



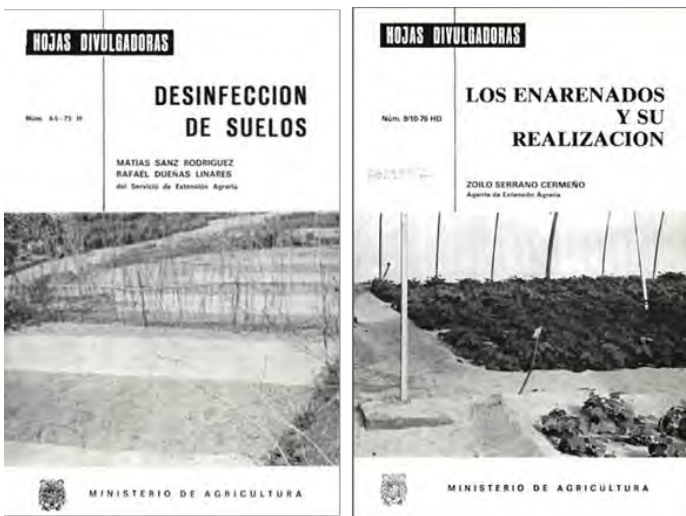
Manejo práctico de los restos vegetales.

José Manuel Torres Nieto

Master en Agroecología. I.T.A.

Responsable de Área de

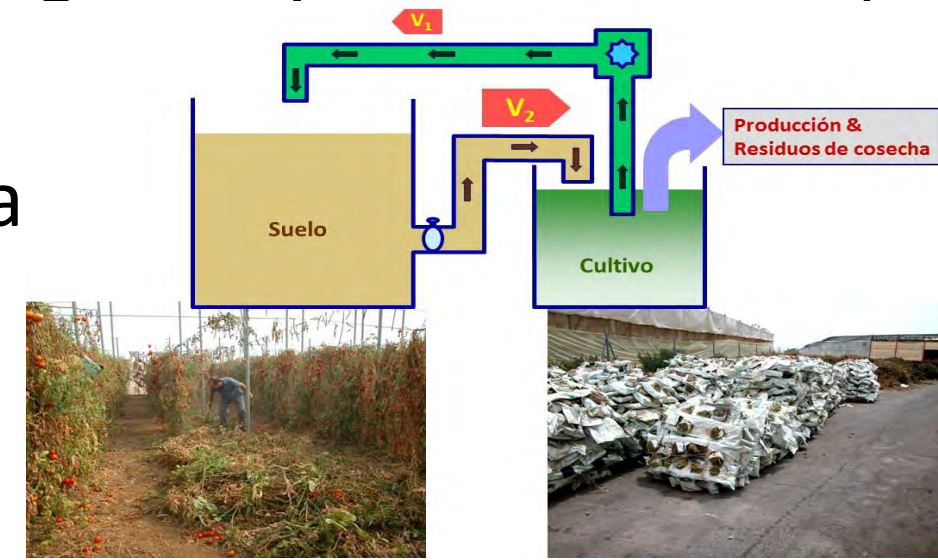


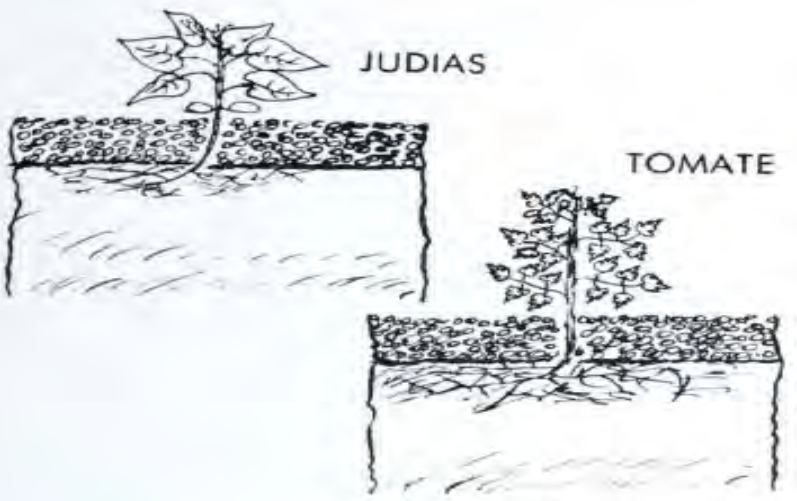


Tarea	Coste € m ⁻²
Descolgado de plantas	0,041
Retirada del invernadero	0,012
Transporte a planta	0,012
Gestión en planta (30 m ³)	0,075
Total	0,140

Situación de partida

- Desinfectantes químicos del suelo y materia orgánica
- Manejo del enarenado y restos de cultivo
- Residuos vegetales y plagas
- Biodesinfección (Biofumigación y Biosolarización)
- Valorización agronómica
 - Abono verde
 - Compostaje





¿Porqué manejar los restos de cosecha en los invernaderos?

