

# Producción de tilapia y pimiento en invernadero sobre cultivo hidropónico en fibra de coco

Jornada técnica: LA CALIDAD Y USOS DE LA TILAPIA PROCEDENTE DE ACUAPONÍA

Francisco M. del Amor  
Ginés Otálora  
Miguel Marín

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario  
Depart. de Producción Vegetal y Agrotecnología

PROYECTO FEDER 1420-07. PROGRAMA OPERATIVO DE LA REGIÓN DE MURCIA  
2014-2020. Cofinanciado en un 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional

TorrePacheco, 28 de marzo de 2018



**JORNADAS DE TRANSFERENCIA**  
de resultados de investigación



# OPTIMIZACIÓN DE INSUMOS EN LA HORTICULTURA DE ALTO RENDIMIENTO BAJO CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO



- Objetivo principal contrarrestar los efectos Eventos Climáticos Extremos-ECE en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.), a la vez que se minimiza la contaminación por fertilizantes de síntesis mediante prácticas de manejo del riego medioambientalmente sostenibles.

- Eventos Climáticos Extremos-ECE: manifestándose este en la Región de Murcia con un incremento en la temperatura y en la salinidad de los suelos y un descenso de las precipitaciones y por tanto del agua disponible para el riego de los cultivos

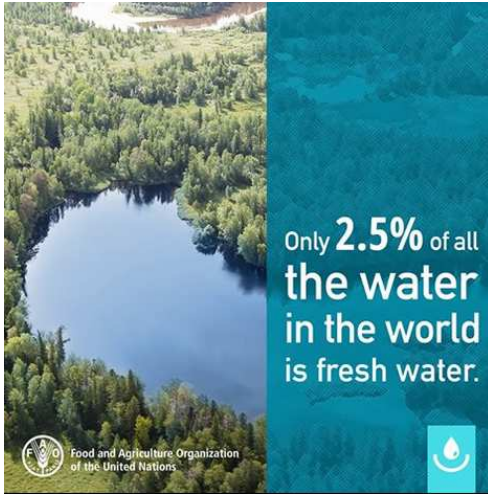
- A) Eficiencia en el Manejo del Riego y la Fertilización
  - Estudio del potencial de contaminación por nitratos.
  - Respuesta en la demanda de los nutrientes bajo umbrales de ECE.

- B) Calidad y Producción

Análisis de la producción y calidad de los frutos. Calidad funcional y trazabilidad.



## Optimización de los Recursos hídricos



## Sostenibilidad uso del territorio (salinización, erosión, eutrofización)



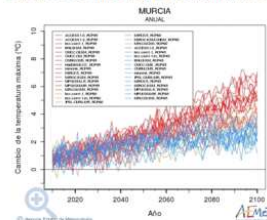
La escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial.



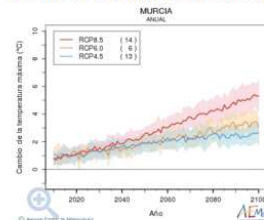
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

## Mitigación de impactos climáticos

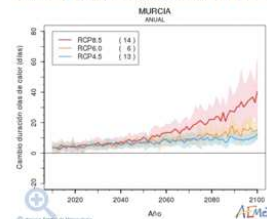
Cambio de la temperatura máxima



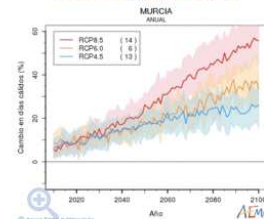
Cambio de la temperatura máxima



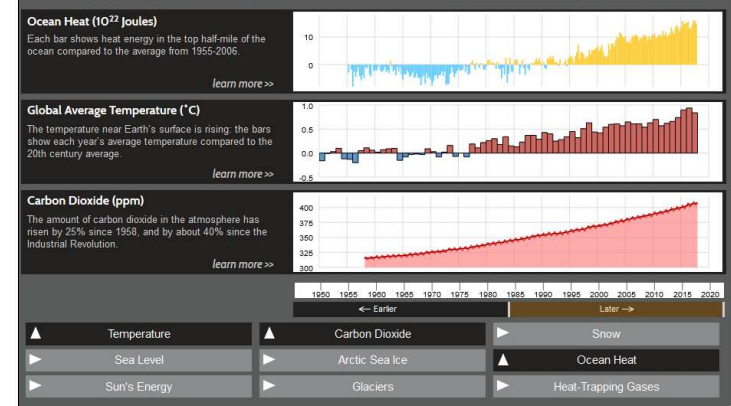
Cambio de duración olas de calor



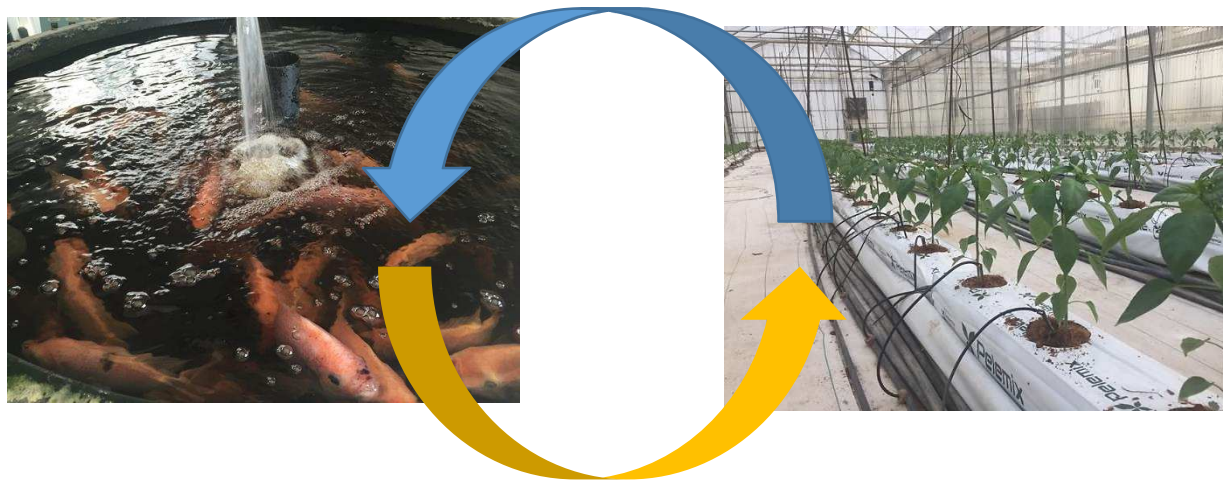
Cambio en días cálidos



### Global Climate Dashboard



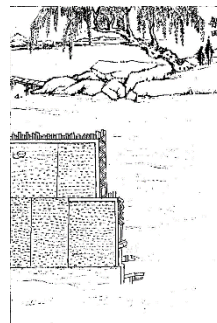
# Acuaponía: *aquaculture* + *hydroponics*



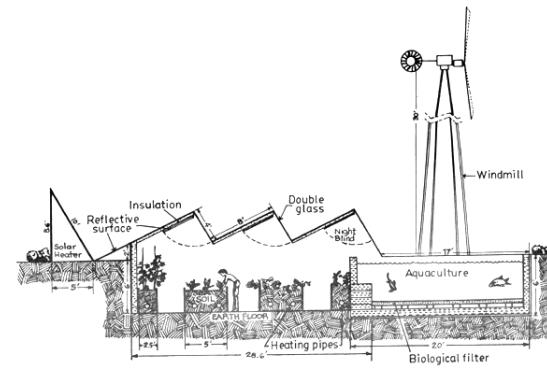
**Combinación de la producción de peces y plantas: optimizar la producción hortícola bajo invernadero**



Mayas y Aztecas (1000DC)



China (s.13)

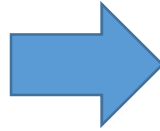


1969. USA.  
New Alchemy Institute  
"The Ark"



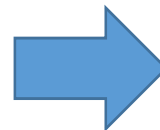
1997. USA.  
James Rakocy. (UVI)

**Acuicultura** es el sector de mas rápido crecimiento en economía de la alimentación a nivel mundial, con una tasa de crecimiento de mas del 10% anual (30% pescado consumido)



Solución potencial frente al agotamiento de los recursos de los océanos

**Horticultura- Cultivos sin suelo** producción con control de la DS (dosis y frecuencia) control demanda sin interferencias suelo



Evitamos problemas asociados al suelo (repetición de cultivos, degradación).

