de las personas participantes en la muestra, una variación con respecto a la situación prepandémica, tanto por el volumen mínimo o nulo de sus ventas en el canal HORECA como por el mantenimiento de sus canales de comercialización. No se ha procedido en el estudio a un análisis estadístico de los mismos, por lo que no cabe tratar sesgos de incertidumbre estadística en la investigación. El estudio trata de proponer una apuesta metodológica, y no tanto una generalización de los resultados de la misma a otras explotaciones similares o una replicabilidad

de datos; por tanto, tampoco cabe resaltar este tipo de criterios de calidad de sesgos sobre la muestra.

Cabe señalar las limitaciones en cuanto al análisis de reproducción de procesos socioecológicos, sin metodología o cuerpo teórico extendido (González-Molina *et al.*, 2020) o teorías del cambio en agrosistemas (González-Molina, 2021) y son, así mismo, difícilmente cuantificables el papel de la biodiversidad no cosechada (BNC) o los propios intercambios entre agroecosistemas, una vez delimitada la unidad de apropiación (Tello *et al.*, 2015). Este hecho se debe a que el estudio del metabolismo implica ciertas contradicciones ontológicas con respecto a una realidad socioecológica que no es delimitable a un entorno que permita el análisis, suponiendo procesos de naturaleza estocástica que exceden las posibilidades del estudio. El uso de índices compuestos de manera sintética podría, según estos autores (*ibid*, 2015), superar estas limitaciones, al aportar información concomitante y de naturaleza comparada entre agrosistemas articulados sobre un número importante de flujos de materia y energía. Marco *et al.* (2019a, 2019b) encuentran dificultades similares en torno a la cuantificación de los flujos de reproducción del fondo natural en su modelo SERA, una vez asumido que la agricultura actual sustituye la producción de estos bienes-fondo a partir de insumos extrasistema (abonos y pesticidas), debilitando la reproducción de los mismos (fertilidad del suelo, control integrado de plagas y enfermedades), siendo principal en la producción el proceso de reutilización de biomasa dentro del agrosistema (González-Molina, 2011; cit. en Marco *et al.*, 2019a). En cuanto a la identificación de criticidad, se trata de una interpretación de la trayectoria de un fenómeno en despliegue y no de su irreversibilidad, diferenciándose, en este sentido, de las interpretaciones estrictas y positivistas como podría ser la cuantificación del papel de la biodiversidad no cosechada en la recirculación de energía y materiales de sostenimiento de la

fertilidad del suelo, y permitiendo, sin embargo, la identificación de impactos ambientales y los *drivers* o conductores de adaptación de los agrosistemas (González Molina, 2021).

La elección de la entrevista semiestructurada como herramienta de levantamiento de información cualitativa permite aumentar el grado de comparabilidad entre los casos de la muestra mediante la codificación (Corbetta, 2003), alineándose así con los objetivos del estudio, y permite cierto margen de libertad a la hora de introducir los distintos bloques de guion establecidos de manera fluida, además de facilitar la recopilación de datos sensibles, como los referentes a ingresos o prácticas extralegales o irregulares en la explotación, sin trazar un perímetro estricto de discurso del entrevistado o una apertura excesiva que impida el tratamiento conjunto de los datos.

El hecho de realizar entrevistas semiestructuradas conlleva un diálogo anidado entre sujetos, implicando una influencia en las respuestas o sesgos de información, personales y de selección, tanto cometidos en la construcción del instrumento de medición de información (sistema de códigos) como en la recolección de datos (entrevistas). No cabe aplicar una triangulación como mecanismo de reducción de este tipo de sesgos, solo confirmar la información evidenciada por las personas participantes en una observación en la visita a las fincas, en las que se confirmaban algunos datos aportados *in situ* por las personas participantes (maquinaria, tipos de cultivo, extensiones de superficies, fitotratamientos).

El ejercicio analítico y cartográfico en el estudio se encuentra sujeto tanto a la observación participante como a los posicionamientos previos (Haraway, 1995). Por tanto, es deseable realizar un ejercicio de exposición situada que enmarque la

objetividad¹². La recuperación de la subjetividad como fuente de conocimiento y el hecho de que la investigación parta de una inquietud que me implica biográficamente son ambas fuentes de sesgo y de conocimiento. La primera por la parcialidad y participación en la construcción de significado y la segunda por la imposibilidad de construcción del mismo sin subjetividad o con la mera reducción de los sesgos de información en las visitas a finca. Con el fin de enmarcar la objetividad, como defiende Haraway (1995), me sitúo como agricultora de autoconsumo, organizada políticamente en torno a la defensa de la soberanía alimentaria y ciudadana del Norte Global. Mi sensibilización con respecto al papel de la agricultura en el Norte Global, mi rol activista y mi apuesta política por el decrecimiento situado y la ecoddependencia son los ejes sobre los que construyo las hipótesis de partida de la investigación, o la incongruencia entre la reproducción de bienes-fondo y agricultura extractivista que sostiene también González-Molina (2020), Marco *et al.* (2019a, 2019b) y Guzmán *et al.* (2022) como fenómenos históricamente interrelacionados con la producción de desigualdad, junto con la sustituibilidad entre bienes-fondo y la apuesta constructivista de interpretación del marco metabólico de las sociedades de Muiño (2015).

¹² Entendiendo la objetividad según las epistemologías feministas y teoría social crítica, producida “*al dar cuenta de las posiciones de partida y las relaciones en que nos inscribimos*” (Cruz et al., 2012) y en un ejercicio reflexivo que aborde la

subjetividad del sujeto que conoce, evitando operaciones de cancelación o sustitución de este.

5 Resultados

5.1 Caracterización de variedades agrometabólicas

5.1.1 Balances de información

En la tabla 9, se muestran los resultados de la muestra de los elementos calculados cuantitativos. En la tabla 10, se muestran los resultados cualitativos.

Las figuras 10 a 15 muestran los resultados de indicadores de producción-reproducción (fig. 10), dependencia fósil (fig. 11) y perfiles de externalización en agrosistemas (fig. 12), perfiles de recirculación en agrosistemas (fig. 13), indicadores de sustitución-recirculación (fig. 14) y eficiencia de procesos (fig. 15 y fig. 16).

ELEMENTOS	Pt (Rnc+Rc)	Bc	Bnc	Bri	Bre	Pnc	Re	C0	C3	C2	C1	CE
	MJ ha ⁻¹ año ⁻¹											
E1	155.848,93	155.797,85	51,08	165.953,51	62.120,26	66.493,21	73.085,24	6.221,61	1.251,56	403,21	44.118,90	51.995,27
E2	101.313,05	101.293,89	19,15	91.740,30	111.161,84	40.059,53	38.615,34	11.228,09	8.965,11	7.276,79	99.933,75	127.403,75
C1	55.471,16	55.369,01	102,16	40.918,14	2.769,50	46.314,28	5.640,71	2.769,50	5.038,51	152,48	46.816,00	54.776,49

C2	91.892,20	91.885,82	6,38	85.758,29	64.243,47	52.913,69	32.728,63	5.889,47	6.391,40	249,56	56.354,00	70.884,43
-----------	-----------	-----------	------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	--------	-----------	-----------

Tabla 9a. Resumen de elementos de cálculo para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord. Fuente: elaboración propia

ELEMENTOS	P	I	CT
	MJ ha ⁻¹ año ⁻¹	€ ha ⁻¹ año ⁻¹	€ ha ⁻¹ año ⁻¹
E1	16.219,39	22.439,02	7.634,20
E2	22.619,02	70.967,74	30.053,37
C1	3.414,01	2.100,00	2.455,45
C2	6.243,49	54.471,59	8.346,08

Tabla 9b. Resumen de elementos de cálculo para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord. Fuente: elaboración propia

Los valores máximos de producción por superficie los alcanzan ambos operadores agroecológicos (E1, E2), como así los valores máximos de cosecha por superficie. El operador agroecológico E1 muestra los valores máximos de producción de biomasa recirculada interna (E1: 165.953,51) y los menores valores de costes energéticos externos totales (CE: 51.995,27). Inversamente, el operador agroecológico E2 muestra los valores máximos de costes energéticos externos totales (E2: 127.403,75) y costes económicos totales (E2: 30.053,37) e ingresos (E2: 70.967,74), frente al resto de operadores.

Los operadores industriales muestran valores bajos de cosecha por superficie, biomasa recirculada interna y producción total del agrosistema. Con respecto a los costes totales e ingresos los valores

son, así mismo, bajos con respecto a los operadores agroecológicos. Los valores de biomasa recirculada de origen externo e interno son altos para el operador C2 (C2: 64.243,47 y C2: 85.758,29). El operador C1 muestra el valor más alto de biomasa no cosechada (C1: 102,16) y valores bajos de insumos de maquinaria y fitoquímicos.

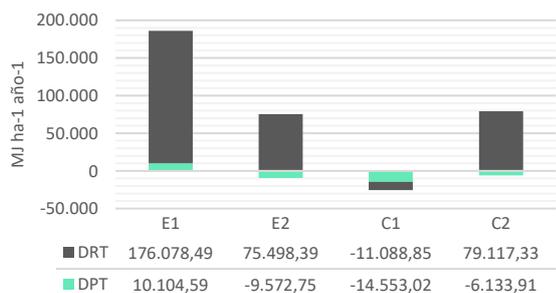


Figura 10. Balances de información inicial (indicadores de producción-reproducción) para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord. Fuente: elaboración propia

Los operadores agroecológicos muestran diferencias esenciales en cuanto al manejo del agrosistema: en ambos balances iniciales (DPT, DRT), el operador E1 muestra un superávit energético en la recirculación-externalización de procesos productivos (E1: 10.104,59), a diferencia del resto de operadores. De modo inverso, el balance de sustitución de fondos es positivo para todos los operadores, excepto para C1, indicando que se recircula más en los agrosistemas (de fuentes externas e internas) que con el consumo de energía no recirculable de origen fósil.