- Económico
 - Relación con otros sectores (turismo)
 - Costes de gestión
- Ambiental
 - Contaminación
 - Paisaje
- Legal
 - Residuos
 - Sanidad vegetal
- Agronómico
 - Reposición materia orgánica y nutrientes
 - Contribución a la funcionalidad de la materia orgánica en el enarenado
 - Biodesinfección de suelos



2005

2007

2010

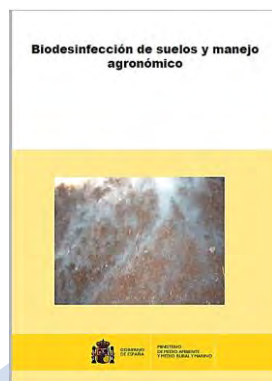
2013

2015

...2017



Manejo de la materia orgánica en los enarenados para el control de nematodos

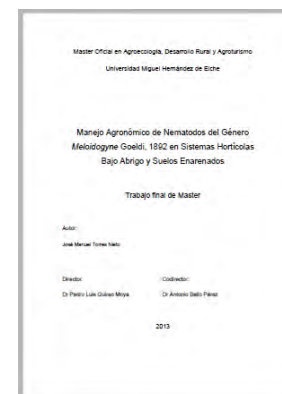


(Empleo de subproductos agroindustriales)
Tesis Díez-Rojo, MA

Uso agronómico de los restos de cosecha
(Fundación Cajamar)



Manejo agronómico de nematodos en sistemas hortícolas bajo abrigo y suelos enarenados (TFM)



... Síntesis

2005

2007

2010



**Costes del
manejo
tradicional**

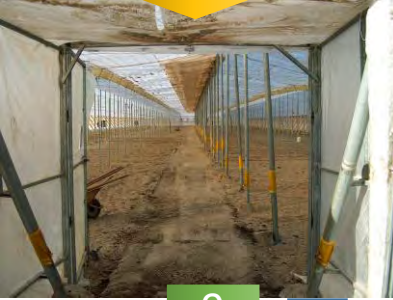
Costes de los
procesos de
**separación y
trituration.**
Limitaciones
funcionales

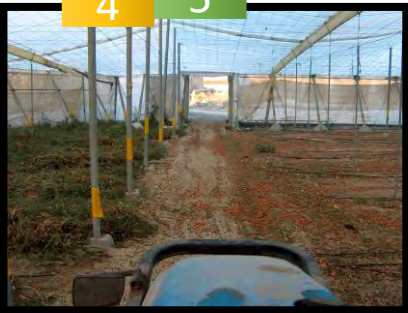
**Tecnologías
disponibles** de
incorporación a
las fincas
donde se
dispone de
maquinaria

**Reciclaje de
rafas e**
incorporación
de rafas
biodegradables
Aplicación de
los restos de
cosecha en la
capa de arena
y valoración
agronómica

Optimización
de la
aplicación de
restos de
cosecha.



Sin aplicación	Separación	Gestión	Incorporación
Servicios externos		 	
Espacios de servicio finca		   	  
Área no productiva		   	 
Área productiva	  		   

Sin aplicación	Separación	Gestión	Incorporación
Servicios externos			
Espacios de servicio finca			
Área no productiva		 	
Área productiva			

