






## Cuantificación y reducción del impacto ambiental de la producción bajo invernadero

Pere Muñoz  
 IRTA Cabrils–Horticultura Ambiental  
 Carretera de Cabrils Km 2 08348 Cabrils (Barcelona)

INIA (RTA2012-00039-CO2-01y CO2-O2)

[http://www.ual.es/GruposInv/INIA/INIA\\_RT2012-00039/Portada.html](http://www.ual.es/GruposInv/INIA/INIA_RT2012-00039/Portada.html)




## Introducción

### Principales contribuciones impacto ambiental Invernadero:

- Estructura**
- Equipo auxiliar (Fertirrigación)**
- Fertilizantes**

**3.2.1 Scenari a. Tomato crop in a multi-tunnel greenhouse in Spain**

The main results in the reference situation for a tomato crop in a multi-tunnel greenhouse in Spain were included at the beginning of this section to facilitate the comprehension of alternatives for improvement life cycle impact assessments.

**3.2.1.1 Reference situation**


The main burdens in the reference scenario a), tomato crop in multi-tunnel greenhouse in Spain, were structure, auxiliary equipment and fertilizers (Table 3.4). Structure accounted for major contributions to acidic depletion, global warming and cumulative energy demand impact categories, auxiliary equipment to air acidification and photochemical oxidation and fertilizers to eutrophication.

Table 3.4. Stage contributions to selected impact categories (IC) per ton of tomato, for reference tomato production in a multi-tunnel greenhouse

IC	Unit	Total	Climate Auxiliary					
			Structure	System	Management	Fertilizers	Pesticides	Water
AD	kg SO <sub>2</sub> eq	1.75+00	3.66-01	1.16+03	0.36-01	2.06-01	1.70+02	2.04-02
AA	kg SO <sub>2</sub> eq	1.66+00	3.66-01	1.56+03	4.26-01	2.16-01	1.66-02	1.26-02
EU	kg PO <sub>4</sub> -P eq	4.96-01	1.26-01	2.76-04	0.36-02	2.36-01	0.96-03	3.96-03
GW	kg CO <sub>2</sub> eq	2.66+02	8.86+01	1.56+03	1.76+01	0.26+01	2.06+00	3.16+02
PO	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	8.46-02	2.06-02	3.46-05	2.76-02	4.96-03	1.26-03	1.66-03
CEC	MJ	4.66+03	1.96+03	3.16+03	1.96+03	3.66+02	4.16+01	6.76+01

AD, acidic depletion; AA, air acidification; EU, eutrophication; GW, global warming; PO, photochemical oxidation; CEC, cumulative energy demand.

Montero et al. 2011




**Introducción**



**Exceso en la aplicación de fertilizantes nitrogenados uno de los problemas ambientales mas importantes de la agricultura actual.**

**“Zona vulnerable a la contaminación por nitratos.”  
Real Decret 261/1996**

**Decret 205/2000 Generalitat Catalunya:  
“Normas Agronómicas o Buenas Prácticas Agrarias”**

**IRTA Cabrils:**

**Optimizar el uso y aplicación de los fertilizantes en cultivos hortícolas**



**Introducción**

**2002-2015 Optimización fertilización nitrogenada**

**Tomate aire libre-invernadero.**

**Colaboración:**

- Asociaciones de Defensa Vegetal (ADV) del Maresme
- Departament Agricultura
- Cooperativas