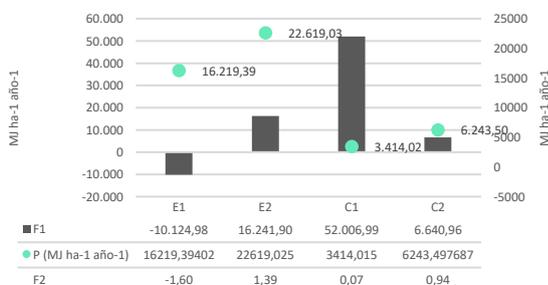


Figura 11. Indicadores de dependencia fósil del agrosistema y la cosecha para la muestra seleccionada

de agrosistemas en l’Horta Nord. Fuente: elaboración propia

Con respecto a la fosilización productiva o dependencia fósil de agrosistemas, solo el operador E1 muestra un superávit del agrosistema con respecto a la energía no renovable, en el que gran parte de la energía de insumos externos no renovables se maneja para apoyar ciclos de recirculación en el agrosistema. El resto de operadores presentan un déficit entre 6.640,96 MJ ha⁻¹ año⁻¹ y un máximo de 52.006,99 MJ ha⁻¹ año⁻¹.

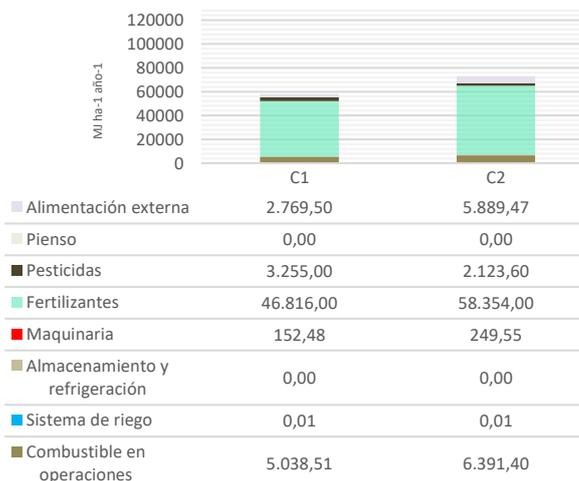
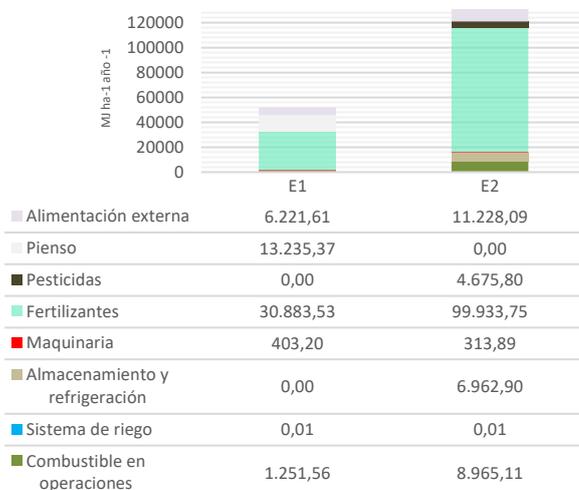


Figura 12. Perfiles de externalización de procesos por categorías de insumos para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord (arriba: agroecológicos, abajo: industriales). Fuente: elaboración propia

Con respecto al indicador de fosilización de cosecha F2, los operadores agroecológicos producen una

cosecha por superficie energéticamente mayor que la energía de insumos no reciclables, frente a la situación inversa en el caso de operadores industriales.

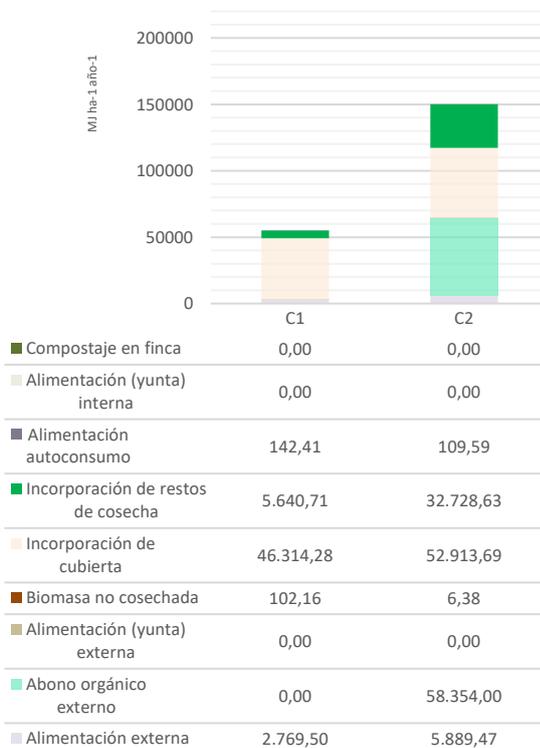
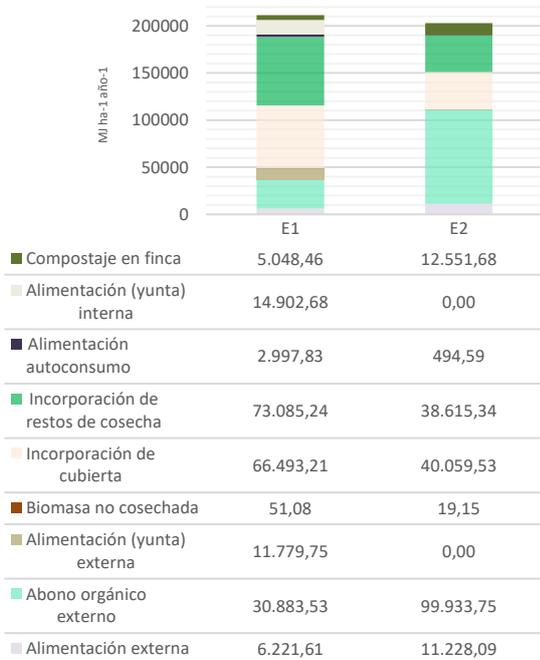


Figura 13. Perfiles de recirculación de procesos por categorías de flujos para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord (arriba: agroecológicos, abajo: industriales). Fuente: elaboración propia

La categoría de insumo que mayor contribución presenta en los perfiles para todos los operadores en la muestra son los fertilizantes, con un 59 % de mínimo muestral (E1) y un 80 % de máximo muestral (C1). El pienso de origen externo de alimentación del animal de tiro es la siguiente contribución de importancia para el operador agroecológico E1, siendo los combustibles en operaciones la segunda categoría de importancia para el resto de operadores. La alimentación de la unidad convivencial fuera del agrosistema contribuye entre un 4 (C1) y un 11 % (E1) a los perfiles de externalización de los agrosistemas.

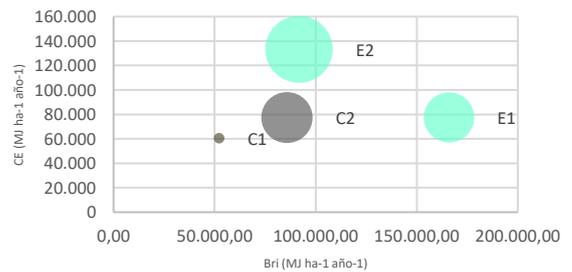


Figura 14. Indicadores de sustitución de los bienes-fondo y procesos de recirculación interna para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord. Tamaño de burbuja: BRE. Fuente: elaboración propia

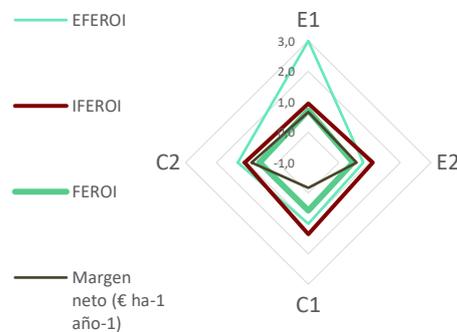


Figura 15. Indicadores de eficiencia de los procesos de externalización, recirculación e insumos totales para la

muestra seleccionada de agrosistemas en l'Horta Nord. Fuente: elaboración propia

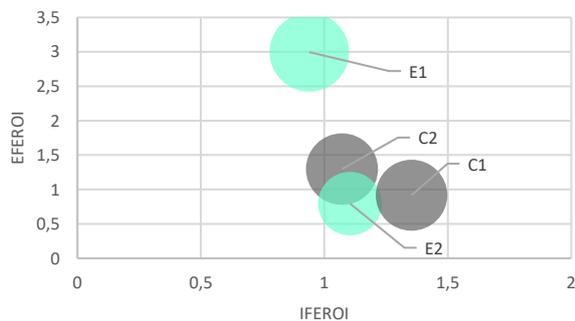


Figura 16. Indicadores de eficiencia de los insumos totales conjuntos (indicador FEROI) para la muestra seleccionada de agrosistemas en l'Horta Nord (tamaño de burbuja igual a FEROI). Fuente: elaboración propia a partir de Tello *et al.* (2015)

Los valores de eficiencia de los procesos en insumos externos son cercanos a 1:1 (una unidad producida por una importada) en operadores industriales y agroecológicos (E2, C1, C2) y de 3:1 en el operador E1. La eficiencia de insumos interna es cercana a la relación 1:1 en todos los operadores. En cuanto a la eficiencia conjunta de insumos, esta es cercana a 1:2 para todos los operadores, excepto E1 (FEROI; 0,71), permitiendo menores márgenes de maniobra en cuanto a la mejora del rendimiento vía insumos internos y externos, situación compartida por el resto de personas agricultoras, con rendimientos prácticamente antienergéticos en el manejo agrario.

5.2 Procesos en despliegue en los agrosistemas de l'Horta Nord

5.2.1 Fossilización de flujos productivos y grado de extracción en los agrosistemas

Para la muestra evaluada, el consumo de energía no renovable es el principal insumo en términos cuantitativos y por valores energéticos, del orden de mil veces superior con respecto a insumos como el trabajo (productivo y reproductivo) en el caso de E2, y un mínimo de 4 veces superior en el caso de E1. Esta fossilización, como así mismo señalan Aguilera *et al.* (2015) y en la revisión del metabolismo en la agricultura española de González-Molina *et al.* (2020), es una característica común tanto dentro de los manejos agroecológicos como industriales en la agricultura. Por perfiles de externalización, la fertilización a partir de fuentes externas contribuye de modo notable al consumo de energía no renovable en explotaciones tanto agroecológicas (68 %) como industrial (83 %). Con respecto a la comparativa MEFA entre cultivos y los análisis energéticos en explotaciones agrarias, Mazis *et al.* (2021) encuentra resultados similares con respecto a los perfiles de externalización por categorías, siendo los fertilizantes el principal pilar energético dentro del agrosistema (35-26,6 %), seguido por los combustibles de operaciones (34,2-25,99 %) (Mazis *et al.*, 2021)¹³.