**Acuaponía**

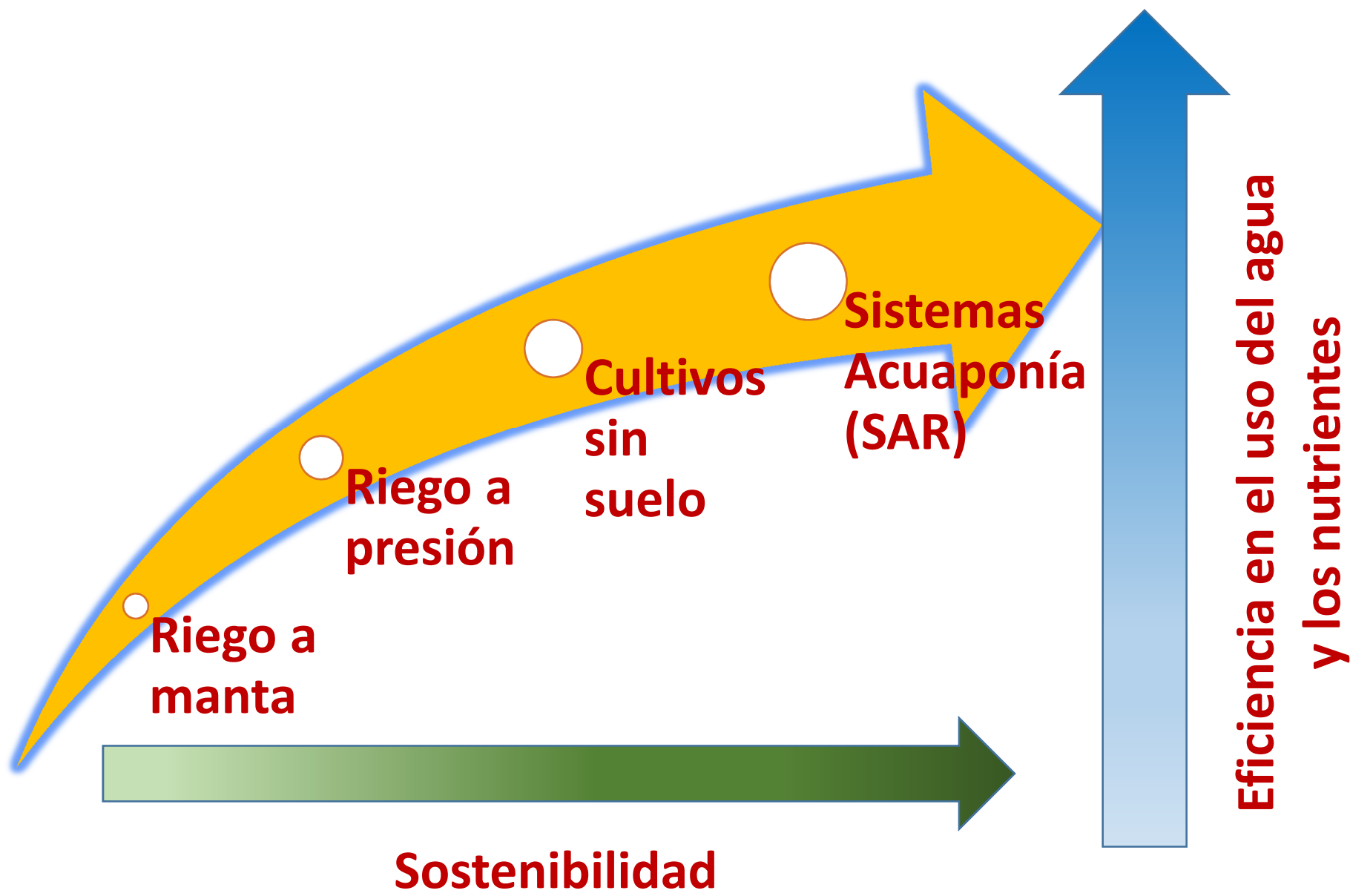
Obtención de un segundo cultivo en explotaciones agrícolas en invernadero (c.SS).

Aprovechamiento recursos de nutrientes  
Aq.: > 80% N and P perdido /Kg  
Hort. > Lixiv.>30%

Aprovechamiento recursos hídricos  
Aq: 200-600m<sup>3</sup>/kg pescd.