**Invernadero Multitúnel**  
**Cultivo sin suelo: Sacos Perlita B12 (0-5 mm)**  
**2.2 plants/m<sup>2</sup>**

IRTA

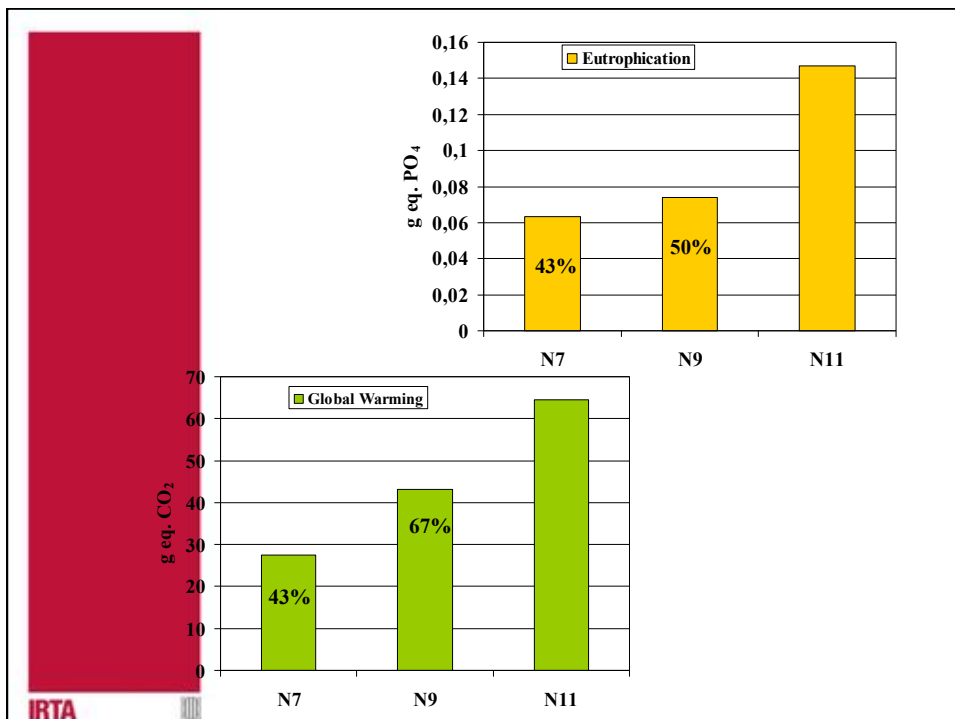
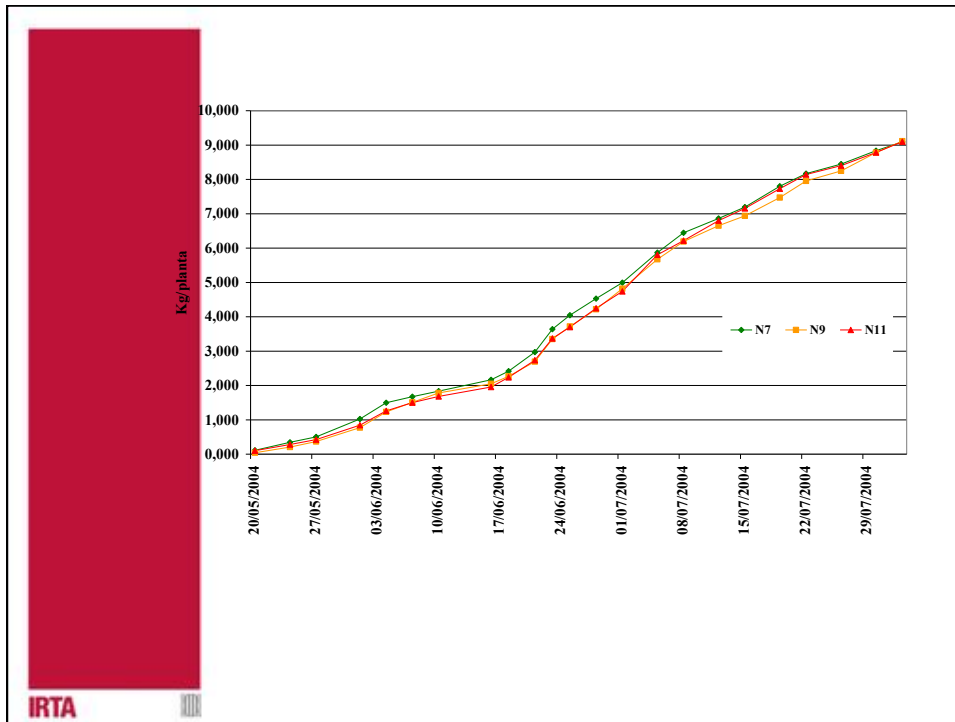
**Tratamientos:**