Tal y como se afirma en estudios anteriores (Zhang *et al.*, 2013; Stylianou *et al.*, 2020), el uso de fertilizantes es la mayor contribución energética dentro de las explotaciones, y cualquier reducción en su fuente y cantidad disminuiría notablemente la conversión a sumidero energético de los agrosistemas, mejorando la eficiencia de insumos externos (EFEROI) y el retorno energético final de la explotación (FEROI). Siguiendo a Mosnier *et al.* (2022) y Tello *et al.* (2015), la escisión entre ganadería y agricultura supone una brecha energética dentro de las explotaciones agrícolas, suplida mediante el uso de abonos de síntesis o abonos orgánicos que, en cualquier caso, aumentan

¹³ La aplicación de un criterio conservador con respecto a la energía contenida en insumos (que incluye en este estudio transporte, producción y energía para la extracción del combustible utilizado) y la menor mecanización en comparación con otros territorios agrícolas, tanto en productores

agroecológicos como industriales, junto con las varias cosechas anuales derivadas de la alta productividad de las tierras, podrían explicar esta diferencia en la contribución de los fertilizantes, frente al estudio de Mazis *et al.* (2020).

su contribución energética por el transporte y la aplicación (Lin *et al.*, 2017).

La fosilización de agrosistemas (Harchaoui y Chatzimpiros, 2018; González-Molina *et al.*, 2020; Su *et al.*, 2021), que algunos autores han preidentificado como resultado de insumos directos e indirectos (Fess y Benedito, 2018), se ha querido estudiar aquí como aquella recirculable (mediante el elemento BRe) y la total (CE) mediante indicadores compuestos de dependencia fósil de la cosecha (F1) y externalización productiva (F2), con el fin de distinguir entre agriculturas fosilistas y extractivas y agriculturas igualmente fosilistas en las cuales parte de estas energías no renovables se dedican a la transferencia de materiales y energía a los procesos internos del agrosistema. Los operadores agroecológicos con compostaje en finca (E1, E2) y yunta de tiro en sustitución de maquinaria alimentada parcialmente con la producción en el agrosistema (E1) presentan perfiles de fosilización superiores a los operadores industriales (CE_E: 89.699,51 frente a CE_C: 62.830,46); sin embargo, su recirculación procedente de fuentes externas es mayor (Bre_E: 80.023,37 frente a Bre_C: 33.506,48).

Mediante el indicador compuesto F2, se ha analizado esta externalización productiva normalizada con respecto a la cosecha y la recirculación de fuentes externas, subrayando esta situación en la que ambos modelos sí parecen divergir. En los operadores industriales, el funcionamiento tipo sumidero, en el que el rendimiento productivo no equivale ni supera la importación de energías no renovables, es notable. Esta situación la expresan Tello y Galán del Castillo (2013) como “*coste de la sostenibilidad*”, refiriéndose a la detracción de materiales y energía del agrosistema con fines de externalización de la producción (vía mercado). De modo inverso, los operadores agroecológicos en la muestra manejan esta importación energética con fines de recirculación y alimentación de procesos reproductivos en el agrosistema.

La mecanización ha sido fuente de debate en torno a la baja eficiencia en la conversión energética de los animales de tiro (Aguilera *et al.*, 2015) y en cuanto al papel de sumidero de la alimentación animal externa (Harchaoui y Chatzimpiros, 2018), el cual supone hasta el 25 % de los insumos no renovables en el agrosistema gestionado por E1. El aumento de tamaño en las explotaciones agroecológicas (tanto para mejorar la eficiencia de los costes energéticos de maquinaria como para permitir un mayor porcentaje de alimentación del ganado de tiro procedente de la explotación y no dependiente de la importación de piensos), el arrendamiento de maquinaria y jornales y el uso de fertilizantes orgánicos podrían suponer una mejora en el perfil de fosilización de este tipo de agrosistemas.

5.2.2 Baja eficiencia productiva y rendimiento de insumos agrícolas

A diferencia de los resultados obtenidos en otros análisis comparativos (Alonso y Guzmán, 2010; Suja *et al.*, 2017) entre agricultura ecológica e industrial, en la muestra la productividad como cosecha (P) es considerablemente mayor en operadores agroecológicos (promedio de 19.419,20 MJ ha⁻¹ año⁻¹) que en los preidentificados como industriales (4.828,75 MJ ha⁻¹ año⁻¹). Esta situación puede ser resultado de la inversión en la muestra de las condiciones que estos autores refieren con respecto a las tipologías de manejo (menor disponibilidad de insumos aprobados en agricultura ecológica, ausencia de incorporación de otras prácticas, como rotaciones o abonos verdes) presentes en todas las explotaciones de esta tipología incluidas en la muestra.

La baja productividad constante en la tipología industrial podría tener como origen el agotamiento de los suelos cultivados históricamente en la comarca de l’Horta de València y la ausencia de rotaciones de cultivo o barbechos en los operadores industriales. Son necesarios estudios

posteriores de análisis de variables para concretar la significación de cada una de estas sobre el comportamiento del agrosistema.

Los resultados de eficiencia interna de insumos (IFEROI) para la muestra (1,21 en promedio industrial e igual a 1,02 en agroecológico) son inferiores a los obtenidos en el estudio de Galán *et al.* (2016) para el caso de la agricultura en la comarca de El Vallés en 1999 (2,20), manteniendo el déficit entre la mayor producción con respecto a una menor recirculación, que se sostendría mediante insumos externos. El ratio EFEROI es igual a 0,25 en Galán *et al.* (2016) y elevado en la muestra (1,15 en industrial y 1,90 en agroecológico). Estos indicadores muestran eficiencias productivas bajas tanto de insumos externos como internos, aunque mayores en el caso de insumos internos que la media de la agricultura española calculada en Guzmán *et al.* (2018).

El estudio de Tello *et al.* (2016) para la comarca de El Vallés (Catalunya) muestra resultados históricos del comportamiento del ratio de eficiencia conjunta de insumos externos e internos (FEROI) iguales a 1,03 en 1860 (pre-industrial) y de 0,22 en 1999 (industrial). En este estudio, la eficiencia conjunta de insumos (FEROI) muestra resultados por debajo de la relación “eficiente” de 1:1 en este ratio tanto para agrosistemas de manejo agroecológico como industrial, sin diferencias notables entre modelos. Siguiendo a Tello *et al.* (2016), estos valores del indicador de eficiencia conjunta podrían orientar cambios dentro de los márgenes de maniobra mayores en cuanto a la eficiencia de insumos, tanto externos como internos.

Las explotaciones con prácticas consideradas como tradicionales o de agriculturas campesinas (rotaciones, abonos orgánicos, incorporación de restos y baja mecanización) en la muestra (E1,C2) muestran mejores resultados en los indicadores FEROI y EFEROI, en línea con lo apuntado por González-Molina *et al.* (2020), con respecto a estos indicadores de eficiencia energética en agriculturas

tradicionales, cuestionando las tesis de mejora de rendimientos productivos de la agricultura industrial altamente mecanizada, de monocultivo y basada en insumos externos, cuestionada en estudios de línea temporal como el de Carpintero (2005) y Carpinero y Naredo (2007).

5.2.3 Análisis de la producción de medios sociotécnicos no físicos (MSn)

En la tabla 10, se muestran los resultados y frecuencia de códigos en el análisis de entrevistas semiestructuradas para la muestra seleccionada.



Código y subcódigo	Descripción	E1	E2	C1	C2
SA1	SA1 Perspectiva asumida, reconocimiento de imposiciones normativas o forzamiento externo con capacidad regulatoria efectiva		x		x
SA2	SA2 Posicionamiento consciente, preocupación por la situación ambiental	x	x		x
SA3	SA3 Posicionamiento consciente, crítico y toma de medidas de forma proactiva en la explotación	x	x	x	x
SI1	SI1 Perspectiva pesimista con respecto a la situación futura	x	x	x	x
SI2	SI2 Perspectiva positiva o transformadora con respecto a la situación futura	x		x	
AT1	AT1 Margen de decisión autónoma mínimo sobre control de precios, insumos, producción y manejo		x		x
AT2	AT2 Margen de decisión autónoma limitado sobre control de precios, insumos, producción y manejo	x	x		x
AT3	AT3 Margen de decisión autónoma amplio sobre control de precios, insumos, producción y manejo	x		x	
PPA1	PPA1 Actividad agrícola sin vínculos formales con otros agrosistemas o entidades de la sociedad civil (uniones, asociaciones, sindicatos)		x		
PPA2	PPA2 Actividad agrícola articulada mediante vínculos formales con otros agrosistemas o entidades de la sociedad civil (uniones, asociaciones, sindicatos)	x	x		x
S1	S1 Satisfacción (cargas de trabajo, rol social, desempeño, ingresos)	x		x	x
S2	S2 Insatisfacción (cargas de trabajo, rol social, desempeño, ingresos)		x		x

Tabla 10. Matriz de resultados del sistema de códigos aplicado para la muestra seleccionada de agrosistemas en l’Horta Nord. Fuente: elaboración propia

5.3 Variedades agrometabólicas

En la tabla 11 se muestra el resultado final del análisis de las variedades agrometabólicas en la muestra para los indicadores y códigos en los que se ha encontrado diferencia intramuestral e intra-modelo agrícola, con fines de caracterización.