Sostenibilidad de recursos  
+  
Rendimiento económico



**Riego a manta**

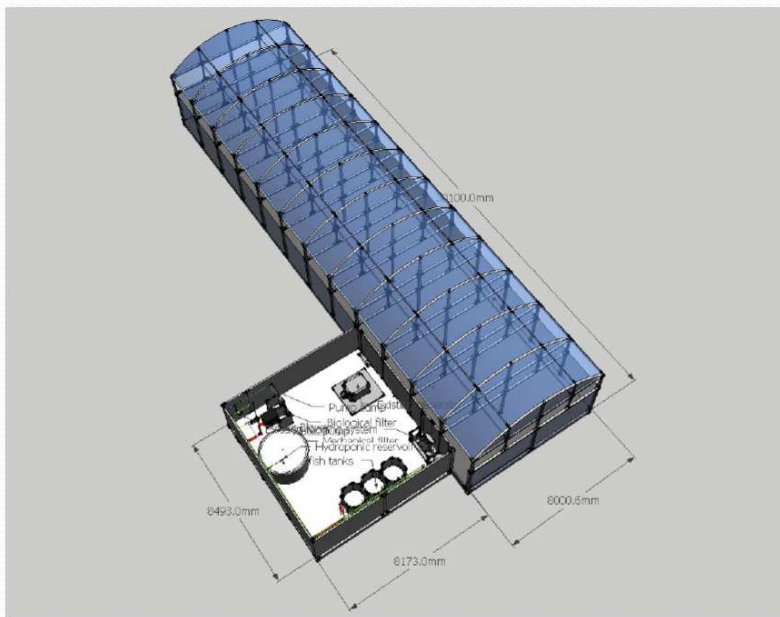
**Riego a presión**

**Cultivos sin suelo**

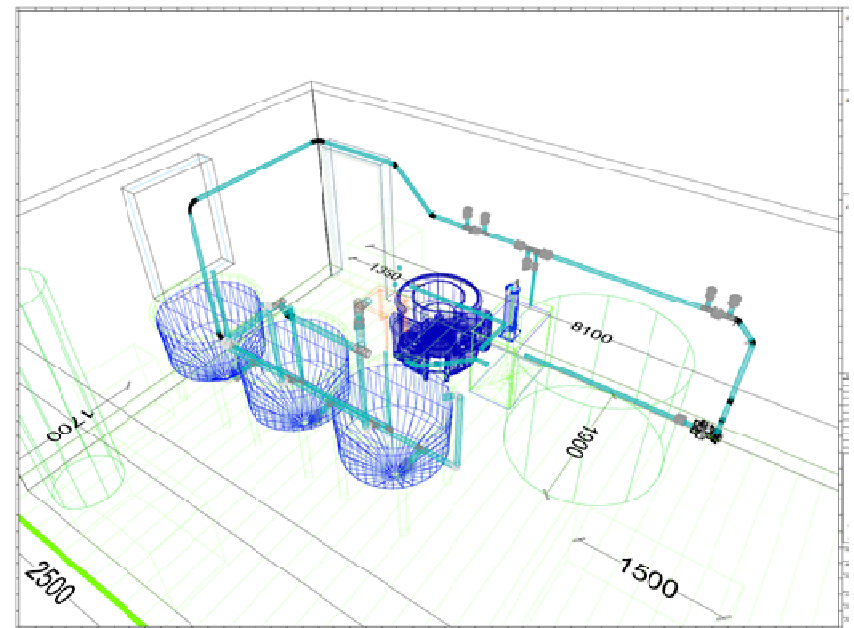
**Sistemas Acuaponía (SAR)**

**Sostenibilidad**

**Eficiencia en el uso del agua y los nutrientes**



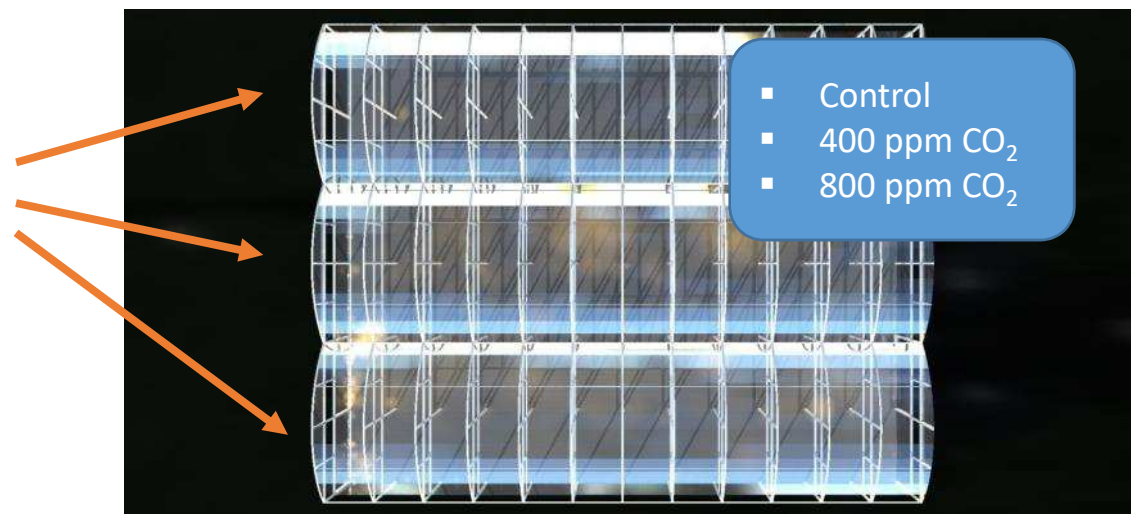
3D model of IMIDA's greenhouse structure and attached room where the RAS is to be located.



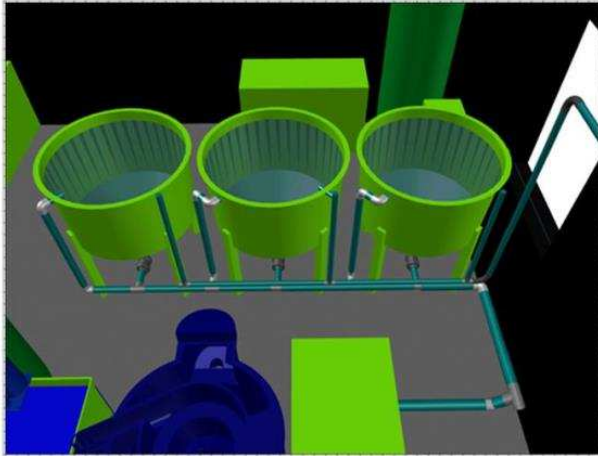
## CIFEFA- Torre-Pacheco

**3 compartimentos climáticos independientes**

**2 sectores de riego (control y sistema acuaponía)**



# Sistema de acuaponía



Tres tanques peces (3 m<sup>3</sup>)

Control temperatura



O<sub>2</sub> fallo suministro eléctrico



Filtración sedimentos

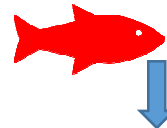


Tanque de regulación



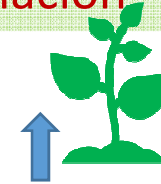
Filtro biológico

Conversión amoníaco (tóxico) en nitratos para las plantas

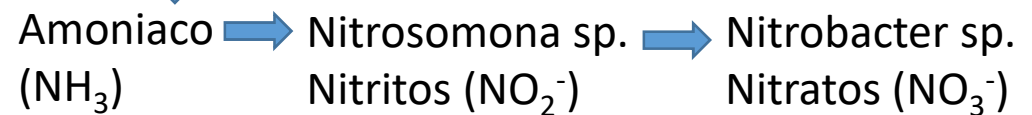


Amoniaco (NH<sub>3</sub>)

Nitrosomona sp.  
Nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)



Nitrobacter sp.  
Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)





## Manejo del sistema basado en:

1. 75 peces (1 m<sup>3</sup> de agua).
2. Tamaño final de la tilapia de 350-400 gramos.
3. Ciclo de crecimiento de aproximadamente 135 días.



Cultivo tilapia del Nilo, 4.000AC



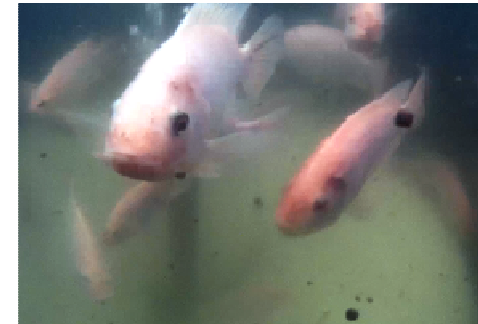
Tilapia

Peso promedio en gramos (g)	Porcentaje de Biomasa
Menos de 5 g	10
De 5 a 20 g	8
De 20 a 50 g	6
De 50 a 100 g	4
De 100 a 200 g	3,5
De 200 a 300 g	3
De 300 a 500 g	2,5

## Evaluación de la especie para el sistema de acuaponía.

### La tilapia:

- Rápido crecimiento.
- Tolerancia a rangos amplios de factores ambientales (**temperatura, salinidad**, bajo contenido en oxígeno disuelto, etc.).
- Resistencia al estrés y a las enfermedades, capacidad para reproducirse en cautividad y corto tiempo generacional.
- Alimentación de niveles tróficos inferiores y aceptación de dieta artificial inmediatamente después de la absorción del saco vitelino.
- Relativamente fácil manejo del sistema



### RAS- Condiciones de control

Oxígeno > 4 mg/l

Amoníaco < 2 mg/l

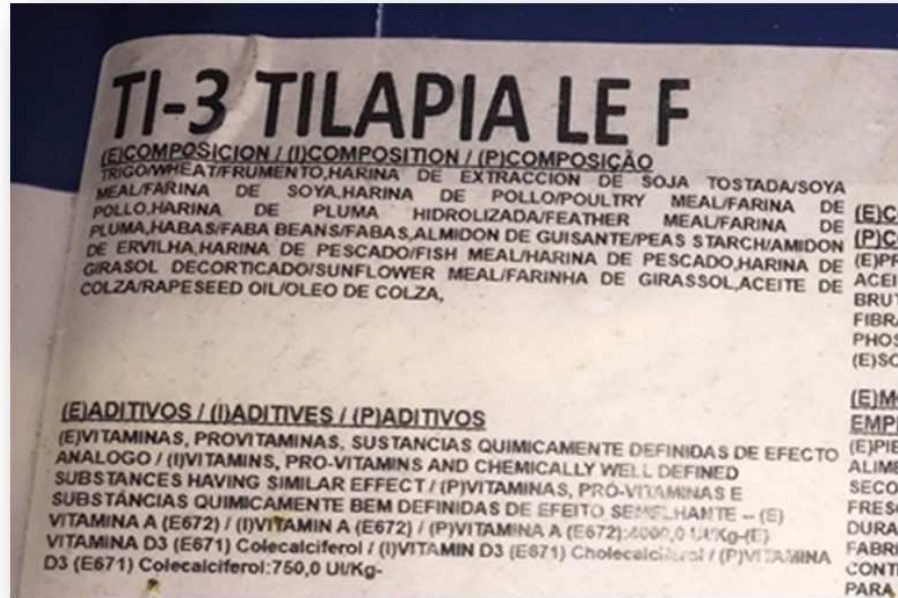
Nitritos < 10 mg/l

Nitratos < 100 to 500 mg/l

pH: 6.5

Temperatura: 20-25°C

# ALIMENTACIÓN



## Dietas para tilapia

<p><b>Tilapia LE-F MP</b></p> <p>Mini pellet de 1.9 mm indicado para la fase de pre engorde en sistemas extensivos.</p> <p><a href="#">Información del producto</a></p>	<p><b>Tilapia LE-F</b></p> <p>Dieta flotante de baja energía, formulada para obtener el óptimo crecimiento en el cultivo en jaulas y estanques.</p> <p><a href="#">Información del producto</a></p>	<p><b>Tilapia 10-F</b></p> <p>Dieta flotante de alta energía, formulada para obtener el óptimo crecimiento en sistemas de recirculación intensiva.</p> <p><a href="#">Información del producto</a></p>