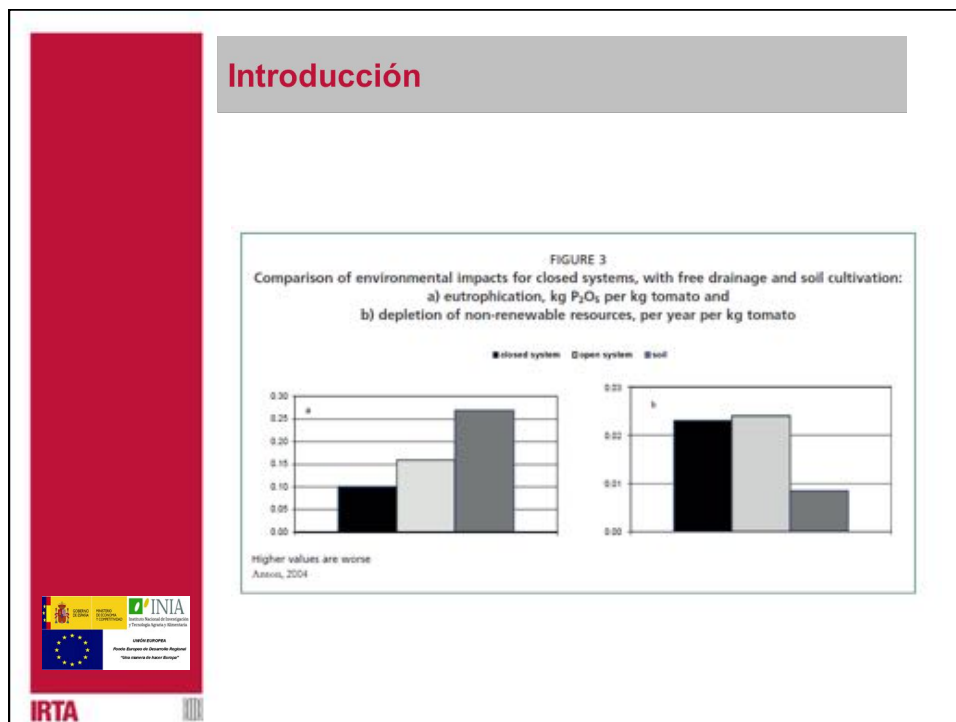
N7: Nutrient solution 7 meq. N/L  
 N9: Nutrient solution 9 meq. N/L  
 N11: Nutrient solution 11 meq. N/L

**Solución nutritiva: meq L<sup>-1</sup>**

TRATAMIENTO	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	CE	pH
N7	7	1	7	9	2	0	2.1	5.8
N9	9	1	7	9	2	0	2.1	5.8
N11	11	1	7	9	2	0	2.1	5.8