Bien-fondo (a partir de González-Molina <i>et al.</i> , 2020)	Elemento del modelo agrometabólico	Indicador	Agricultura industrial		Agricultura agroecológica	
			C1	C2	E1	E2
Social y económico	Imaginario constituyente	SA3	Visión resignada, derrotista y continuista respecto a las prácticas	Visión lineal, delegación en agente externo, visión resignada	Visión política parcialmente resignada, adaptación proactiva en el agrosistema	Visión política parcialmente resignada, continuista en el agrosistema
	Satisfacción con la actividad	S1, S2	Hastío, cansancio, agotamiento (trabajo, ingresos, función social)	Hastío, cansancio, agotamiento (trabajo, ingresos, función social)	Concepto ampliado del trabajo (carga simbólica-identitaria y política)	Concepto ampliado del trabajo (carga simbólica-identitaria y política)
	Percepción subjetiva de la historicidad	SI1, SI2	Considerarse <i>en peligro de extinción</i> (E1)	Considerarse <i>en peligro de extinción</i> (E1)	Percepción de subalterinidad con autoestima	Percepción de subalterinidad con autoestima
	Toma de decisiones	AT3, FEROI	Mediada por actores sobre los que no se tiene control (mercado)	Mediada por actores sobre los que no se tiene control (mercado, técnicos)	Relativamente autónoma y proactiva	Relativamente autónoma y proactiva
	Margen de ganancia	G	Negativo	Suficiente	Suficiente	Expansivo
	Rendimiento de insumos externos	EFEROI	1:1	Cercano a 1:1	Relación 3:1	Menor a 1:1
	Fosilización productiva	F1, F2	Sumidero energético	Sumidero energético	Disipador energético	Sumidero energético
Social y natural	Balances productivos y reproductivos	DPT, DRT	Baja producción. Extractivo neto	Baja producción. Extractor parcial	Alta producción. Recirculador neto	Alta producción. Extractor parcial
	Eficiencia de insumos internos	IFEROI	Mayor producción que recirculación	Mayor producción que recirculación	Mayor recirculación que producción	Mayor producción que recirculación
	Sensibilización ambiental	SA1	Preocupación por el impacto de su actividad, adopción de prácticas sin coste económico	Poca preocupación por el impacto de su actividad	Alta, adopción de prácticas de regeneración del agrosistema frente a ganancias	Poca preocupación por el impacto de su actividad

Tabla 11. Variedades agrometabólicas a partir del análisis de indicadores cuantitativos y matriz de resultados de códigos cualitativos. Fuente: elaboración propia

6 Discusión

6.1 Variedades agrometabólicas y procesos en despliegue en la comarca de l’Horta Nord

6.1.1 Manejo agrario orientado a la mejora de bienes fondo social y natural en la transición productiva

Tello *et al.* (2015) argumentan que, para obtener aumentos del FEROI (flujos internos y externos) en el agrosistema, “*siempre requeriría un aumento proporcionalmente mayor del IFEROI, del EFEROI o de ambos*” (Tello *et al.*, 2015: 209), existiendo varias estrategias para ello (compensar la disminución del FEROI por usos crecientes de BR mediante la sustituibilidad por insumos externos o viceversa).

Esta encrucijada en el manejo de entradas y recirculaciones supondría que las y los agricultores encontrarán incentivos como ahorrarse insumos externos, o estrategias agroecológicas, estrategias LEIT o LME a partir de Tripp (2011; cit. en Tello *et al.*, 2015). Inversamente, implicaría encontrar en los insumos externos el ahorro del trabajo en el mantenimiento de los internos (estrategias de agricultura industrial). Marco *et al.* (2019b) enlaza aquí afirmando que el excedente resultante de la producción implicaría necesariamente normas y estructuras sociales que legitimaran la apropiación del mismo (en función del género, la clase...) y que, en agriculturas preindustriales, se encontraba constreñido por dos flujos principales reproductivos (BR y reproducción del fondo social o subsistencia de las fuerzas de trabajo), así como que el cambio tecnológico (en este estudio, CE y MSn) permitiría modificar los excedentes productivos, mediados en los agrosistemas actuales por la

sustitución de flujos renovables (BRI) por flujos fósiles externos (BRE,CE), deslocalizando esta tensión fuera de los límites (espacial y temporales) del agrosistema, como así ocurre en los operadores agroecológicos en los casos E1 (alimentación de yunta) y E2 (fossilización vía insumos fitoquímicos ecológicos).

Respecto a la toma de decisiones en finca que reorientaran un manejo, la tenencia en propiedad o en legado familiar permite un margen de decisión que (E1) no posee: “*me planteé setos de melíferas y para frenar la contaminación de alrededor y tal, la señora [propietaria] no me deja, se ha encabecinao, y ya...*”; aunque las restricciones normativas ambientales, el precio de los insumos y la cesión de control al poder experto (técnico de las cooperativas) es señalado por los operadores industriales como principales condicionantes de la toma de decisiones autónoma, a diferencia de los agroecológicos. Así, (C2):

El tractament a mi m'ho porta un enginyer, jo tinc línia directa i el dic eeeh, quan tinc un problema el dic, 'nene!, tens que vine a veure això'" (...) a nosaltres [las y los agricultores europeos] no ens deixen tirar el que mata i que estan entrant productes d'un altre lloc [importación] i en eixos tractaments que podem tirar, una botella val 120 euros, quan ni hi ha per 3 tanques, el mínim que pots tirar, això sols un producte, si el tires 2-3 botelles més, ¿tu saps el que val el tanque? val una fortuna!.

Y (C1):

Hui dia estem molt controlats, perquè dona por, i a part cada any tenim més restriccions (...) i és una cosa que la Comunitat Europea ha dit que es pot tirar perquè té reductes molt xicotets, però molt sintetitzats que valen molts diners, to el bo val diners, però després tu veus el producte i allò que et donen potser no treure's el que t'has gastat, les guanys no et valen.

Inversamente, las y los agricultores agroecológicos sostienen distintas lógicas respecto al marco de toma de decisiones y el manejo de incertidumbres. (E1):

Yo tengo una filosofía que es, dejar que el sistema se equilibre solo y sacar de él lo que necesito para el tema económico y el consumo de casa (...) ahora estas habas tienen pulgón, pero tengo dos filas aquí y dos allá y para lo que me van a dar en un ciclo normal, me da para las cajas y para consumo, y me planteo cultivar de sobra y lo que se da bien. Las berenjenas, por ejemplo, en este campo, no las planto porque hay un escarabajo, entonces me las llevo a las fijas de frutales o a otro lado.

Y (E2):

En convencional es otro mundo, tú llegas, lo matas todo, te sale un patatal y como vas sobre suelo muerto, en escenario aséptico es casi como montar un lego. En agroecología es muy complicado, por la salud y por el equilibrio, a lo mejor un cultivo te ha salido bien y por lo que sea no tiene la venta que toca o se te viene la primavera y lo espiga todo. Hay mucha variabilidad, por lo menos, aquí en nosotros.

Los rendimientos de venta de cultivo de cítricos del agricultor C1, en función de su modelo de venta y distribución, comparados con los índices de precios publicados en el IPPA valenciano (2020) de 0,207 €/kg y los datos de costes operacionales¹⁴ de explotaciones tradicionales (en torno a 0,13 €/kg a partir de *Peris et al.*, 2005), muestran una clara situación desfavorable en esta producción (margen neto de 0,03 €/kg y bruto de 0,07 €/kg), pese al modelo de agricultura a tiempo parcial, de arriendo sin coste monetario de las principales operaciones de maquinaria en la finca y de insumos mínimos condicionados por una toma de decisiones mediada por el precio. Esta rentabilidad de la producción convencional de la variedad es mínima, comparada con los datos de cálculo de rentabilidad de naranjas orgánicas de Guevara (2017).

6.1.2 La estructura de la propiedad y la producción de medios sociotécnicos no físicos en la transición social

La maquinaria y la tierra en propiedad en explotaciones industriales —sin necesidad de realizar inversiones o cambios productivos—, junto con la situación financiera precaria de la explotación en personas agricultoras industriales, podría estar regulando la inversión en insumos en función del bajo retorno económico de la cosecha (indicador G por debajo o similar al promedio muestral) y una mayor presión sobre el fondo natural, tal y como advierten González-Molina *et al.* (2020).

El déficit fósil del operador E2, coherente con estudios anteriores (Fess y Benedito, 2018) indica una situación inversa, en la que el mantenimiento de la productividad, con varias cosechas anuales, dependería en extremo de insumos externos

¹⁴ Sin inversión inicial por parte de C1, que autores como Zamudio *et al.* (2017) sitúan en torno a 133.666 €/5 ha con marcos de plantación denso similar al estudiado (476 pies/ha).

(trabajo, maquinaria, fitoquímicos, fertilizantes y combustibles) y en el que los rendimientos económicos se sostienen con un modelo de integración de la comercialización y distribución a cargo de la explotación, dirigido al consumo local (HORECA y familiar). Este mayor uso de insumos por parte de la tipología ecológica es coherente con algunos estudios anteriores (Alonso y Guzmán, 2010) y, sin embargo, contradice los resultados de otros estudios comparativos entre prácticas agrícolas (Pergola *et al.*, 2013; González-Molina y Guzmán-Casado, 2017). Las conclusiones principales a partir de este indicador y la falta de estudios posteriores señalan una tendencia de industrialización de modelos agrícolas ecológicos y de ecologización de modelos industriales mediada por el retorno de ganancias del modelo agroecológico.

Siguiendo a Bourdieu (1997), las lógicas prácticas solo pueden comprenderse desde las condiciones históricas de su producción¹⁵.

Sobre los distintos medios de producción y el impacto de estos sobre los agrosistemas, aparecen discursos en los operadores agroecológicos con respecto a los industriales, los primeros señalando el abuso de insumos y su papel en la pérdida de autonomía y posibilidad de futuro en los agrosistemas, y los segundos las dificultades de las prohibiciones, las subidas de precio, la asunción de la seguridad en su utilización y la ineficacia de los probados para la explotación, así (C2) señala que

n'hi havia menys plagues abans perquè els productes mataven. Mon pare tota la vida ha

tingut tomaques i cada setmana les espolvoritava, i estaven les tomaques! Què s'ha de tindre seguretat i això ho has de tindre en compte, però si espolvoritze i no mata els bitxos... Tu saps el que diu el meu amic? Diu que quan va la màquina [sprayer], en una mà [las plagas] tenen el sabó i en l'altre l'esponja. Perquè no fan res. Jo vaig espolvoritzar i al dia següent d'anar estava igual.

Sobre la conversión productiva de l'Horta en espacio recreativo periurbano¹⁶, (C1) indica que "S'ha convertit en un jardí per passejar, de persones i gossos" y "Tota la vida treballant i lluitant per l'Horta, però ha sigut tant poquet el que jo he tret i ningú es calfa el cap per nosaltres que ja no tinc ganes".