# Componentes del sistema



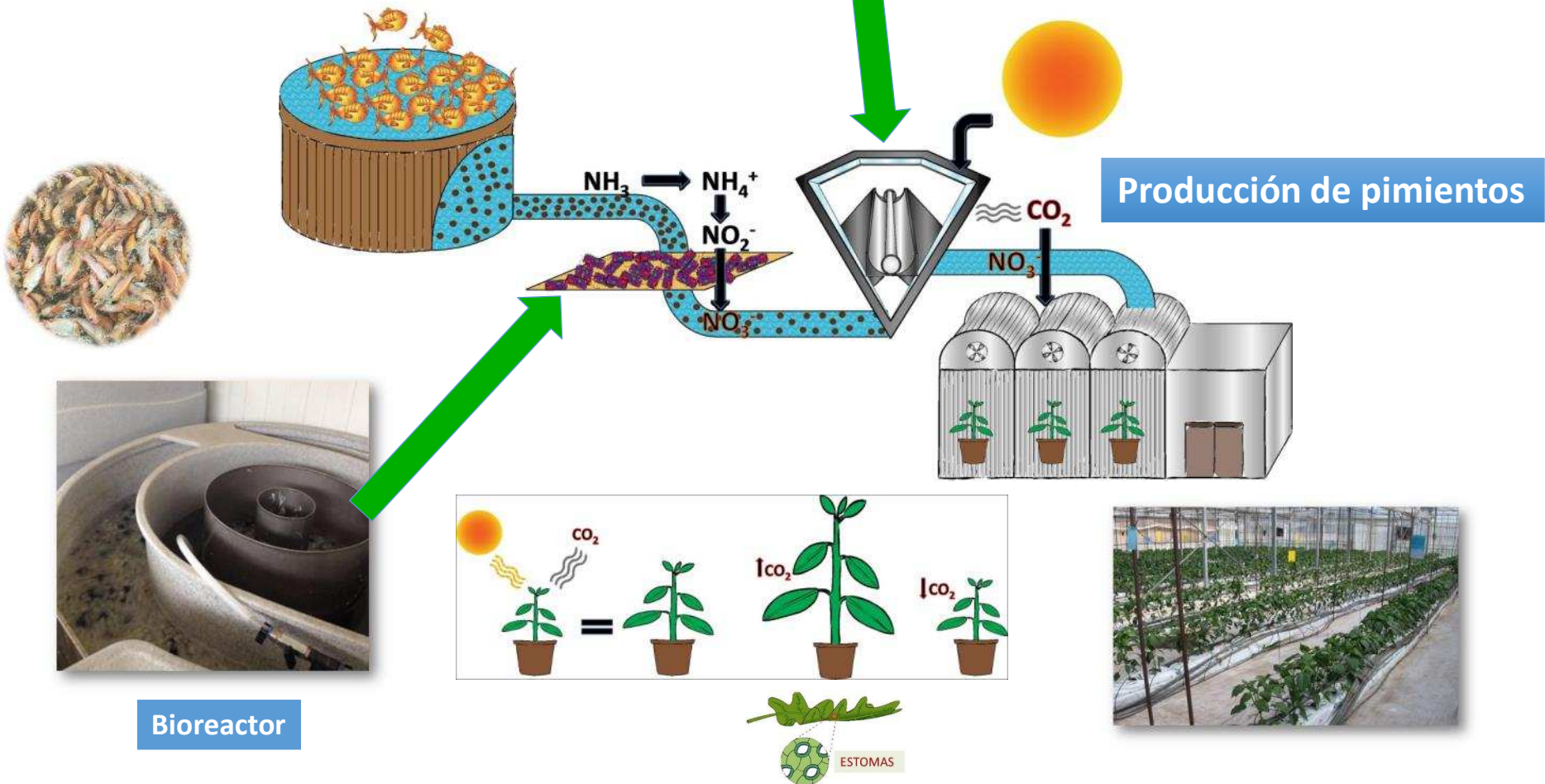
Producción de tilapia



Reactor de fotocatalisis



Tanque criogénico CO<sub>2</sub>



# Optimización de la nutrición vegetal



CULTIVO

Unidad control de riego

Agua y nutrientes de drenajes



DS sistema RAS ( $\text{NO}_3^-$ )



TANQUE DE MEZCLA



2 X 5000 L tanques de almacenamiento agua riego



Agua embalse (trasvase/pozo)

Agua de lluvia



# Pimiento var. Herminio

## Plantación 30 noviembre 2016



Sin  
recirculación  
DS

Recirculación  
DS:  
Aporte Peces +  
Drenajes

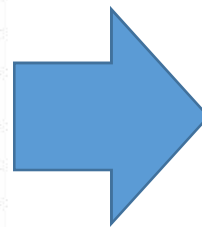
**Table 3.** Comparison of pH and nutrient concentrations in hydroponic and aquaponic solution for different plant species, all nutrients reported in mg L<sup>-1</sup>.

Plant Species	System	pH	Ca	Mg	Na	K	TAN	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	SO <sub>4</sub> -S	Cl	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo	Source
Lettuce ( <i>Lactuca sativa</i> )	Hydroponic	5–6.2	180	24		430	18	266	62	36		2.2	0.3	0.05	0.3	0.3	0.05	Sonneveld and Voogt, 2009 [69]
Lettuce ( <i>Lactuca sativa</i> )	Hydroponic		200	50	50–90	210		190	50	66	65–253	5	0.5	0.15	0.15	0.3	0.05	Resh, 2012 [23]
Lettuce ( <i>Lactuca sativa</i> )	Aquaponic	8				48		20	10									Al-Hafedh <i>et al.</i> , 2008 [70]
Lettuce ( <i>Lactuca sativa</i> )	Aquaponic		180	44	17	106		137	9									Pantanello <i>et al.</i> , 2012 [71]
Basil ( <i>Ocimum basilicum</i> 'Genovese')	Aquaponic	7.4	12	7		45	2.20	42	8			2.5	0.8	0.05	0.44	0.19	0.01	Rakocy <i>et al.</i> , 2004 [24]
Water spinach ( <i>Tropaeolum aquaticum</i> )	Aquaponic	5.6–7.3						20	17									Endut <i>et al.</i> , 2010 [31]
Tomato ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	Hydroponic	5–6.2	110	24		254	18	151	39	48		0.8	0.6	0.05	0.3	0.2	0.05	Sonneveld and Voogt, 2009 [69]
Tomato ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	Aquaponic	7.7	34			27	0.33	35	8			0.2		0.04	0.37			Roosta and Hamidpour, 2011 [37]
Okra ( <i>Abelmoschus esculentus</i> )	Aquaponic	7.1	24	6	14	64	1.58	26	15	6	12	1.3	0.06	0.03	0.34	0.09	0.01	Rakocy <i>et al.</i> , 2004 [38]

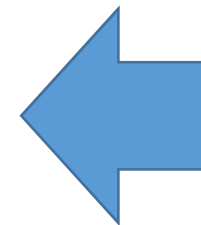
**Table 2.** Nutrients Required for Plant Growth (nutrients followed by asterisks are those that typically need to be supplemented in aquaponics systems)

Macronutrients	Micronutrients
N – Nitrogen	Cl – Chlorine
K – Potassium**	Fe – Iron**
Ca – Calcium**	Mn – Manganese
Mg – Magnesium	B – Boron
P – Phosphorus	Zn – Zinc
S – Sulfur	Cu – Copper
	Mo – Molybdenum

Goddek et al., 2015.