IRTA





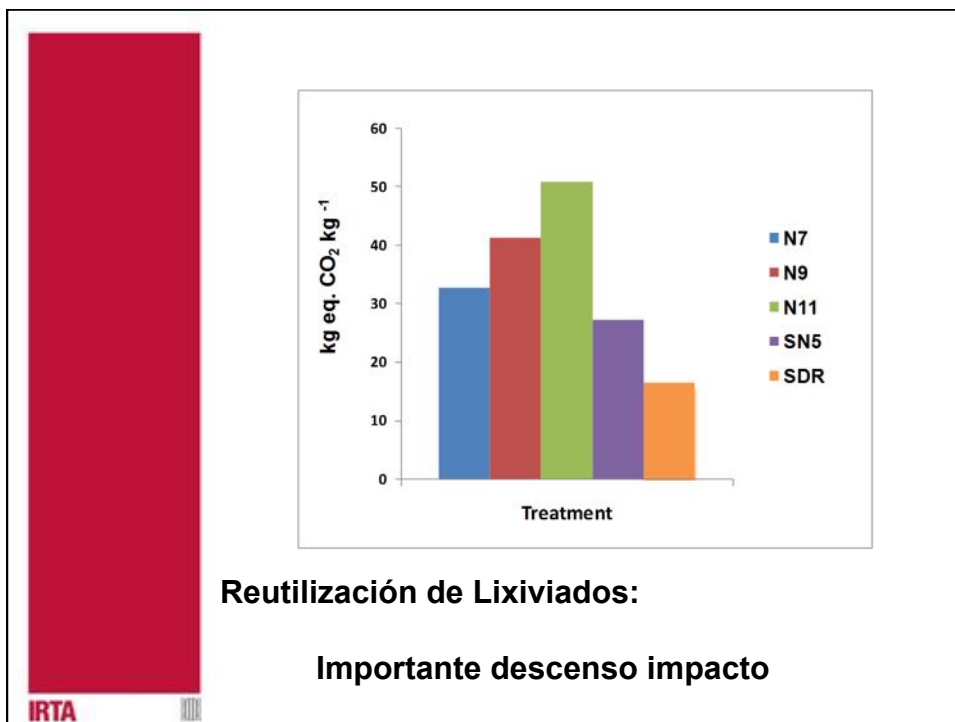
IRTA

### Solución intermedia: Cultivos encadenados (Cascade crops)

**Segundo paso recolección directa y reuso de lixiviaods en cultivo bajo invernadero en suelo.**




IRTA



## Objetivos

**Evaluar cultivo combinado:**

**Tomate Invernadero Sin suelo.**

**Secuencia de cultivos aire libre  
(lechuga-tomate de colgar-escarola)**




**IRTA**

## Material y métodos. Localización

**Localización: Cabrils, Barcelona**

**Cultivo en Perlita**

**2.7 pl m<sup>-2</sup>**



**Cultivares: “Arawak y Tomawak” Corazón de Buey. Ciclos:**

<b>2014</b>	<b>Febrero-Julio</b>
	<b>Agosto-Diciembre</b>
<b>2015</b>	<b>Febrero-Julio</b>
	<b>Agosto-Enero</b>

**IRTA**

**Material y métodos.**

**Aire libre: Cabrils, Barcelona**

**Suelo Arenoso-franco; Riego localizado**

**Tratamientos:**

**Mineral: Fertirrigación abonos minerales**

**Encadenados: Reutilización directa lixiviados**







**Material y métodos.**

**Secuencia cultivos:**

**Lechuga:** 06/03/2014 – 22/04/2014  
16/02/2015 – 21/04/2015

**Tomate colgar:** 28/04/2014 – 08/10/2014  
29/04/2015 - 24/08/2015

**Escarola:** 15/10/2014 – 08/01/2015  
04/09/2015 – 22/10/2015










### Material y métodos.

**Controles:**

- Producción /calidad cultivos
- Volúmenes riego, lixiviados
- Balance nutrientes (aportes, extracciones)






IRTA

### RESULTADOS

#### Cultivo Tomate Invernadero

Tabla 1. Producción total y comercial (kg·m<sup>-2</sup>) de los cultivares de tomate estudiados en los dos ciclos de cultivo bajo invernadero.

Ciclo Primavera		Ciclo Invernal		
Arawak® (kg·m <sup>-2</sup> )		Tomawak® (kg·m <sup>-2</sup> )		
Año	Prod. total	Prod.	Prod. total	Prod.
		comercial		comercial
2014	22,2	21,09	9,28	8.48
2015	21,9	20,1	12,2	10,9






IRTA

### RESULTADOS Cultivos Aire libre

**Tabla 2. Producción total y comercial (kg·m<sup>-2</sup>) de lechuga, tomate de colgar y escarola en los diferentes tratamientos de fertilización (2014)**

Trat	Lechuga (kg·m <sup>-2</sup> )		Tom. colgar(kg·m <sup>-2</sup> )		Escarola(kg·m <sup>-2</sup> )	
	Prod. total	Prod. comercial	Prod. total	Prod. comercial	Prod. total	Prod. comercial
Mineral	5,96 a	5,42 b	5,17 a	3,10 a	4,42 a	4,42 a
Encadenado	4,69 b	4,65 b	5,01 a	2,94 a	4,26 a	4,10 a