6.1.3 Desigualdad y fosilización productiva en la transición energética

La fosilización económica (Vindel, 2020) permite usos energéticos crecientes a costa de la pérdida de autonomía en las explotaciones agrícolas junto con la "transmaterialización" económica (Carpintero y Naredo, 2006) apreciada en operadores agroecológicos. Estos usos energéticos crecientes y comprobados en el caso de estudio concretan un escenario BAU¹⁷ no solo antieconómico, sino antienergético (Turiel, 2020). En los agrosistemas, este proceso ha venido a explicarse por González-Molina *et al.* (2020: 16): "a partir de 1950 [en el Estado español] la agricultura ha pasado de depender del suelo a depender del subsuelo".

¹⁵ El proceso de expropiación y desposesión campesina (Badal, 2018), con el fin de analizar las distintas lógicas prácticas y razones (Bourdieu, 1997) que coexisten en el ámbito de estudio y que permiten, sostienen o impiden la práctica de la agricultura o flujos de producción en el agrosistema a partir de las estructuras de autoridad y derechos, se concretan en este estudio como la capacidad de fijar precios (factores extragrarios) y de tomar decisiones sobre el manejo (factores productivos) mediante los códigos AT1, AT2 y AT3.

¹⁶ Fenómeno apreciado por agricultoras y agricultores de los grupos de trabajo del diagnóstico de la Fundació Assut (2018) para Alboraià.

¹⁷ BAU (Business As Usual). Escenario continuista de las condiciones actuales de manejo de los recursos naturales y el crecimiento económico.

Se aprecia la coexistencia de dos tendencias divergentes entre las personas entrevistadas, y la tensión crítica de la agricultura en integración vertical —e industrial— en la comarca. Por un lado, un modelo de agricultura sostenida por la comunidad (E2) como formato que permitiría garantizar la subsistencia económica de la actividad frente a la inseguridad que supone un modelo convencional. (C1): *"Traus el que t'has gastat, o durs un poquet, una vida molt dura, molt insegura. I sense parlar de l'oratge. Dependre dels intermediaris, com sempre."* Así como una relativa autonomía en (E1) y (E2) en fijar los precios de sus productos. Así, (E1) afirma en varias ocasiones que

a lo mejor el problema es del consumidor, que quiere fruto gordo, pero como yo tengo una clientela muy bien educadita, pues, aunque la patata sea así o así todo me lo compran (...) No tengo productos deficitarios (...) Nada de venta por debajo de costes, tengo capacidad de poner precios (...) También para la gente es malo ir mareando precios.

Y (E3): *"Nosotros no atendemos al mercado, sino a necesidades básicas. Claro, diversidad [producir policultivos]"*.

Tanto (C1) como (C2) sistemáticamente se refieren a 'mercado' como el sujeto de autoridad. Así, (C2):

Si veig que baixa molt, he de baixar-la. Això ho diu el mercat, jo m'entere al bar, ¿a com està tal, a com està tal...? I diu doncs igual està a 60, doncs d'acord, aleshores puge el preu, que està més barata, tal... Jo sempre fique més o menys

un preu variable i que cobrisca gastos i guanye jo un poquet (...) el que me interessa és que compren, no faig cap animalá (...).

Y (C1): *"Ficar preu? No. El de mercat. El del comercial de marca"*.

Dentro de los discursos de E1 y E2, agricultores "jóvenes"¹⁸ y sin tradición familiar agrícola directa, no existen referencias subjetivas explícitas a los cambios históricos como las de (C1): *"La poma [la agricultura en l'Horta Nord] s'ha anat podrint"*; pero sí lecturas sobre la situación actual, mediada por la naturaleza histórica de la actividad de la agricultura en los agrosistemas. Así, mientras que (E2) afirma sobre las prácticas de aplicación de fitosanitarios —una de las denuncias sociales y científicas¹⁹ sobre la agricultura debido a la contaminación de aguas y suelos y la afectación de la población—: *"Si no és així no es pot viure, encara així viuen com viuen"*, E1 afirma que

esto es un infierno, la gente cómo tira al campo mierda, una animalá (...) es que ves como maltratan a la tierra, te da coraje, mucho coraje y este campo lo sulfataban una animalá (...). Cuando empecé en este campo, la tierra estuvo descansada casi diez años, luego dos años a saco, y cuando llegué me planteé subir la materia orgánica (...) Esta tierra trabajaba para Mercadona, ahora ya no.

Sobre Mercadona, como modelo de integración vertical de la agricultura, también comenta (C1): *"Mercadona sols compra a Fontestat, i això jo no ho*

¹⁸ La media de edad entre los jefes de explotación en la comarca se encuentra en torno a los 50 años, según el último Censo Agrario revisado (2009); mayor incluso es la edad de titulares de explotación en el ámbito de estudio.

¹⁹ La aplicación de fertilizantes químicos en la agricultura contribuiría al 13 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero del sector (FAO, 2014). Para una revisión de los

consumos energéticos en insumos agrícolas, ver Aguilera *et al.* (2015).

vol, no, perquè ells volen traure gastos i el que sobre per a tu".

6.1.4 Percepción de alternativas y el imaginario identitario en la transición cultural

Las entrevistas muestran una clara tendencia pesimista y una posición defensiva desde el manejo agrario y la identidad del "agricultor frente al mundo", tanto desde la subalternidad en la que se ubican los operadores agroecológicos como en la consideración de ser actores territoriales "en peligro de extinción" (C1) o "masoquistes" (C2).

Así, (C1) expresa la tensión crítica entre rentabilidad y dedicación en la agricultura de modelo tradicional en la comarca, señalado por Hermosilla-Plá y Membrado-Tena (2018) como fuente del fenómeno de la agricultura a tiempo parcial: "L'ànima i cor d'agricultor, però el mig de subsistència també m'ha obligat a anar a altra faena". Y (C2) señala, refiriéndose a las y los agricultores de l'Horta Nord: "Nosaltres és que som masoquistes, estem acostumats a perdre, i clar... Vull dir... que no em faces cas, que estem acostumats a perdre". La triple actividad de productora-distribuidora-vendedora de esta agricultora, o la asignación de funciones en toda la cadena de valor de su producto, como condición de subsistencia:

Jo si no tinguera açò que tinc muntat [señala su tienda], jo no podria viure de la terra, el que passa és que jo soc molt emprenedora i molt això i tinc a la meua germana que m'ajuda, que tinc a ma mare vuitanta-vuit anys que té alzheimer, i la hem de fer tot (...).

Frente al modelo de agricultura de los padres de ambos (C1, C2), basados el primero en canales cortos y el segundo en comercialización de una relativa gran distancia, (C2) afirma que

abans es feia meló d'alger i els comerciants ajuntaven d'ací i els d'allà, però ara s'han tornat molt llistes, ¿i que fan? El que no volen són

problemes. Van allí [Ciudad Real] i compren a terreny a finques grans, no com ací que som totes xicotetes ¿i que fan? Llevar-se problemes. Abans al poble n'hi havien quasi 20 comercials, a la seua escala. Ací venien tots els dies a carregar camions, entraven 4 tràilers al dia. Ací hui dia no hi ha ningú, han tancat tots,

mientras que (C1) afirma que "ma mare deia que preferia que jo fóra torero que llaurador, iestic parlant dels seixanta".

(E2), con respecto a la opinión familiar de sustento simbólico de la actividad, dice:

También han visto que algo tenía sentido y algo se ha hecho bien... el contexto de todo lo que está pasando ha hecho que se contraste a mejor lo que he hecho, si lo hubiera hecho en el 2000 o en el 1995, que no había problema de meterte en cualquier empresa y tener pasta y tal, a lo mejor ahí sí que no habían entendido cosas, pero lo hice en un momento en el que había mucho declive [2010].

Sobre la herida de muerte del campesinado (Badal, 2018), (E2) afirma, para el abandono familiar, que "tanto mi abuela como mi abuelo se encargaron de que sus hijos e hijas no tuvieran nada que ver con el campo".

6.2 Limitaciones teóricas y metodológicas del modelo metabólico propuesto en el análisis del comportamiento del agrosistema

El relato conjunto de este estudio proporciona resultados cuantitativos y cualitativos que, en parte, suturan el precipicio que señala Maldonado (2015) y la tendencia materialista que denuncian Toledo (2013) y González-Molina *et al.* (2020). Este "dispositivo de mirada" (Vindel, 2020) ha permitido recabar evidencias valiosas, en tanto vinculan y desenredan las relaciones materia-energía-dinero

en las dinámicas operacionales de agrosistemas (Li y Juo, 2020); y, sin embargo, no carecen de complejidad, intensidad en el levantamiento y tratamiento de datos (especialmente cuando no se cuenta con bases de datos oficiales, actualizadas ni desagregadas) ni esfuerzo de reducción de la complejidad para el análisis. Estas limitaciones son corrientes en el campo de la modelización de sistemas complejos (Muiño, 2015) y, sin embargo, un análisis tipo caja negra (Toledo, 2013) conduciría a conclusiones cuestionables, limitaciones explicativas (Arizpe-Ramos, 2013) y a causalidades dudosas, por deterministas.

Sería conveniente avanzar en la comprensión del comportamiento intra e interindicador de la batería de ratios propuestos, mediante estudios posteriores, con el fin de analizar tanto su sensibilidad como su potencial explicativo, redundante o predictivo en el estudio metabólico, junto con una investigación ampliada en torno a la información cualitativa dentro de la perspectiva socioecológica agraria y la vía sin salida que denuncian Requena y Mora *et al.* (2018). Los procesos en despliegue apuntados (fosilización de agrosistemas, baja eficiencia de insumos y limitada producción social de MSn de sostenimiento de la actividad) son tanto urgentes como preocupantes, más allá del ámbito parcelario o comarcal, y debieran contar con atención académica suficiente que pudiera proporcionar un discurso, herramientas y marcos de análisis comunes.

La propuesta presenta debilidades, por cuanto no permite integrar en profundidad en el modelo la informalidad o la irregularidad en los metabolismos agrarios (contrataciones, papel de los trabajos reproductivos frente a los considerados productivos, intercambios y arriendos no monetarios) que, tras el análisis cualitativo, en la muestra parecen relevantes y con potencial explicativo del funcionamiento del agrosistema.