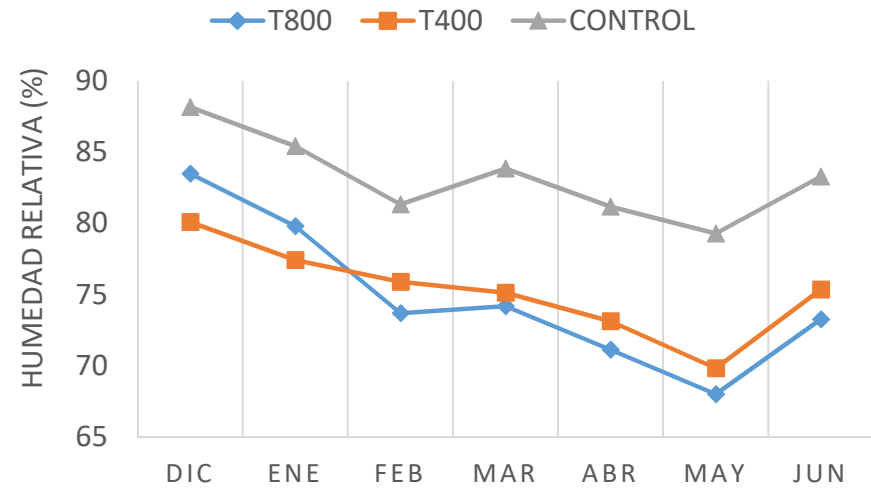
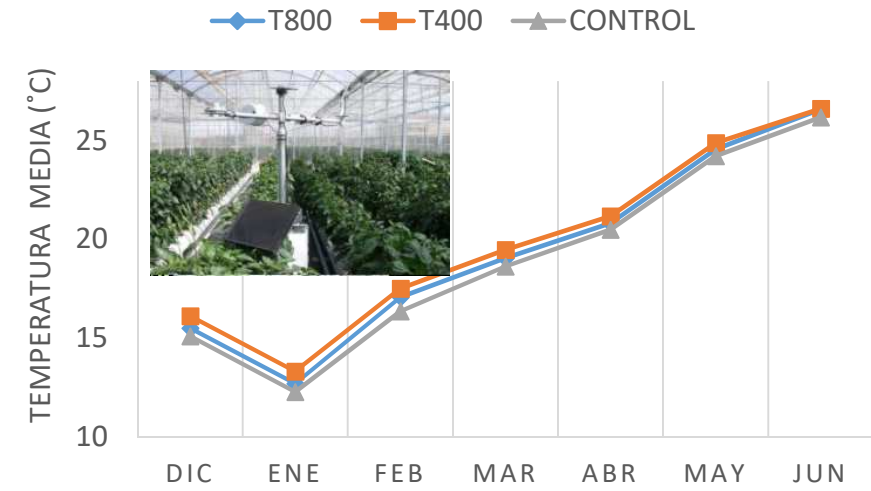
**K, Ca, Fe**