Manejo de los restos de cosecha: Puntos clave



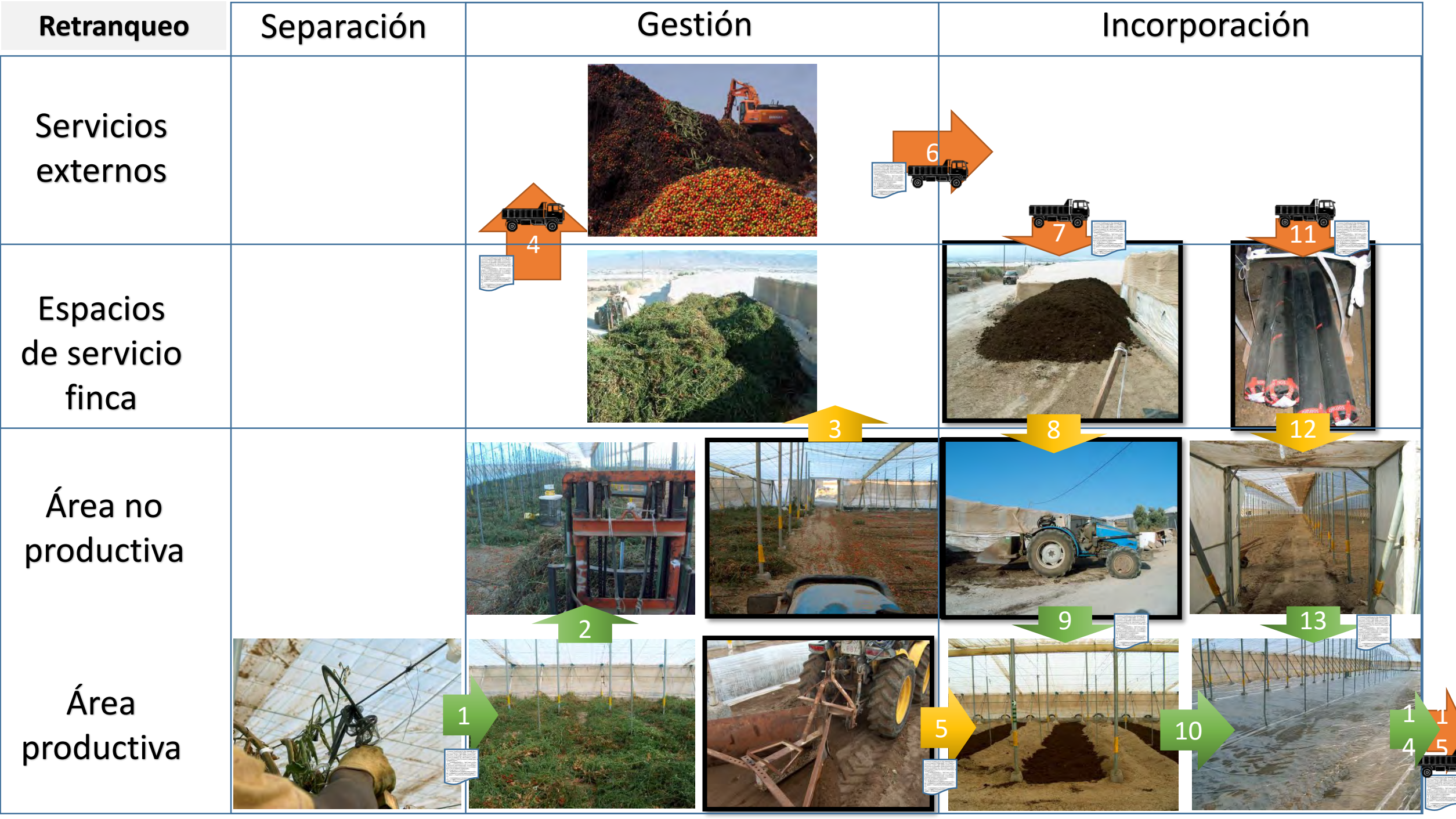
SIN MANEJO DE RESTOS

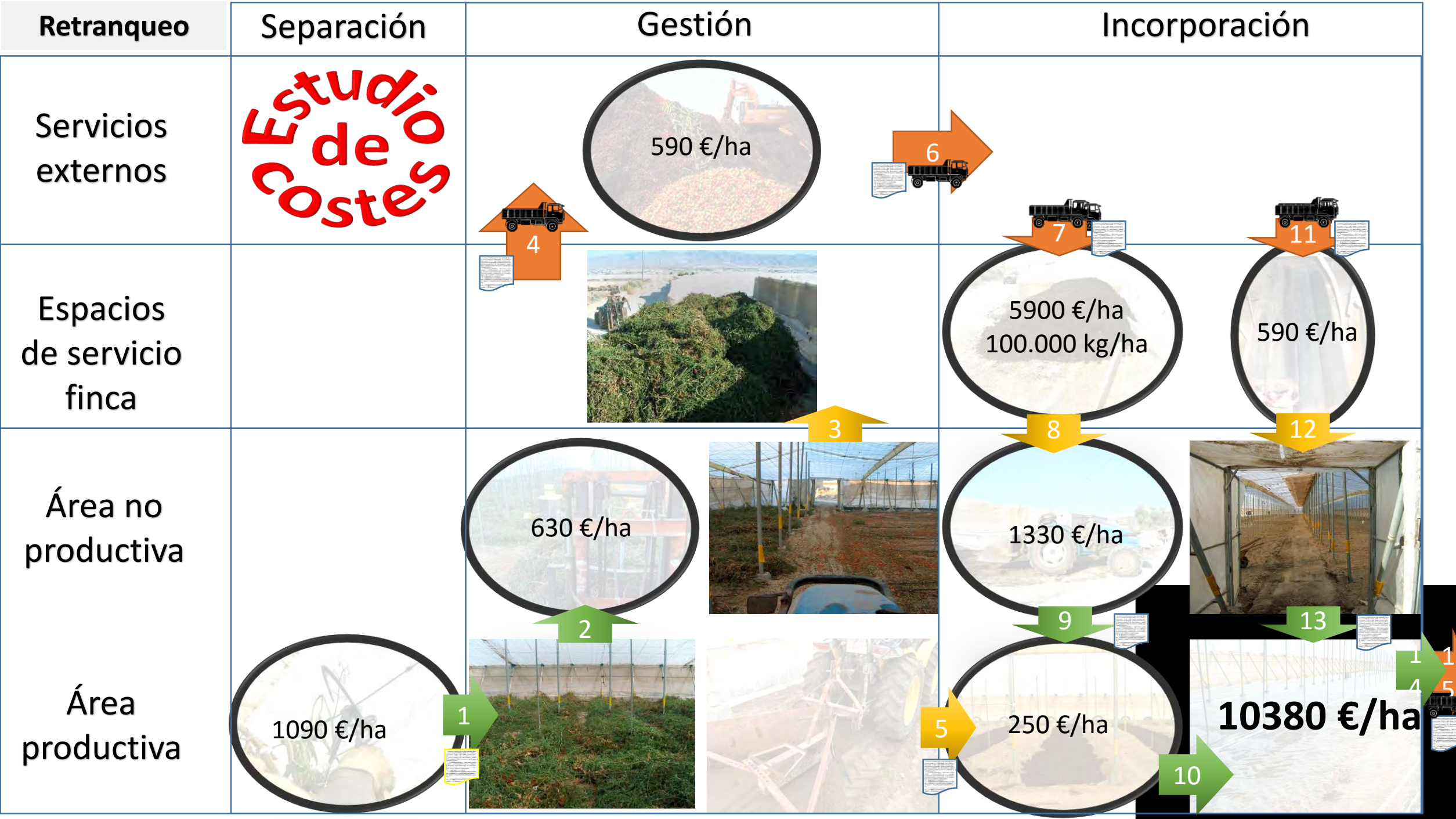
- Fin de cultivo
- Corte de las plantas a ras de suelo
 - Deshidratado
- Descolgado de rafias del emparrillado
- Colocación de los restos en el pasillo
- Transporte al exterior del invernadero
- **Carga y transporte al punto de gestión**
- Aporte de estiércol