Junto con el bien-fondo social, el bien-fondo natural presenta una modelización simplificada tipo caja negra (fundamentalmente, debido al papel de la biodiversidad y la historicidad en los suelos agrícolas), como así sucede en las investigaciones de Tello *et al.* (2015; 2016), Galán *et al.* (2016), Gingrich *et al.* (2018) o Marco *et al.* (2019a; 2019b).

6.3 Conclusiones

En este estudio se han escaneado cuatro agrosistemas representativos de la comarca de l’Horta Nord de València con el fin de caracterizar variedades agrometabólicas, analizar procesos en despliegue vinculando estos con una transición socioecológica (productiva, cultural y energética) y observar las limitaciones de los aportes del campo del metabolismo social agrario en la provisión de herramientas para el análisis integral de los agrosistemas. Bajo estos objetivos, se ha construido una matriz MEFA productivo-reproductiva para el análisis de datos cuantitativos (dos balances y cinco indicadores) y un sistema de cinco códigos y doce subcódigos para el análisis de entrevistas semiestructuradas a agricultoras y agricultores del ámbito. A partir de los resultados obtenidos, se han caracterizado las variedades agrometabólicas y los principales procesos en despliegue (fosilización agraria, baja eficiencia de insumos y rendimientos productivos y limitada producción de medios sociotécnicos no físicos).

Como principales conclusiones, se encuentra la urgencia de abordar los usos fósiles indirectos dentro de los agrosistemas como principales contribuidores a la dependencia de ENR, particularmente los insumos asociados a la fertilización, tanto de síntesis como procedente de explotaciones ganaderas, junto con los insumos asociados a piensos de animales de tiro. La sustitución de prácticas con la adopción de estrategias de desenganche de la energía fósil de uso indirecto debe ser uno de los principales ejes sobre los que ver la transición hacia modelos

sostenibles, en lugar de la sustitución tecnológica, como parece haber sucedido —con base en los resultados obtenidos— en la transición de lo industrial a lo ecológico.

Esta consideración aplica principalmente a los modelos agrícolas de tipo agroecológico, con dependencia fósil y déficit energético similar a aquellos preidentificados como industriales. Estos últimos podrían estar restringiendo los insumos en la explotación impulsados por la menor rentabilidad de sus cosechas y el decaimiento productivo de los suelos, a diferencia de los primeros, suponiendo que, en cuanto al perfil energético, se estaría produciendo una ecologización de los modelos industriales y una industrialización de los modelos ecológicos en el ámbito, lo que sugiere la tesis de la sobreexplotación ambiental mediada por la desigualdad socioeconómica.

Los perfiles energéticos y los indicadores de fosilización propuestos en este estudio permiten transferir criterios de sostenibilidad basados en condiciones productivas y reproductivas para los agrosistemas con interés directo a pie de finca, y con interés analítico en cuanto a los puntos de inflexión de las transiciones socioecológicas, lo cual constituye un avance a nivel analítico en la explotación agrícola con respecto a la dependencia de energías fósiles y, simultáneamente, con respecto a las posibilidades de mejora agraria.

Son necesarios estudios posteriores para la producción de modelos dentro del metabolismo social agrario que integren las variables sociales, ambientales y económicas que confluyen a niveles significativos para la identificación de estrategias e indicadores de mejora productiva y reproductiva a nivel de parcela.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, E. et al. (2015). *Embodied energy in agricultural inputs. A historical perspective*. Sevilla, Sociedad Española de Historia Agraria.
- Aguilera, E. y M. Rivera-Ferre (2022). *La urgencia de una transición socioecológica en España*. S. l.: Amigos de la Tierra.
- Alonso, A. M. y G. Guzmán (2010). "Comparison of the Efficiency and Use of Energy in Organic and Conventional Farming in Spanish Agricultural Systems" en *Journal of Sustainable Agriculture*, 34(3), pp. 312-338.
- Arizpe-Ramos, N. G. (2013). *Understanding agricultural change: integrated analysis of societal metabolism at different scales*. S. l.: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Arribas, S. (2008). "Cornelius Castoriadis y el imaginario político" en *Foro Interno*, pp. 105-132.
- Arulnathan, V. et al. (2020). "Arm-level decision support tools: A review of methodological choices and their consistency with principles of sustainability assessment" en *Journal of Cleaner Production*, Volumen 256, pp. 140-151.
- Badal, M. (2018). *Vidas a la intemperie. Notas preliminares sobre el campesinado*. Pamplona: Pepitas de Calabaza.
- Blasi et al. (2016). "An ecological footprint approach to environmental-economic evaluation of farm results" en *Agricultural Systems*, Volumen 145, pp. 76-82.
- Bourdieu, P. (1997). *Razones prácticas sobre la teoría de la acción*. Barcelona: Anagrama.
- Cabrejas, M. y E. García (1997). *València, l'Albufera i l'Horta: medi ambient i conflicte social*. València: Universitat de València.
- Carpintero, Ó. (2005). *El metabolismo de la economía española: Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*. S. l.: Fundación César Manrique.
- Carpintero, Ó. y J. Naredo (2006). "Sobre la evolución de los balances energéticos de la agricultura española (1955-2000) en *Historia agraria*, Volumen 40, pp. 531-554.
- Castoriadis, C. (1975). *La institución imaginaria de la sociedad*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Clar, E., Martín-Retortillo, M. y V. Pinilla (2015). *La agricultura y el desarrollo económico en España 1870-2000*. S. l.: Sociedad Española de Historia Agraria.
- Conde, F. (2009). *Análisis sociológico del sistema de discursos*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Consellería de Agricultura, Desarrollo rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica (2019). *Informes del Sector Agrario. Avances del censo agrario*. València: Generalitat Valenciana.
- Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio (2018). *DECRETO 219/2018, de 30 de noviembre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial de ordenación y dinamización de la Huerta de València*. València: Diari Oficial de la Generalitat Valenciana.
- Corbetta, P. (2003). *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid: McGraw-Hill.
- De Olde, E. et al. (2016). "Assessing sustainability at farm level: lessons learned from a comparison of tools in practice" en *Ecological Indicators*, julio, Volumen 66, pp. 391-404.
- Deleuze, G. y F. Guattari (1987). *Thousand Plateaus: Capitalism and Schizophrenia*. Minneapolis: Minnesota University Press.

- Di Felici, L.; Ripa, J. y M. Giampietro (2019). "An alternative to market-oriented energy models: Nexus patterns across hierarchical levels" en *Energy Policy*, Volumen 126, pp. 431-443.
- Endo, A. *et al.* (2015). "Methods of the water-energy-food nexus" en *Water Journal*, Volumen 7, pp. 5806-5830.
- Federici, S. (2004). *Calibán y Bruja: mujeres, cuerpos y acumulación primitiva*. Madrid: Traficantes de Sueños.
- Federici, S. (2018). *Patriarcado del salario: críticas feministas al marxismo*. Madrid: Traficantes de Sueños.
- Fess, T. y V. Benedito (2018). "Organic versus Conventional Cropping Sustainability: A Comparative System Analysis" en *Sustainability*, 10(1), pp. 1-42.
- Fischer-Kowalski, M. y H. Haberl (2000). "El metabolismo socioeconómico" en *Ecología política*, Issue 19, pp. 21-34.
- Fischer-Kowalski, M. y H. Haberl (2007). *Socioecological Transitions and Global Change: Trajectories of Social Metabolism and Land Use*. London: Edward Elgar Publishing Ltd.
- Fischer-Kowalski, M. y H. Haberl (2015). "Chapter 5- Social metabolism: A metric for biophysical growth and degrowth" en *Handbook of Ecological Economics*, pp. 100-138. S. l.; s.n.
- Fischer-Kowalski, M. y W. Hüttler (1998). "Society's metabolism. Intellectual history of material flow analysis" en *Journal of Industrial Ecology*, 2(4), pp. 107-137.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2014). *Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks*. S. l.: FAO Publications.
- Forni, P. y P. De Grande. (2020). "Triangulación y métodos mixtos en las ciencias sociales contemporáneas" en *Revista Mexicana de Sociología*, 82(1), pp. 159-189.
- Fundació Assut (2018). *Diagnòstic i caracterització del sector agrícola al terme municipal d'Alboraia*. València: Ajuntament d'Alboraia.
- Galán, E. *et al.* (2016). "Widening the analysis of Energy Return on Investment (EROI) in agroecosystems: Socio-ecological transitions to industrialized farm systems (the Vallès County, Catalonia, c.1860 and 1999)" en *Ecological modelling*, Volumen 336, pp. 13-25.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The entropy law and the economic process*. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press.
- Giampietro, M. (2014). *Resource Accounting for Sustainability Assessment: The Nexus between Energy, Food, Water and Land Use*. 1 ed. S. l.: Routledge.
- Giampietro, M., Mayumi, K. y A. Sorman (2012). *The metabolic pattern of societies: where economists fall short*. London: Routledge.
- Giampietro, M. *et al.* (2018). *The Metabolism of Barcelona: Characterizing Energy Performance Across Levels and Dimensions of Analysis at the City Level. European Futures of Energy Efficiency (EUFORIE)*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Gingrich, S., Cunfer, G. y E. Aguilera (2018). "Agroecosystem energy transitions: exploring the energy-land nexus in the course of industrialization" en *Regional Environmental Change*, 18(4), pp. 929-936.
- Gizicki-Neudlinger, M., Gingrich, S. y D. Güldner (2017). "Sustainability Challenges of Pre-industrial Local Food Systems—Insights from Long-Term Socio-Ecological Research in Austria" en E. F. Moran

(ed.), *Socio-Metabolic Perspectives on the Sustainability of Local Food Systems*, pp. 164-200. S. l.: Springer.

Gizicki-Neudlinger, M. y D. Güldner (2017). "Surplus, Scarcity and Soil Fertility in Pre-Industrial Austrian Agriculture - The Sustainability Costs of Inequality" en *Sustainability*, 9(2), pp. 1-18.

González-Molina, M. (2012). "Agroecology and Politics. How To Get Sustainability? About the Necessity for a Political Agroecology" en *Agroecology and sustainable food systems*, 37(1), pp. 45-59.

González-Molina, M., Soto-Fernández, D. y F. Garrido-Peña (2015). "Los conflictos ambientales como conflictos sociales. Una mirada desde la ecología política y la Historia" en *Ecología Política*, Volumen Perspectivas sobre la Ecología Política, pp. 31-38.