Aporte sist. de recirculación

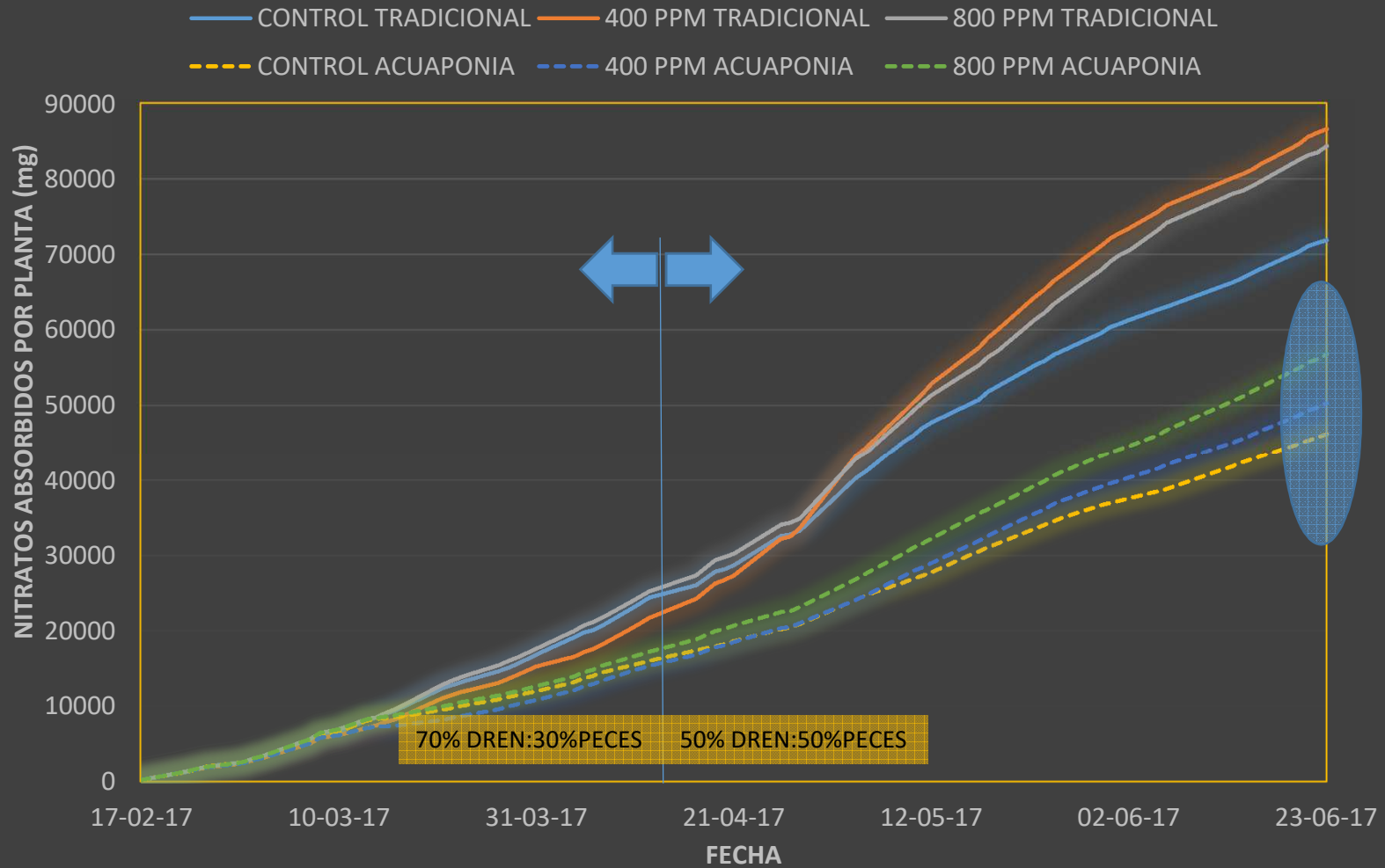
R. Sallenave, NMS, 2016

# CLIMA INVERNADERO

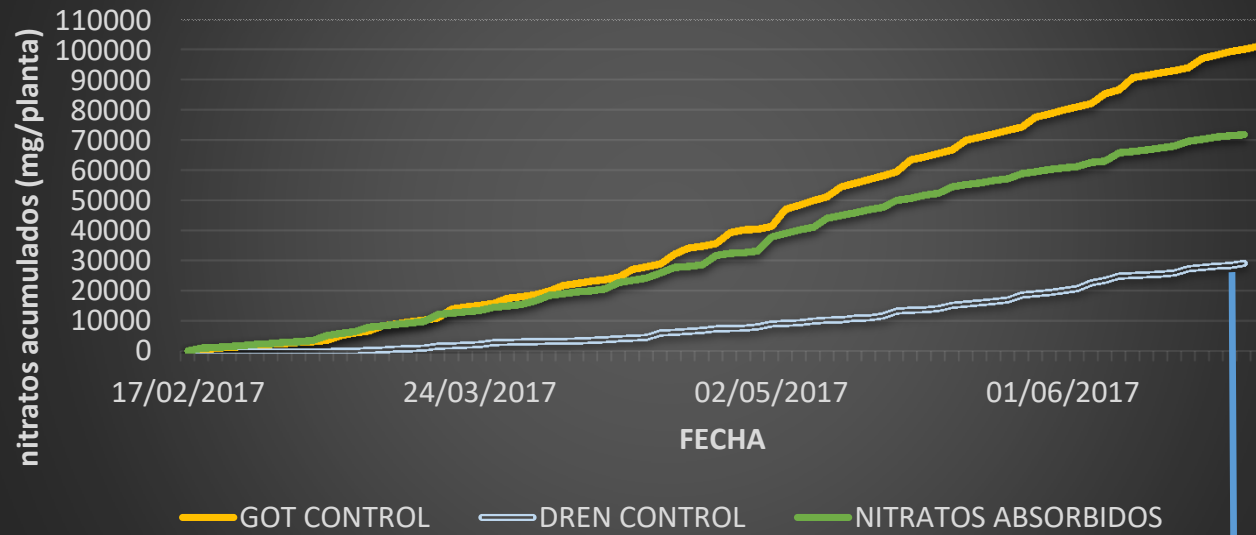




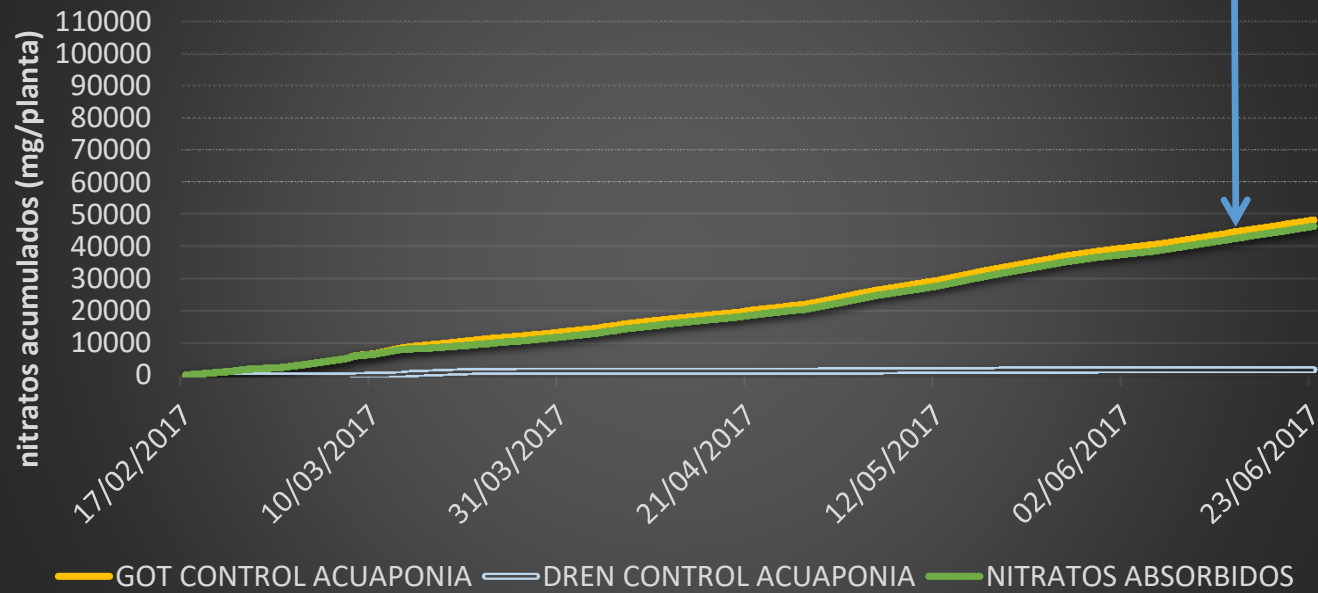
# Absorción $\text{NO}_3^-$



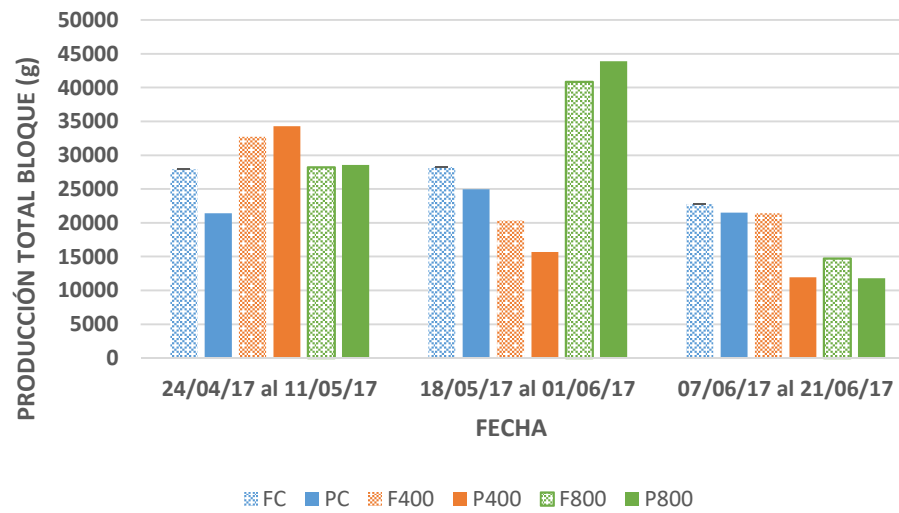
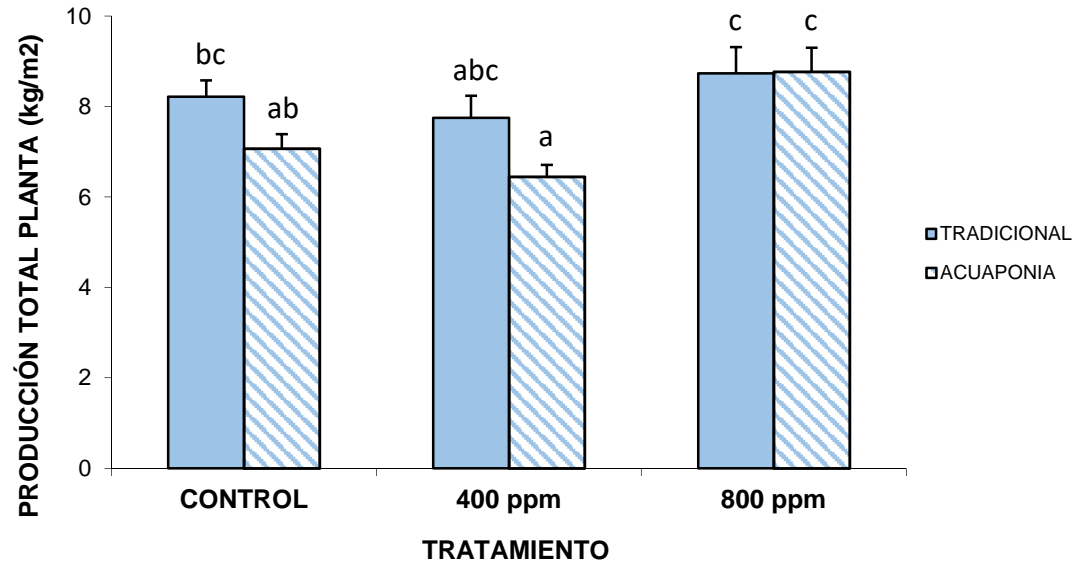
## CONTROL TRADICIONAL



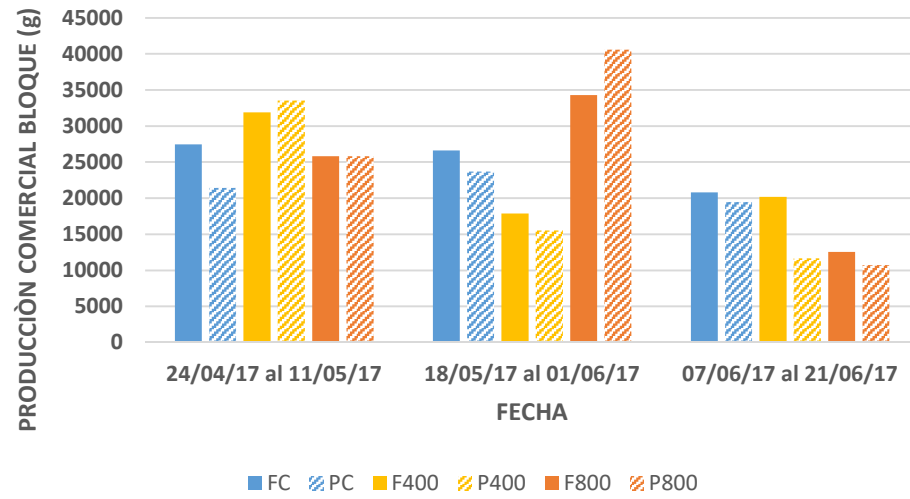
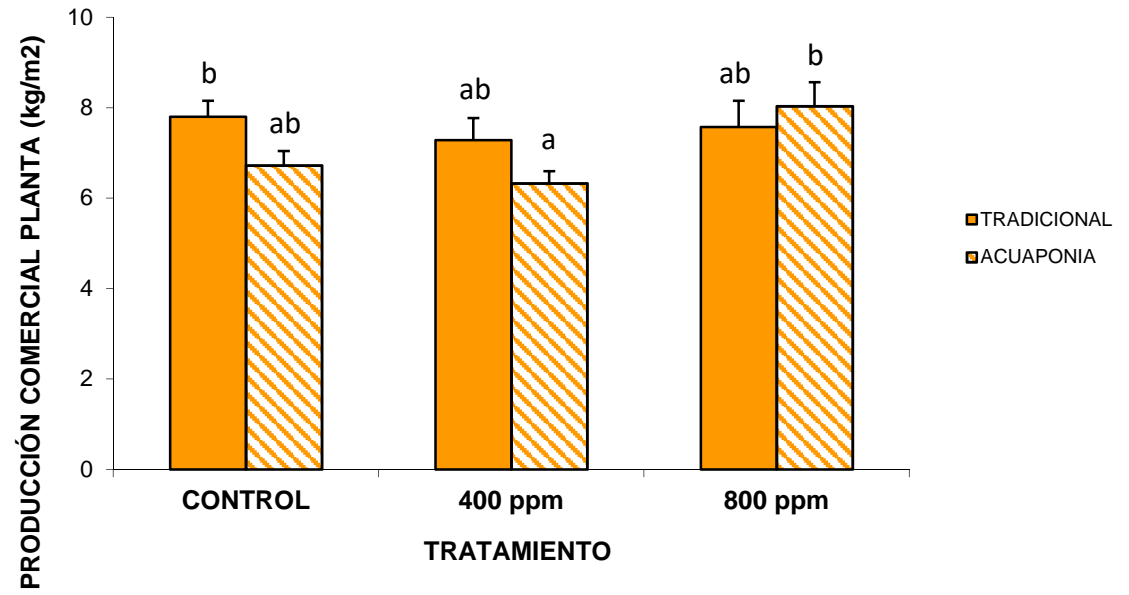
## CONTROL ACUAPONIA