CON MANEJO DE RESTOS

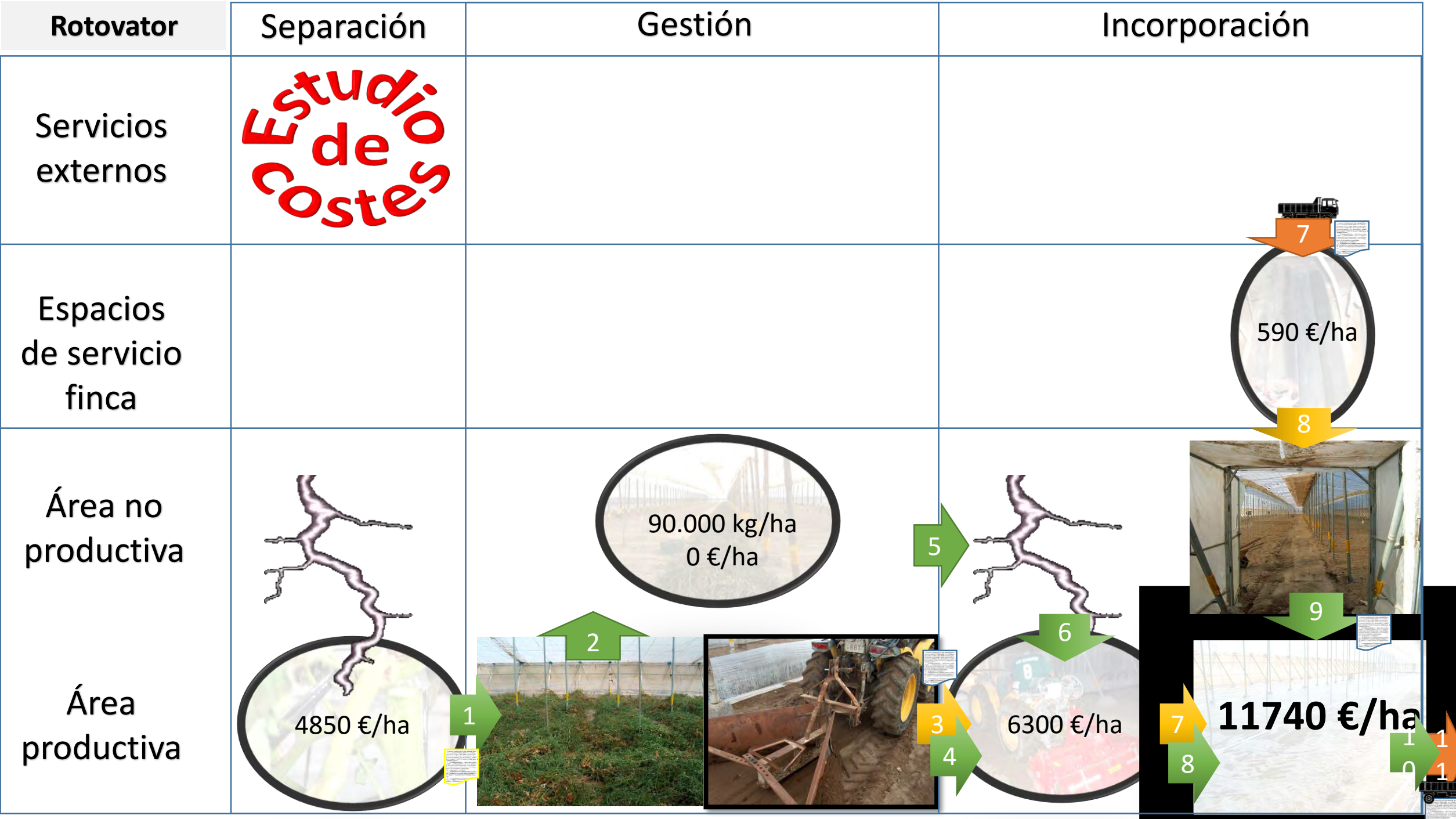
- Diseño y manejo previo
 - **Tutorado y/o rafias biodegradables**
- Acondicionamiento de los restos y/o separación de rafias
- **Trituración de los restos de cosecha**
- Aporte de restos de cosecha y **estiércol**







Rotovator	Separación	Gestión	Incorporación
Servicios externos			
Espacios de servicio finca			 7  8
Área no productiva		 5	 9
Área productiva	 1	 2  3 4  6  7 8  10 11	



Manual	Separación	Gestión	Incorporación
Servicios externos			
Espacios de servicio finca		Deshidratación Arena Trituración	
Área no productiva			
Área productiva			

Manual	Separación	Gestión	Incorporación																								
Servicios externos	Estudio de Costes																										
Espacios de servicio finca		<table><tr><th>Tarea</th><th>Coste € m⁻²</th><th>Coste € tm⁻¹</th></tr><tr><td>Separación de restos de los tutores plásticos</td><td>0,045</td><td>6,82</td></tr><tr><td>Apertura de la arena</td><td>0,051</td><td>7,73</td></tr><tr><td>Trituración</td><td>0,040</td><td>6,06</td></tr><tr><td>Enterrado</td><td>0,039</td><td>5,91</td></tr><tr><td>Manejo de ramales de riego</td><td>0,002</td><td>0,30</td></tr><tr><td>Gestión de rafias</td><td>0,018</td><td>2,73</td></tr><tr><td>Total</td><td>0,195</td><td>29,55</td></tr></table>		Tarea	Coste € m ⁻²	Coste € tm ⁻¹	Separación de restos de los tutores plásticos	0,045	6,82	Apertura de la arena	0,051	7,73	Trituración	0,040	6,06	Enterrado	0,039	5,91	Manejo de ramales de riego	0,002	0,30	Gestión de rafias	0,018	2,73	Total	0,195	29,55
Tarea		Coste € m ⁻²	Coste € tm ⁻¹																								
Separación de restos de los tutores plásticos	0,045	6,82																									
Apertura de la arena	0,051	7,73																									
Trituración	0,040	6,06																									
Enterrado	0,039	5,91																									
Manejo de ramales de riego	0,002	0,30																									
Gestión de rafias	0,018	2,73																									
Total	0,195	29,55																									
Área no productiva																											
Área productiva	450 €/ha 1 510 €/ha 3 4 400 €/ha 5 6 390 €/ha 1950 €/ha																										