González-Molina, M. (2021). *Un balance del metabolismo social. Métodos, estudios de caso y perspectivas futuras*. S. l.: South Training Action Network of Decoloniality.

González-Molina, M. y G. Guzmán-Casado (2017). "Agroecology and Ecological Intensification: a discussion from a metabolic point of view" en *Sustainability*, 9(1), pp. 86.

González-Molina, M. et al. (2020). "The metabolism of spanish agriculture" en Agnoletti, M (ed.), *The Social Metabolism of Spanish Agriculture, 1900–2008. The Mediterranean Way Towards Industrialization*, pp. 1-281. S. l.: Springer International Publishing.

González-Molina, M. y V. Toledo (2014). *The social metabolism: a socio-ecological theory of historical change*. New York: Springer.

González-Reyes, L. y R. Fernández-Durán (2018). *En la espiral de la energía. Historia de la humanidad desde el papel de la energía*. 2ª ed. Madrid: Ecologistas en acción.

Guevara, I. (2017). *Estudio de viabilidad financiero para la producción de naranjas orgánicas en Fortaleny (València)*. Zamorano (Honduras): Escuela Agrícola Panamericana.

Guzmán, G. y A. Alonso (2008). *Buenas prácticas en agricultura ecológica: el uso de abonos verdes*. Catálogo General de Publicaciones Oficiales ed. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

Guzmán, G. y M. González-Molina (2008). "Transición socioecológica y su reflejo en un agroecosistema del sureste español (1752-1997)" en *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica*, Volumen 7, pp. 81-96.

Guzmán, G. et al. (2014). *Methodology and conversion factors to estimate the net primary productivity of historical and contemporary agroecosystems*, s.l.: Sustainable Farm Systems: Long-Term Socio-Ecological Metabolism of Western Agriculture.

Guzmán, G. et al. (2018). "The agrarian metabolism as a tool for assessing agrarian sustainability, and its application to Spanish agriculture (1960-2008)" en *Ecology and Society*, 1(2), pp 1-20.

Guzmán, G. et al. (2022). "The close relationship between biophysical degradation, ecosystem services and family farms decline in Spanish agriculture (1992-2017)" en *Ecosystem Services*, Volumen 56, pp. 1-15.

Haberl, H. et al. (2013). *Social Ecology: Society-Nature Relations across Time and Space: 5 Human-Environment Interactions*. S. l.: Springer.

Haq, S. e I. Boz (2019). "Measuring environmental, economic, and social sustainability index of tea farms in Rize Province, Turkey" en *Environmental development and sustainability*, Volumen 22, pp. 2545–2567.

Haraway, D. (1995). *Simians, cyborgs and women: the reinvention of nature*. Nueva York: Routledge.

Haraway, D. (2019). *Seguir con el problema. Generar parentesco en el Chthuluceno*. Bilbao: Consonni.

Harchaoui, S. y P. Chatzimpiros (2018). "Can Agriculture Balance Its Energy Consumption and Continue to Produce Food? A Framework for Assessing Energy Neutrality Applied to French Agriculture" en *Sustainability*, 10(12), pp 1-14.

Hermosilla-Plá, J. y J. C. Membrado-Tena (2018). *Estudis Comarcals de la Província de València*. València: Universitat de València.

Howarth, C. e I. Monasterolo (2016). "Understanding barriers to decision making in the UK energy-food-water nexus: the added value if interdisciplinary approaches" en *Environmental Science Policy*, Volumen 61, pp. 53-60.

Howells, M. et al. (2013). "Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies" en *Nat. Clim. Chang.*, Volumen 3, pp. 621-626.

Infante-Amate, J., González-Molina, M. y V. Toledo (2017). "El metabolismo social: historia, métodos y principales aportaciones" en *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Volumen 27, pp. 130-152.

Infante-Amate, J. et al. (2021). "Las bases materiales del desarrollo económico en España (1860-2016). Un estudio desde el metabolismo social" en *Cuadernos Económicos del ICE*, mayo. 101(1), pp. 185-213.

Instituto Nacional de Estadística (2021). *Indicadores de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Madrid: s. n.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2015). *6ª Encuesta de Tiempo*, Madrid: Ministerio de Trabajo y Economía Social.

Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE) (2005). *Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España.

International Energy Agency (2020). *World Energy Outlook*. S. l.: Analysis, Data and Statistics.

Janker, J. y S. Mann (2018). "What is Sustainable Agriculture? Critical analysis of the International Political Discourse" en *Sustainability*, 10(4707), pp 1-20.

Kish, K. y J. Farley (2021). "A Research Agenda for the Future of Ecological Economics by Emerging Scholars" en *Sustainability*, 13(3), pp. 15-57.

Krausmann, F. et al. (2015). *Economy-wide Material Flow Accounting. Introduction and Guide. Version 1.0*. Vienna: Institute of Social Ecology.

Kurian, M. (2017). "The water-energy-food nexus: trade-offs, thresholds and transdisciplinary approaches to sustainable development" en *Environmental Science Policy*, Volumen 68, pp. 97-106.

Lam, J. C., Walker, R. y P. Hills (2014). "Interdisciplinarity in sustainability studies" en *Sustainable Development*, 22(3), pp. 158-179.

Li, S. e Y. Juo (2020). "Energy-related CO2 emissions and structural emissions' reduction in China's agriculture: An input-output perspective" en *Journal of cleaner production*, septiembre, 276(8), pp. 124-169.

Maldonado, C. E. (2015). "Ciencias de la complejidad. Ciencias de los cambios súbitos" en *Observatorio de Economía y operaciones numéricas*, Volumen 002, pp. 1-48.

Malm, A. (2017). *Capital Fossil: el auge del vapor y las raíces del calentamiento global*. Madrid: Capitán Swing.

- Marco, I., Padró, R. y E. Tello (2019a). "Dialogues on nature, class and gender: Revisiting socio-ecological reproduction in past organic advanced agriculture (Sentmenat, Catalonia, 1850)" en *Ecological Economics*, 24 Noviembre. Volumen 169.
- Marco, I., Padró, R. y E. Tello. (2019b). "Labour, nature, and exploitation: Social metabolism and inequality in a farming community in mid-19th century Catalonia" en *Journal of Agrarian Change*, 23 Enero, 20(3), pp. 408-436.
- Martínez-Alier, J. (2009). *El ecologismo de los pobres: Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Barcelona: Icaria.
- Marx, K. (1976) [1867]. *El Capital (obra completa)*. Barcelona: Akal.
- Mayumi, K. y M Giampietro (2000). "Multiple-Scale Integrated Assessment of Societal Metabolism: Introducing the Approach" en *Population and the environment*, 22(2), pp. 109-153.
- Mazis, A. et al., 2021. "Could energy equilibrium and greenhouse gas emissions in agroecosystems play a key role in crop replacement? A case study in orange and kiwi orchards" en *Environmental Science and Pollution Research*, pp. 1-12.
- Meadows, D., Randers, J. y D. Meadows (2004). *A synopsis: the limits to growth. A 30th year update*. Vermont: The Chelsea Green Publishing Company.
- Mies, M. (2019). *Patriarcado y Acumulación a escala mundial*. Mapas ed. Madrid: Traficantes de Sueños.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2020). *Base de datos de consumo en hogares (2020)*. [En línea] Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/app/consumo-en-hogares/consulta11.asp> [Último acceso: 22 08 21].
- Mosnier, C. et al. (2022). "Does mixing livestock farming enterprises improve farm and product sustainability?" en *International Journal on Agricultural Sustainability*, 20(3), pp. 312-326.
- Muiño, S. (2014). "Obstáculos para la transición socioecológica: el caso de Cuba en el Período Especial" en *Revista de Economía Crítica*, Volumen 17, pp. 118-135.
- Muiño, S. (2015). *Opción Cero. Sostenibilidad y socialismo en la Cuba postsoviética: Estudio de una transmisión sistémica ante el declive energético del siglo XXI*. Madrid: Repositorio Institucional. Universidad Autónoma de Madrid.
- Odum, H. (1983). *Systems ecology*. New York: Wiley.
- Odum, H. (1988). "Self-organization, transformity and information" en *Science*, Volumen 242, pp. 1132-1139.
- Odum, H. (1996). *Environmental accounting: emery and environmental decision-making*. New York: Wiley.
- Passeri, N. et al. (2013). "The influence of farming technique on cropland: A new approach for the Ecological Footprint" en *Ecological indicators*, Volumen 29, pp. 1-5.
- Pereira, J. y D. Martinho (2018). "Interrelationships between renewable energy and agricultural economics: An overview" en *Energy Strategy Reviews*, Volumen 22, pp. 396-409.
- Pergola, M. et al. (2013). "Alternative management for olive orchards grown in semi-arid environments: an energy, economic and environmental analysis" en *Scientia Horticulturae: Elsevier*, Volumen 162, pp. 380-386.
- Peris, M., Juliá, F. y S. Balasch (2005). "Estudio de las diferencias de costes de producción de cultivo de naranjo convencional, ecológico e integrado en la Comunitat Valenciana mediante análisis factorial discriminante" en *Economía agraria y Recursos naturales*, 5(10), pp. 69-87.

Petersen, P. (2022). "Agroecología política: crítica de la ecología política al capitalismo agroalimentario" en *Agrocencia Uruguay*, 03 agosto, 26(3), p. 972-985.

Pimentel, D. y M. Giampietro (1994). *Food, Land, Population and the U.S. Economy*. S. I.: Carrying Capacity Network.

Polanyi, K., Arensberg, M. y W. Pearson, 1976. *Trade and market in early empires. Economies in history and theory*. Glencoe (Illinois): The Falcon's Wing Press.

Poniso, L. C. et al. (2015). "Diversification practices reduce organic to conventional yield gap" en *Proceedings of Royal Society*, pp. 1-13.

Reichmann, J. (2004). *Ética ecológica: propuestas para una reorientación*. Madrid: Nordan Comunidad.

Requena i Mora, M., Alonso Benitto, L. E. y J. M. Rodríguez Victoriano (2018). "El campesinado ni se crea ni se destruye, solo se transforma. Discursos agrarios en el Delta de l'Ebre y l'Albufera de València" en *Política y sociedad*, 55(1), pp. 161-188.