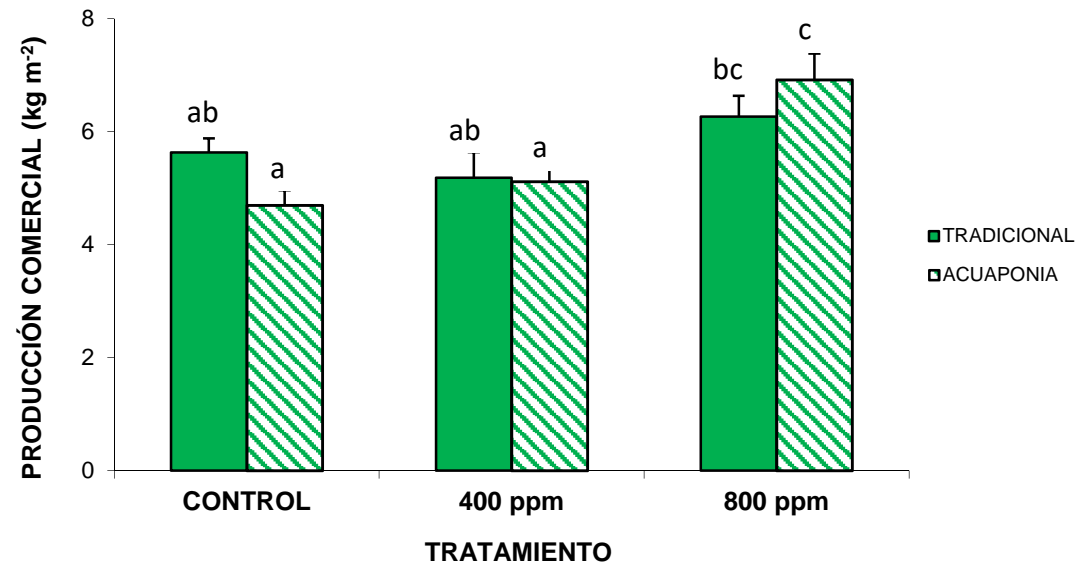
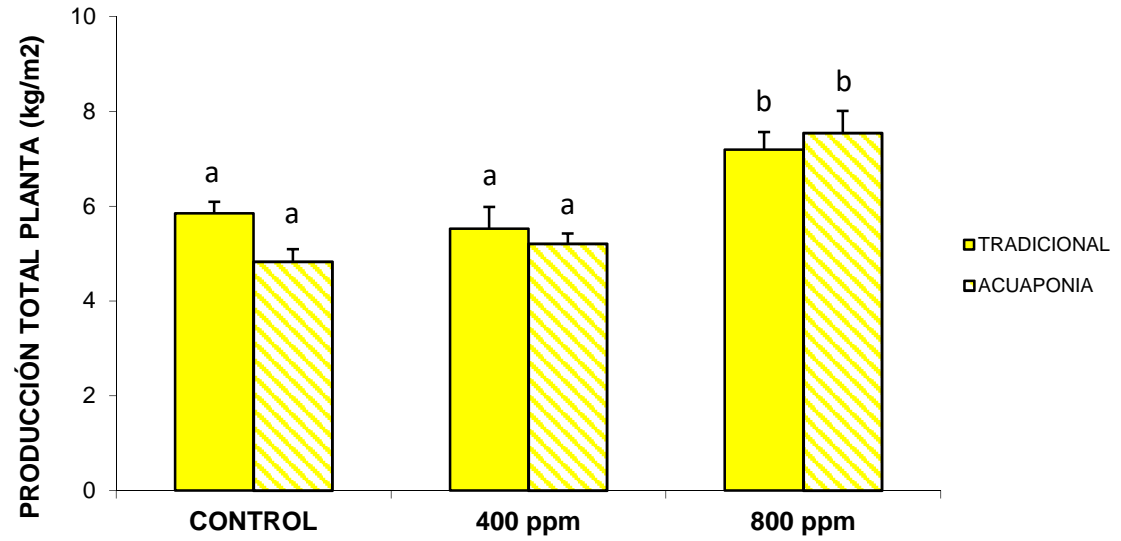
# PRODUCCIÓN PIMIENTO



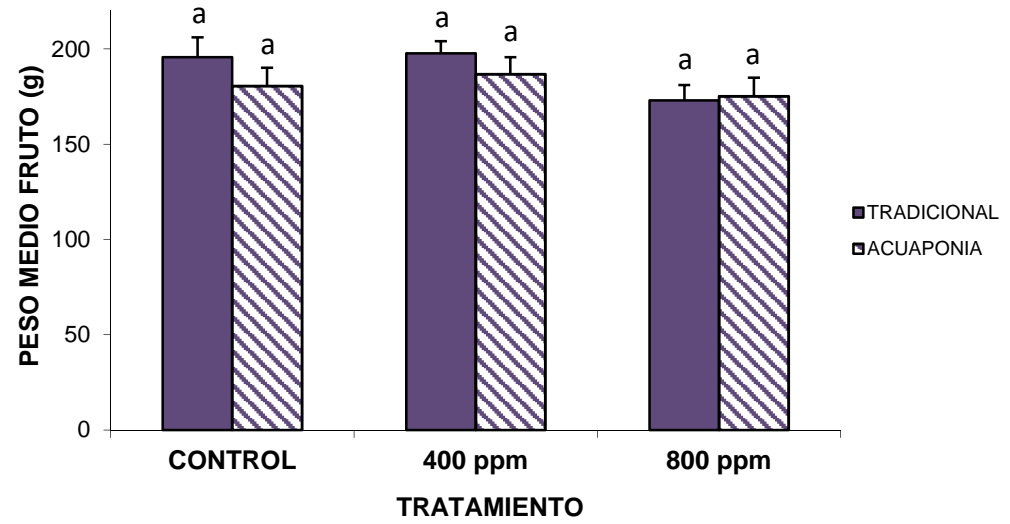
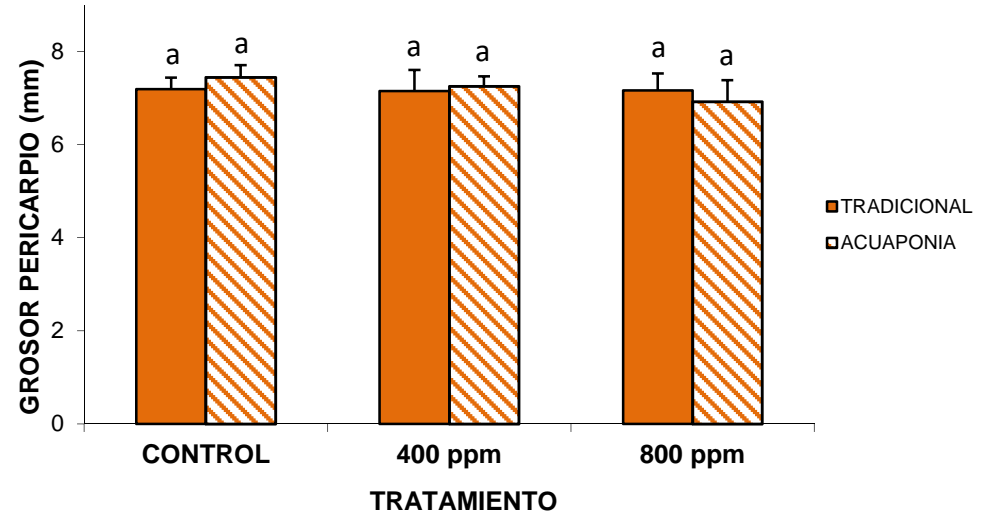
# PRODUCCIÓN PIMIENTO