Manual	Separación	Gestión		Incorporación				
Servicios externos	Estudio de costes							
Espacios de servicio finca		Materia Orgánica		Mano de Obra	Maquinaria	Total		
		kg m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ kg ⁻¹	
		Retranqueo	20	1,079	0,021	0,132	1,232	0,062
		Restos de cultivo	9		0,376	0,566	0,943	0,108
		Aporte manual	6,6		0,195		0,195	0,03
Área no productiva		Trituración en la arena	10		0,068	0,108	0,176	0,018
		Trituración en el camino	10		0,071	0,039	0,11	0,011
		Gestión externa	6,6				0,14	0,021
		Retranqueo tradicional	6				0,22	0,037
Área productiva								

Tecnología disponible

- Eje de triturado
 - Trituradoras de eje horizontal
 - Trituradoras de eje vertical (desbrozadoras)
 - Trituradoras de poda
- Fuente de energía
 - Autónomas
 - Combustión
 - Eléctricas
 - TDF (Accionadas por el tractor)
- Posición de enganche al tractor
 - Trasero
 - Delantero y trasero (inversible)

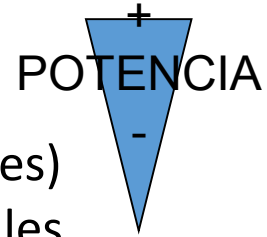


Tecnología disponible



- Sistema de corte

- Martillos
- Cuchillas
- Cadenas (forestales)
- Cuchillas discoidales.



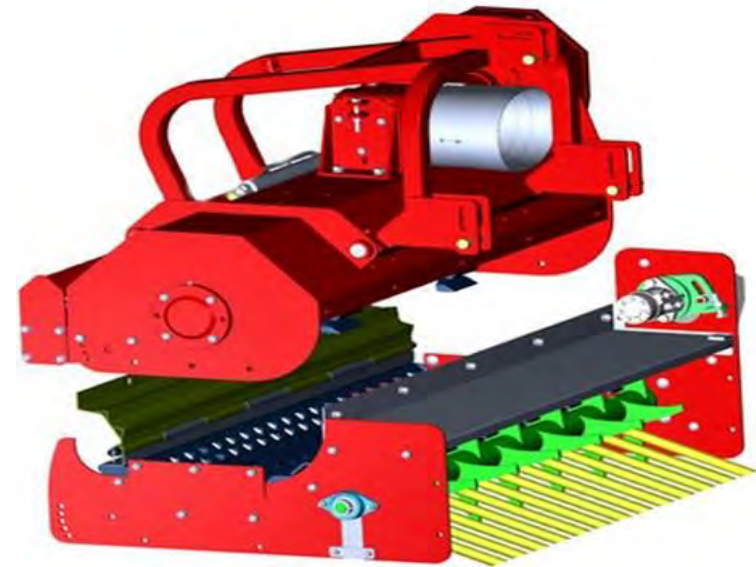
- Alimentación

- Manual
- Sin alimentación
- Autoalimentada



- Localización del triturado

- Bajo la máquina
 - Disperso
 - Apilado
- Tolva de acopio



Manejo de los restos de cosecha

- Reducción del 90% volumen
- **Tractor disponible**

Desbrozadora vertical

- **Proyección de los restos**



Desbrozadora horizontal

- **Efecto rafia de restos deshidratados**



Producto Hortícola	Volumen por hectárea (m ³ /Ha)	Peso por métró cúbico (kg/m ³)	Peso por hectárea (kg/Ha)	Peso en materia seca por hectárea (kgMS/Ha)
Calabacín	90	250	22.500	1.922
Pepino	90	250	22.500	2.511
Melón	80	300	24.000	3.176
Judía	70	255	17.850	2.812
Sandia	50	310	15.500	2.108
Tomate	140	250	22.500	5.170
Pimiento	100	250	35.000	4.550
Medias y Totales	88,6	266	23.190	3.178

Cuadro 1. Producción anual de resto de cultivo de los principales cultivos hortícolas de invernadero. Tomado de Moyano (2001).

Manejo de los restos de cosecha



- Trituración de los restos de cosecha
 - Tecnología presente
 - Rotavator
 - Manejo intenso del enarenado
 - Tecnología disponible
 - Trituradoras de eje horizontal
 - Manejo superficial o tradicional del enarenado



- Manejo de la rotación
 - Tiempo
 - Complejo de plagas y enfermedades
 - Alelopatía y fatiga de suelos



Arena	Separación	Gestión	Incorporación
Servicios externos			
Espacios de servicio finca			
Área no productiva			
Área productiva			

Arena	Separación	Gestión	Incorporación									
Servicios externos												
Espacios de servicio finca		<table><tr><th>Tarea/Concepto</th><th>Coste (€ m⁻²)</th></tr><tr><td>Separación de los restos vegetales y acondicionamiento</td><td>0,068</td></tr><tr><td>Aporte a la capa de arena</td><td>0,048</td></tr><tr><td>Reposición de los elementos de corte por abrasión</td><td>0,060</td></tr><tr><td>Total</td><td>0,176</td></tr></table>		Tarea/Concepto	Coste (€ m ⁻²)	Separación de los restos vegetales y acondicionamiento	0,068	Aporte a la capa de arena	0,048	Reposición de los elementos de corte por abrasión	0,060	Total
Tarea/Concepto	Coste (€ m ⁻²)											
Separación de los restos vegetales y acondicionamiento	0,068											
Aporte a la capa de arena	0,048											
Reposición de los elementos de corte por abrasión	0,060											
Total	0,176											
Área no productiva												
Área productiva	 680 €/ha       1048 €/ha   1760 €/ha											