Richards, C., Lupton, R. y J. Allwood (2021). "Reframing the threat of global warming: an empirical causal loop diagram of climate change, food insecurity and societal collapse" en *Climate Change*, 164(49), pp. 1-20.

Ripa, M., Di Felice, L. y M. Giampietro (2021). "The energy metabolism of post-industrial economies. A framework to account for externalization across scales" en *Energy*, Volumen 214, pp. 1-14.

Rogner, H. et al. (2012). "Chapter-7 Energy resources and potentials" en Ahearne, J.F. (comp.) *Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future*, pp. 423-512. Laxenburg: Cambridge University Press.

Santamarina, B. (2010). "La percepción social del cambio climático en la comunidad valenciana" en F. Heras (ed.) *Educación ambiental y cambio climático: Respuestas desde la comunicación, educación y participación ambiental*, pp. 123-141. Oleiros: CEIDA: Centro de Extensión Universitaria e Divulgación Ambiental de Galiza.

Soler, C. y F. Fernández (2015). *Estructura de la propiedad de tierras en España: concentración y acaparamiento*. Bilbao: Fundación Mundubat y Revista Soberanía Alimentaria, Biodiversidad y Culturas.

Steffen, W. et al. (2018). "Trajectories of the Earth System in the Anthropocene" en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(33), pp. 8252-8259.

Strömberg, A. (2020). *Horses vs Machines. A Comparative Energy Analysis between Eighteenth Century and modern copper mining*. S. I.: Lund University.

Stylianou, A., Sdrali, D. y C. Apostolopoulos (2020). "Integrated sustainability assessment of divergent mediterranean farming systems: Cyprus as a case study" en *Sustainability (Switzerland)*, 12(15), pp. 1-23.

Su, Y., Benoit, G. y D. Makowski (2021). "The impact of climate change on the productivity of conservation agriculture" en *Nature Climate Change*, Volumen 11, pp. 628-633.

Suja, G. et al. (2017). "Yield, quality and soil health under organic vs conventional farming in taro" en *Scientia Horticulturae*, Volumen 218, pp. 334-343.

Tello, E. (2016). *El paper dels agroecosistemes en el manteniment de la qualitat ambiental dels paisatges culturals i els serveis ecosistèmics: una perspectiva socio-metabòlica*. Palma de Mallorca: s.n.

- Tello, E. y E. Galán del Castillo (2013). "Sistemas agrarios sustentables y transiciones en el metabolismo agrario: desigualdad social, cambios institucionales y transformaciones del paisaje en Catalunya (1850-2010)" en *Historia ambiental Latinoamericana y caribeña (HALAC)*, 2(2), pp. 267-306.
- Tello, E. et al. (2015). "A proposal for a workable analysis of Energy Return On Investment (EROI) in agroecosystems" en *Analytical Approach. Working Paper 156*. Vienna: Social Ecology Institute, pp. 1-111.
- Tello, E. et al. (2016). "Opening the black box of energy throughputs in farm systems: a decomposition analysis between the energy returns to external inputs, internal biomass reuses and total inputs consumed (the Vallès County, Catalonia, c. 1860 and 1999)" en *Ecological Economics*, pp. 160-174.
- Temes-Cordovez, R. et al. (2020). *Las Huertas periurbanas del mediterráneo (Murcia-Alicante-Valencia y Zaragoza). Primeros resultados de investigación para el caso de Valencia*. Guadalajara, International Seminar of Urban Forum.
- Toledo, V. M. (2008). "Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza" en *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Volumen 7, pp. 1-26.
- Toledo, V. M. (2013). "El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica" en *Relaciones. Estudios de historia y sociedad*, Otoño, Volumen 136, pp. 41-71.
- Turiel, A. (2020). *Petrocalipsis. Crisis energética mundial y cómo (no) la solucionaremos*. Barcelona: Alfabeto.
- Umar, Z., Jareño, F. y A. Escribano (2021). "Agricultural commodity markets and oil prices: an analysis of the dynamic return and volatility connectedness" en *Resources Policy*, 73(C), pp. 102-147.
- Vindel, J. (2020). *Estética fósil. Imaginarios de la Energía y crisis ecosocial*. Barcelona: Arcadia Editorial.
- Wang, Y. et al. (2022). "Has the Sustainable Development Planning Policy Promoted the Green Transformation in China's Resource-Based Cities?" en *Resource Conservation Recycling*, Volumen 180, pp. 106-181.
- Woods, J. et al. (2010). "Energy and the food system" en *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.*, 365(1554), pp. 2991-3006.
- Zamudio, M., De Miguel, M. y M. Melian (2017). "La rentabilidad económica de las explotaciones de frutales: el caso de los cítricos y el granado" en *Levante Agrícola. Revista Internacional de Cítricos*, 3er trimestre. pp. 254-259.
- Zhang, W. et al. (2013). "New technologies on reducing greenhouse gas emissions from nitrogenous fertilizer in China" en *Proc. Natl. Acad. Sci.*, Volumen 110, pp. 8375-8380.
- Zhang, Y. (2013). "Urban metabolism: a review of research methodologies" en *Environmental Pollution*, 178(463), pp. 463-473.

NÚMEROS PUBLICADOS

1. *Procesos de desarrollo, participación, gobernanza, derechos y poder*. Rosemary McGee.
2. *El poder en espacios participativos de gobernanza local: los Conselhos Municipais de Auscultação e Concertação Social de Angola*. Andrés Hueso González.
3. *Los discursos de la accountability en el sistema de cooperación español*. Alejandra Boni, Jordi Peris, Andrés Hueso, Míriam Acebillo, Rosemary McGee, Carola Calabuig.
4. *El Almanario: metodología de autogestión comunitaria de proyectos y su capacidad para mitigar las desigualdades de género en comunidades indígenas y rurales de Guatemala*. Estela López Torrejón.
5. *Explorando la incorporación de la complejidad y el poder en la teoría y práctica del desarrollo desde las cuestiones del cambio social*. Sergio Belda Miquel.
6. *El Enfoque Almanario como catalizador para el desarrollo de las capacidades colectivas y el fortalecimiento de la agencia fuerte. Estudio de caso en el contexto indígena de Sipacapa (Guatemala)*. Sarai Fariñas Ausina.
7. *Marco teórico para la exploración de conceptos e implicaciones de la incorporación del Enfoque Basado en Derechos en organizaciones de cooperación al desarrollo y acción social*. Sergio Belda Miquel, Alejandra Boni Aristizábal, Jordi Peris Blanes.
8. *Potenciando las capacidades para el cambio social emancipatorio. Estudio de caso del Máster en Políticas y Procesos de Desarrollo de la Universidad Politécnica de Valencia*. Lucía Terol Hurtado.
9. *Análisis de proyectos de electrificación rural utilizando el enfoque de capacidades. Estudio de cuatro comunidades en Cajamarca, Perú*. Pau Lillo Rodrigo.
10. *Análisis del programa Meridies-Cooperación de la Universitat Politècnica de València desde el enfoque de capacidades*. José Javier Sastre Aparisi.
11. *Campaña Pobreza Cero: discurso y acciones en un contexto de transformación. Estudio de caso en Valencia*. Carmen Soven Larios.
12. *¿Integrantes o integrados? El caso de los refugiados africanos en México desde un enfoque intercultural*. Teresa Escrich Gallardo.
13. *Crisis en la cooperación valenciana: un análisis desde la legitimidad organizacional*. Iria Souto Salom.
14. *Desarrollando capacidades en proyectos de infraestructuras educativas rurales. La experiencia de Arquitectos Sin Fronteras en el municipio de Santa Teresa. Nicaragua*. Marga Bosch Ortega.

15. *La trabajadora en la defensa de sus derechos laborales: estudio de casos en el sector de la confección en Tánger*. Marta Artero Fullana y Félix Lozano Aguilar.
16. *El vídeo documental como herramienta para el cambio social. Análisis del discurso fílmico del proyecto ARTXIVIU de la Fundación Assut*. Julia Matos Astorgano.
17. *La Economía Solidaria, un proyecto integral de transformación social que nace de la construcción colectiva de saberes. Análisis de prácticas en México, desde el enfoque de Sistematización de Experiencias*. Sergio Pérez Medina.
18. *¿Nuevos discursos y nuevas prácticas en la cooperación al desarrollo? Análisis crítico de la Planeación con Sujeto de UCIRed, México*. Pilar García Navarro
19. *Bailando con el deseo. Algunas claves para incorporar la diversidad sexual y de género en las ONGD*. Fernando Altamira Basterretxea
20. *Cambios en las dinámicas de poder en mujeres indígenas: análisis crítico de proyectos de desarrollo del Programa de Pequeñas Donaciones en Guatemala*. Lucas Sebastián de Erice Aranda.
21. *Resistencia de los pueblos indígenas mayas ante la deforestación en Guatemala. Una reflexión de cuatro experiencias en términos decoloniales*. Yulissa Jackeline Castañeda Sifuentes
22. *¿Cómo avanzar hacia una cooperación subestatal más transformadora? Estudio de caso de tres políticas autonómicas del Estado español*. Javier Esteban Gajero
23. *Aprendizaje experiencial en la educación superior: más allá del aula. Experiencias en el Consejo de Representación Estudiantil de la Universidad del Estado Libre (Sudáfrica) desde el enfoque de las capacidades para el desarrollo humano*. Carlos Delgado Caro
24. *La otra mirada: Un acercamiento al Observatorio de Comunicación con Enfoque de Género de la Corporación Amiga Joven (Colombia)*
25. *Construyendo museo junto a niños y jóvenes en situación de calle. El Centro Cultural Universitario de Tlatelolco (Ciudad de México) como agente de inclusión y transformación social*. Clara Serena Millán.

LOS CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN EN PROCESOS DE DESARROLLO

En los *Cuadernos de Investigación en Procesos de Desarrollo*, se publican periódicamente trabajos realizados por profesores, estudiantes y profesionales vinculados al Máster en Cooperación al desarrollo. El objetivo es contribuir a la difusión de nuevas ideas y promover el debate en el campo del desarrollo y la cooperación internacional.

Los números publicados pueden encontrarse en:

<http://mastercooperacion.upv.es/cuadernos-docentes-y-de-investigacion/>