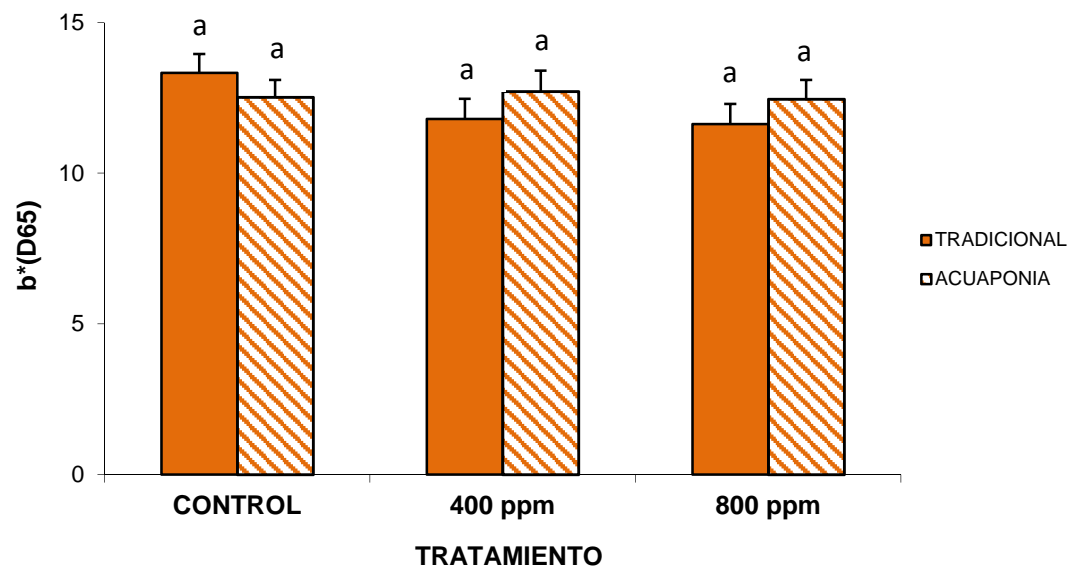
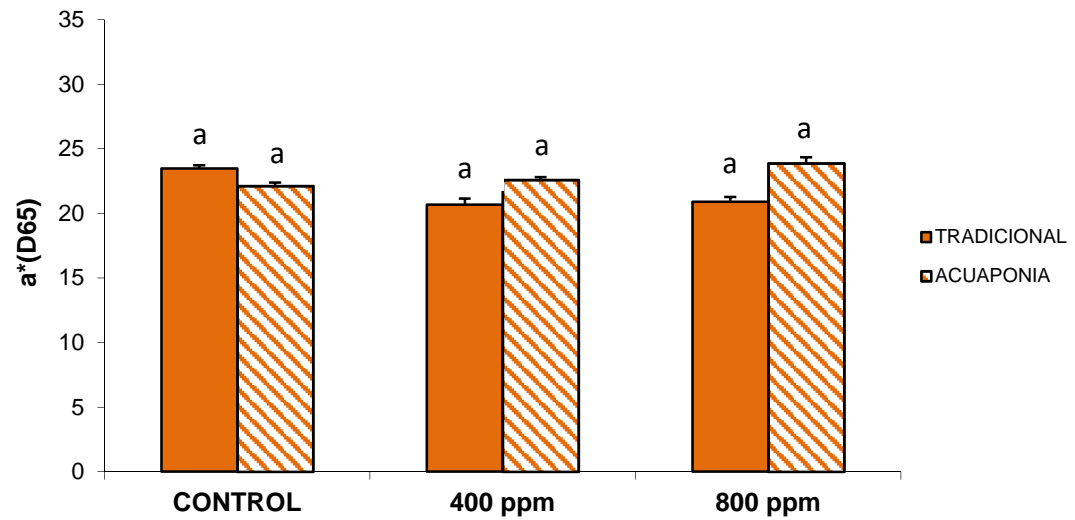
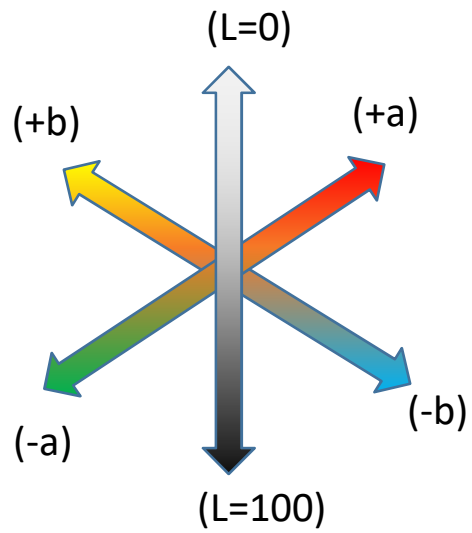


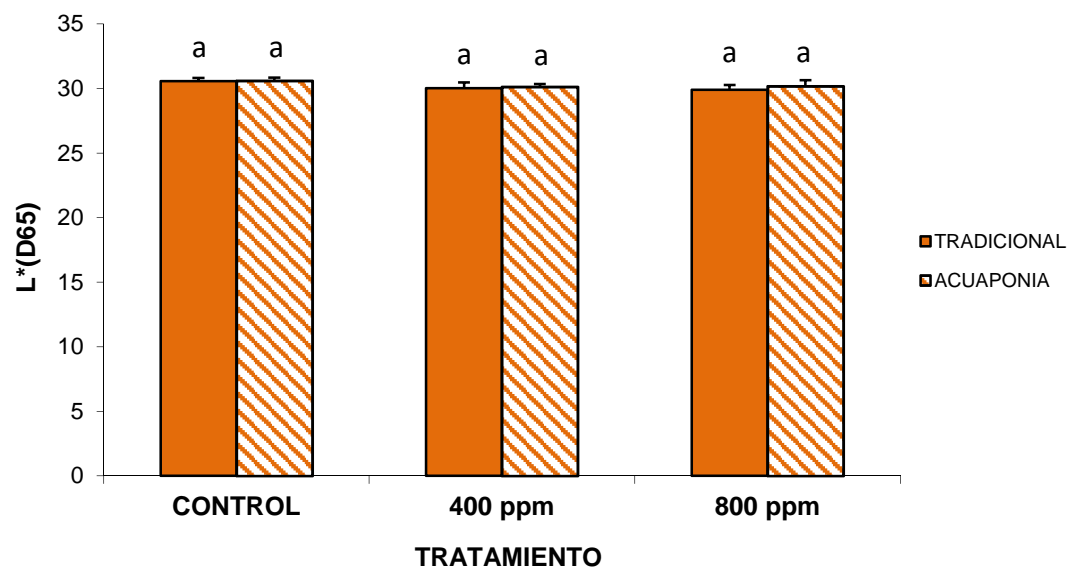
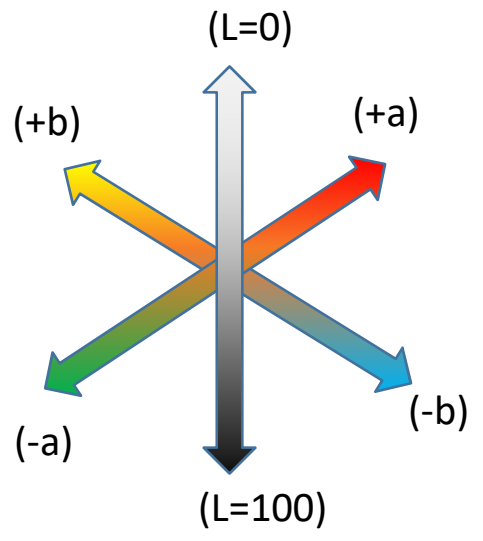
# PRODUCCIÓN PIMIENTO < 6 SEMANAS



# CALIDAD DEL FRUTO









# Conclusiones



El sistema de producción de tilapia es capaz de suministrar agua y nutrientes al cultivo de pimiento con un aprovechamiento del 100%.

La menor absorción de N respecto a fertilización convencional no ha originado cambios significativos en producción o calidad de los frutos de pimiento.

La acuaponía (SAR) es una solución destacable ante los nuevos desafíos sociales y mediambientales, alcanzado los mayores niveles de eficiencia y sostenibilidad de la producción agraria: reutilización fert., escasez hídrica, energía, y sobrepesca.



Muchas gracias por su atención