Arena	Separación	Gestión		Incorporación		
Servicios externos	Estudio de Costes					
Espacios de servicio finca						
Área no productiva						
Área productiva						

	Materia Orgánica		Mano de Obra	Maquinaria	Total	
	kg m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ kg ⁻¹
Retranqueo	20	1,079	0,021	0,132	1,232	0,062
Restos de cultivo	9		0,376	0,566	0,943	0,108
Aporte manual	6,6		0,195		0,195	0,03
Trituración en la arena	10		0,068	0,108	0,176	0,018
Trituración en el camino	10		0,071	0,039	0,11	0,011
Gestión externa	6,6				0,14	0,021
Retranqueo tradicional	6				0,22	0,037

Área productiva



1





2





4





5





Camino	Separación	Gestión	Incorporación
Servicios externos			
Espacios de servicio finca			
Área no productiva			
Área productiva			

Aplicación en la capa de arena

- Necesidad de recoger o retirar las **rafias plásticas** por **enganches** en el conjunto tractor-trituradora y riesgo del tractorista.
- **Arrollamiento** de los restos de cosecha, que dificulta la homogeneidad en el reparto de los mismos.
- **Compactación superficial** por pisoteo de la maquinaria
- Elevado efecto **abrasión** de los elementos de corte de la trituradora
- Aplicación de la **materia orgánica sin aporte funcional al enarenado** en lo referente a la profundidad y al tamaño de los restos orgánicos resultantes.

Trituración en el pasillo



Camino	Separación	Gestión	Incorporación															
Servicios externos	Estudio de costes																	
Espacios de servicio finca	<table><tr><th>Tarea</th><th>Coste (€ m⁻²)</th><th>Coste (€ t⁻¹)</th></tr><tr><td>Separación de restos de cosecha de los tutores plásticos</td><td>0,071</td><td>5,68</td></tr><tr><td>Trituración</td><td>0,033</td><td>2,64</td></tr><tr><td>Reposición de los elementos de corte por abrasión</td><td>0,006</td><td>0,48</td></tr><tr><td>Total</td><td>0,110</td><td>8,8</td></tr></table>			Tarea	Coste (€ m ⁻²)	Coste (€ t ⁻¹)	Separación de restos de cosecha de los tutores plásticos	0,071	5,68	Trituración	0,033	2,64	Reposición de los elementos de corte por abrasión	0,006	0,48	Total	0,110	8,8
Tarea	Coste (€ m ⁻²)	Coste (€ t ⁻¹)																
Separación de restos de cosecha de los tutores plásticos	0,071	5,68																
Trituración	0,033	2,64																
Reposición de los elementos de corte por abrasión	0,006	0,48																
Total	0,110	8,8																
Área no productiva	710 €/ha 390 €/ha 1100 €/ha																	
Área productiva	1 2 3 4 5 6																	

Camino

Separación

Gestión

Incorporación

Servicios externos

	Materia Orgánica		Mano de Obra	Maquinaria	Total	
	kg m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ kg ⁻¹
Retranqueo	20	1,079	0,021	0,132	1,232	0,062
Restos de cultivo	9		0,376	0,566	0,943	0,108
Aporte manual	6,6		0,195		0,195	0,03
Trituración en la arena	10		0,068	0,108	0,176	0,018
Trituración en el camino	10		0,071	0,039	0,11	0,011
Gestión externa	6,6				0,14	0,021
Retranqueo tradicional	6				0,22	0,037

Espacios de servicio finca

Área no productiva

Área productiva

710 €/ha

390 €/ha

1100 €/ha

1

2

3

4

5

6

Camino	Separación	Gestión		Incorporación		
Servicios externos	1400					
Espacios de servicio finca						
Área no productiva						
Área productiva						

	Materia Orgánica		Mano de Obra	Maquinaria	Total	
	kg m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ kg ⁻¹
Retranqueo	20	1,079	0,021	0,132	1,232	0,062
Restos de cultivo	9		0,376	0,566	0,943	0,108
Aporte manual	6,6		0,195		0,195	0,03
Trituración en la arena	10		0,068	0,108	0,176	0,018
Trituración en el camino	10		0,071	0,039	0,11	0,011
Gestión externa	6,6				0,14	0,021