**IRTA**

### RESULTADOS Cultivos Aire libre

**Tabla 2. Producción total y comercial (kg·m<sup>-2</sup>) de lechuga, tomate de colgar y escarola en los diferentes tratamientos de fertilización (2015)**

Trat	Lechuga (kg·m <sup>-2</sup> )		Tom. colgar(kg·m <sup>-2</sup> )		Escarola(kg·m <sup>-2</sup> )	
	Prod. total	Prod. comercial	Prod. total	Prod. comercial	Prod. total	Prod. comercial
Mineral	2,64 a	2,63 a	4,40 a	4,30 a	3,42 a	3,36 a
Encadenado	2,78 a	2,64 a	5,1 a	3,95 b	3,30 a	3,28 a

**IRTA**

### RESULTADOS Balance hídrico y de nutrientes

	Riego L m <sup>-2</sup>	Lixiviados L m <sup>-2</sup>	Lixiviados %	kg N ha <sup>-1</sup>	kg P ha <sup>-1</sup>	kg K ha <sup>-1</sup>
<b>Ciclo Primavera</b>	729,8	207,9	28	726,2	93,4	1467,9
<b>Ciclo Otoño</b>	538,6	213,0	39	549,6	97,7	1433

	Riego L m <sup>-2</sup>	Lixiviados L m <sup>-2</sup>	Lixiviados %	kg N ha <sup>-1</sup>	kg P ha <sup>-1</sup>	kg K ha <sup>-1</sup>
<b>Ciclo Primavera</b>	848,9	245,1	29	711	<b>140</b>	<b>1650</b>
<b>Ciclo Otoño</b>	566	200,3	35	566	<b>160</b>	<b>1156</b>

**IRTA**

### RESULTADOS Balance hídrico y de nutrientes

	Riego L m <sup>-2</sup>	Lechuga kg N ha <sup>-1</sup>	kg P ha <sup>-1</sup>	kg K ha <sup>-1</sup>
<b>Mineral</b>	102,2	73,65	15,80	207
<b>Encadenado</b>	97,52	65,53	5,94	277

	Riego L m <sup>-2</sup>	Tomate kg N ha <sup>-1</sup>	kg P ha <sup>-1</sup>	kg K ha <sup>-1</sup>
<b>Mineral</b>	65,42	13,8	15,25	76,5
<b>Encadenado</b>	59,1	45,95	6,21	127,25



  

	Riego L m <sup>-2</sup>	Escarola kg N ha <sup>-1</sup>	kg P ha <sup>-1</sup>	kg K ha <sup>-1</sup>
<b>Mineral</b>	321	140,79	113,37	447,64
<b>Encadenado</b>	274,27	261	85	675

**IRTA**

**Conclusiones**

- El ensayo ha permitido verificar la viabilidad de realizar este tipo de producción y aprovechamiento directo de los lixiviados para el riego de cultivos exteriores.
- El ahorro en consumo de agua y fertilizantes supone un descenso tanto de inputs como de posibles contaminantes para el medio y, en consecuencia, un impacto ambiental menor por lo que soluciones simples y sencillas como las presentadas deben evaluarse y estudiarse con detalle en un futuro.







**Cuantificación y reducción del impacto ambiental de la producción bajo invernadero**

**MUCHAS GRACIAS**

Pere Muñoz  
 IRTA Cabrils–Horticultura Ambiental  
 Carretera de Cabrils Km 2 08348 Cabrils (Barcelona)  
[Pere.munoz@irta.cat](mailto:Pere.munoz@irta.cat)

INIA (RTA2012-00039-CO2-01RTA2005-0142-CO2-O2  
[http://www.ual.es/GruposInv/INIA/INIA\\_RT2012-00039/Portada.html](http://www.ual.es/GruposInv/INIA/INIA_RT2012-00039/Portada.html)