1400- 1100 = 300 €/ha

disponible para aportarlos al

suelo

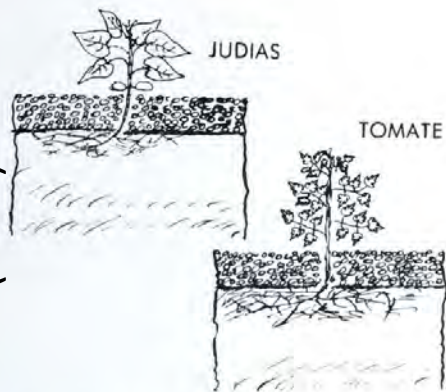


1400- 1100 = 300 €/ha

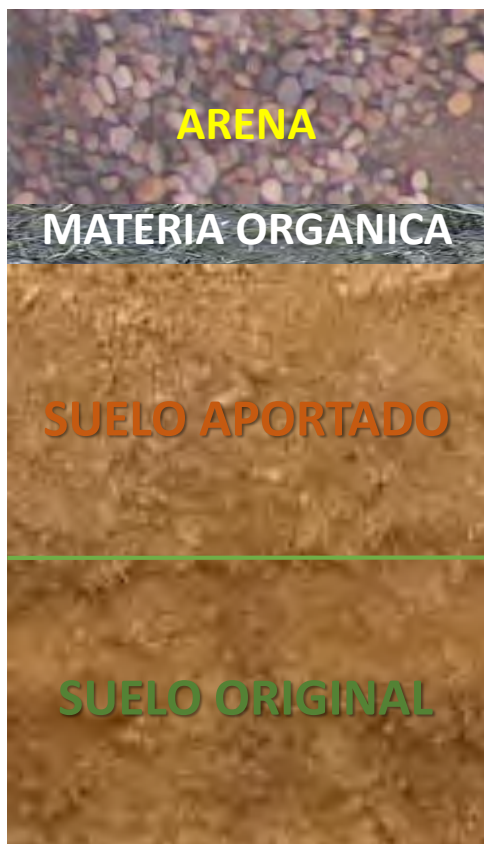
disponible para aportarlos al

suelo





Esquema de dos plantas de hortaliza típicas del cultivo enarenado.



Diversidad agrícola

- Manejo de la programación de cultivos
 - Abono verde
 - Biodesinfección
 - Compostaje
- Funcionalidad del enarenado (no laboreo)
 - Trituración sobre la arena
 - Trituración en la arena
 - Trituración sobre el suelo
- Funcionalidad de la materia orgánica
 - Valor fertilizante
 - Contribución fisico-química
 - Soporte del sistema edáfico



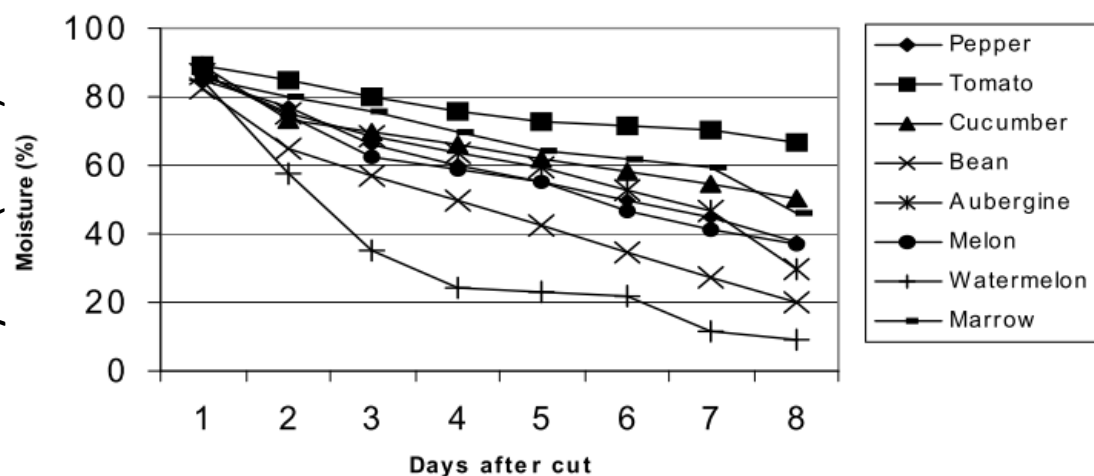
Manejo de los restos de cosecha

Tolón y Lastra (2010)

CULTIVO	Residuos		Periodo	Superficie	Residuos		Prod.
	m3/Ha	Tm/Ha	meses	Ha	m3	Tm	Tm
Pimiento (T)*	100	25	En-Feb/Dic	6.476	647.600	161.900	425.425
Pimiento (I)*	110	27		69	7.590	1.897	
Tomate (T)	140	35	En/May	3.173	444.220	111.055	382.704
Tomate (I)	182	45.5		244	44.408	11.102	
Pepino (T)	90	22.5	Feb/May	3.898	350.820	87.705	334.305
Pepino (I)	94,5	23.6		35	3.307,5	827	
Calabacín	90	22.5	En/May	3.805	342.450	8.5612	213.080
Berenjena	90	25	Feb/Jun	1.485	133.650	37.125	118.800
Judía	70	17	En-My/My-Jul	1.140	79.800	19.950	17.100
Sandía	50	15	En/May	2.830	141.500	43.865	212.250
Melón	80	23	Feb/Jun	3.880	310.400	89.240	155.200
MEDIA	90	25	Feb-May	27.035	2.505.745	650.278	1.858.864

*(T) = Cultivo en invernadero tradicional; *(I) = Cultivo en invernadero industrial.

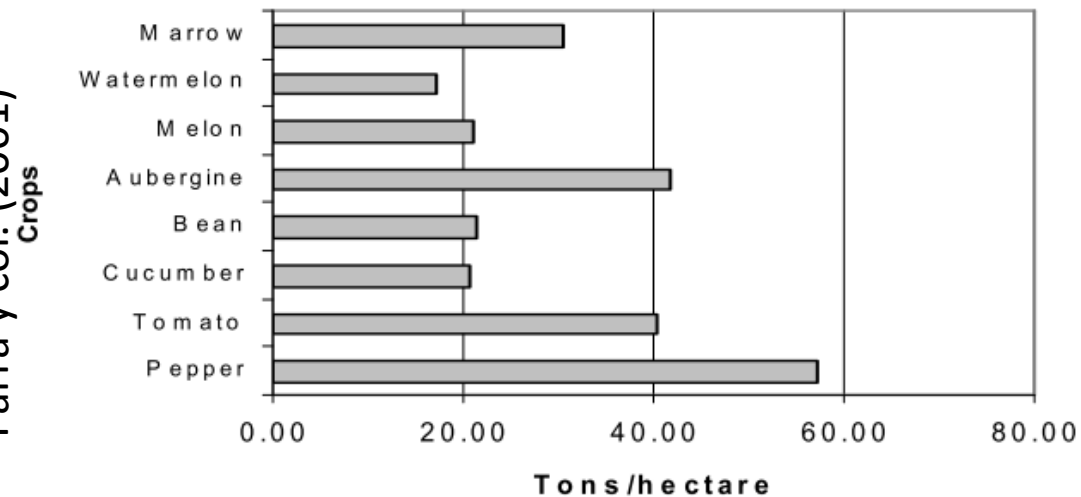
Parra y col. (2001)



Moreno y Moral (2008)

Material	% Ct	%N	C/N	Densidad (g/cm ³)	Humedad (%)	pH
Sandía	29,5	2,5	11,7	0,14	15,0	7,4
Pepino	24,2	1,9	12,4	0,12	20,8	8,0
Tomate	28,3	3,2	8,6	0,14	13,0	7,9
Melón	33,3	2,1	16,0	0,13	26,1	8,0
Pimiento	32,4	2,7	11,9	0,17	13,2	9,1

Parra y col. (2001)



¿Cuál es el valor de los restos de cosecha?

López Bellido y col. (2010)

Cultivo	Producción T ha ⁻¹	N UF ha ⁻¹	P ₂ O ₅ UF ha ⁻¹	K ₂ O UF ha ⁻¹
Calabacín	25	20-30	5-15	20-40
Pimiento	60	110-160	35-60	180-220
Tomate	60	45-60	20-55	80-120
Melón	35	30-40	15-20	80-100
Pepino	30	20-30	10-20	30-50
Sandía	50	30-40	10-20	30-50
Judía	14	30-60	25-35	60-80
Berenjena	60	100-160	30-50	180-220

Cultivo	MS	N	P	K	Ca	Mg
Pimiento	4.550	131	6,37	164	70	36
Tomate	5.170	92	20	105	141	62
Melón	3.175	42	7	90	67	18
Pepino	2.511	34	5	33	56	11
Judía	2.812	48	4	48	83	19

Contreras y col. (2014)

Cultivo	MS	N	P	K	Ca	Mg
Contenido en nutrientes % sobre materia seca						
Pimiento	16,1	2,87	0,14	3,62	1,53	0,78
Tomate	12,6	1,78	0,39	2,03	2,73	1,20
Melón	10,4	1,33	0,23	2,83	2,10	0,57
Pepino	12,2	1,35	0,19	1,32	2,25	0,45
Judía	14,5	1,71	0,16	1,72	2,95	0,66
% de nutrientes en los restos de cosecha respecto del total extraído						
Pimiento		57	50	53	91	89
Tomate		51	60	42	85	85
Melón		42	59	40	83	82
Pepino		43	57	39	80	81
Judía		75	70	73	91	83

- 1 kg de N orgánico aplicado por **fertirriego** es **10 veces mas caro** que su sal soluble equivalente
- el aporte en fertirriego se puede ver **limitado al 20% de las necesidades del cultivo** (IFOAM)



¿Cuál es el valor fertilizante del estiércol?



Promedio de 6 muestras de estiércol
Contenían percloratos y fosfonatos
Hasta 14 materias activas

Parámetro	Unidad	MS	Extracto (1:25)
Materia orgánica total	%	50,6	
Extracto húmico total	%	4,9	
Ácidos fúlvicos	%	5,0	
Ácidos húmicos	%	2,4	
Nitrógeno Total	%	1,9	
Relación C/N		16,1	

Parámetro	Unidad	MS	Extracto (1:25)
Nitrógeno	%	1,9	
Nitratos	mg/l		16,9
Amonio	mg/l		13,0
Fósforo (P)	%	0,6	
	mg/l		43,1
Potasio (K)	%	3,7	
	mg/l		1.076,0
Calcio (Ca)	%	5,9	
	mg/l		30,1
Magnesio (Mg)	%	1,4	
	mg/l		38,2
Sodio (Na)	%	0,6	
	mg/l		195,7
Cloruros	mg/l		1.183,3
Sulfatos	mg/l		247,4
Hierro (Fe)	ppm	3.659,8	
	mg/l		3,0
Cobre (Cu)	ppm	54,7	
	mg/l		0,3
Manganeso (Mn)	ppm	192,3	
	mg/l		0,0
Zinc (Zn)	ppm	95,8	
	mg/l		0,2
Boro (B)	ppm	31,6	

¿Urea?

Parámetro	Unidad	MS	Extracto (1:25)
Humedad	%		40,3
CE	mS/cm		4,7
pH			9,4

1 kg estiércol
25 litros agua

Parámetro	mmol/L (1:25)
Nitratos	0,3
Amonio	0,7
Fósforo (P)	1,4
Potasio (K)	27,6
Calcio (Ca)	0,8
Magnesio (Mg)	1,6
Sodio (Na)	8,5
Cloruros	33,3
Sulfatos	2,6

Sólo 1 mmol de nitrógeno para
1 kg de estiércol.
¿Y si aplico 5 kilos?
¿Cuánto riego?



¿Control de la seguridad alimentaria?

- Certificado de conformidad
- Trazabilidad
- Análisis de residuos de pesticidas en hoja
- Análisis de residuos de pesticidas en fruto
 - 380 materias activas (DDT, HCH ...)
 - Ditiocarbamatos
 - Contaminación microbiológica (*E. coli*, *Enterococos*, *Salmonela*)
 - Amonios cuaternarios
 - Fosfonatos
 - Percloratos
 - Cloratos ...
- Análisis de isótopos del nitrógeno

MINIMO TOTAL.....1500€ / producto y finca