



# Calidad del agua para hidroponía



Laurie Ruberg, Ph.D.

Plant Lessons And ENgaging Technology Systems

# Objetivos de esta presentación

---

PLANTS, LLC

1. ¿Cómo puede ayudar el uso de la hidroponía a abordar los problemas mundiales de seguridad hídrica?
2. ¿Cuáles son los requisitos de calidad del agua para una producción exitosa de plantas hidropónicas?
3. ¿Qué tipo de información se necesita de un programa de monitoreo de agua?
4. ¿Cómo varían las preocupaciones sobre la calidad del agua según la fuente de agua?
5. ¿Qué medios de monitoreo, variables y procedimientos de muestreo son los más importantes?
6. ¿Cuáles son las pruebas de calidad de agua más importantes?
7. ¿Por qué es importante mantener la garantía de calidad de los resultados y procedimientos analíticos?

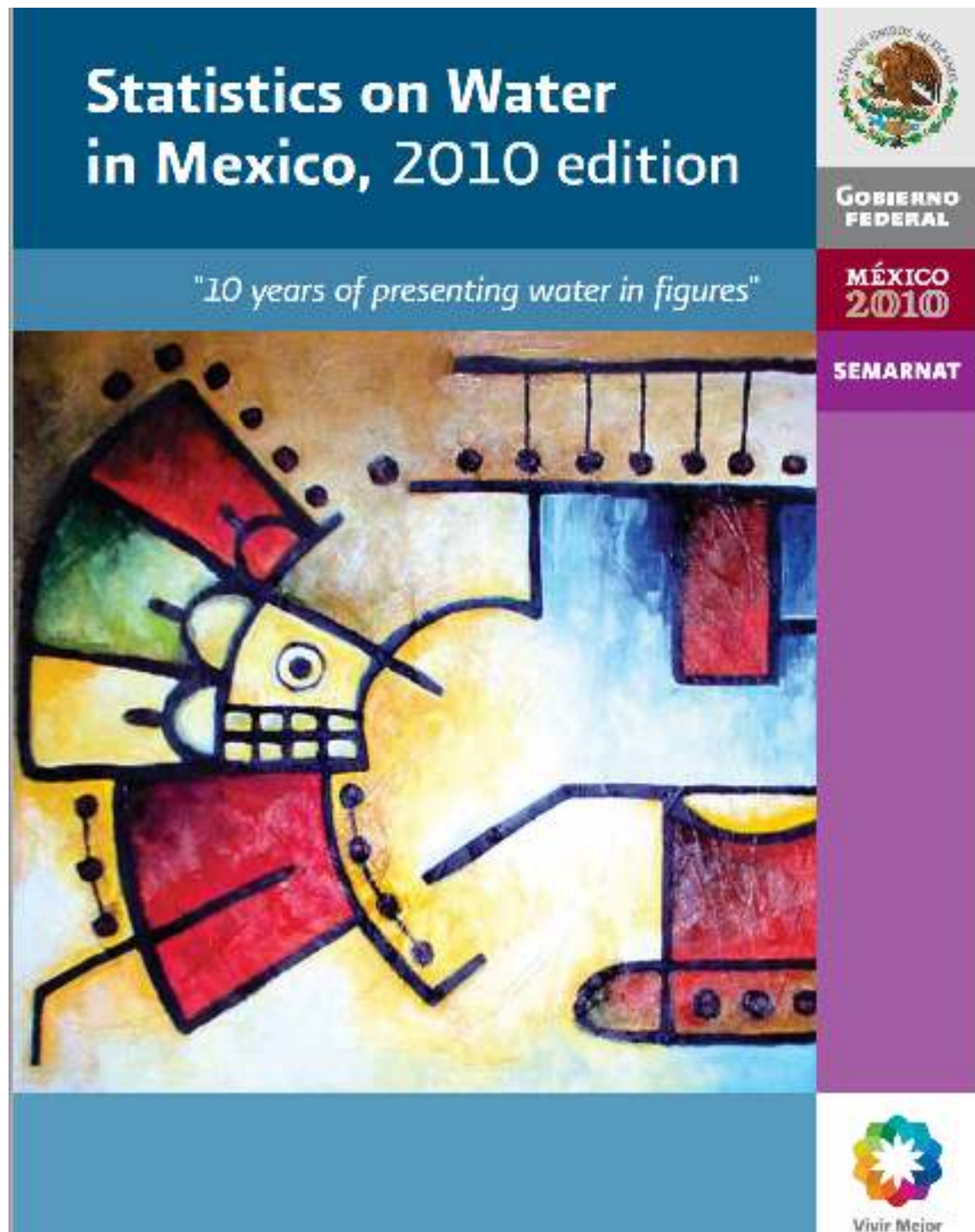
# Hydroponic: Advantages / Disadvantages

PLANTS, LLC

1. Plantas más sanas: con una dieta casi perfectamente equilibrada
  2. Consumidores más saludables: menos necesidad de usar herbicidas, fungicidas y pesticidas
  3. Mayores rendimientos: sin estrés hídrico y de nutrientes, las plantas crecen más rápido y se pueden cultivar de manera más compacta
  4. Conservación: utiliza menos agua y evita la evaporación y la escorrentía
  5. Programa de producción durante todo el año
1. Los costos iniciales de configuración pueden ser alto
  2. Debido a que las plantas comparten fluidos nutrientes, las enfermedades y las plagas pueden moverse rápidamente de una planta a otra
  3. Los requisitos de mantenimiento pueden aumentar, según el sistema utilizado y el cultivo
  4. Un corte de energía puede destruir un cultivo
  5. La configuración inicial requiere conocimiento técnico, tiempo y compromiso



Las estadísticas sobre el agua en México, una recopilación de la Administración de bancos de agua y otros recursos están disponibles para su descarga en la Web.



# Offstream\* Usos del agua

## T3.1 Offstream uses, according to the type of source of withdrawal, 2008 (billions of cubic meters, km<sup>3</sup>)

Use	Origin		Total volume	Percentage of withdrawal
	Surface water	Groundwater		
Agriculture <sup>a</sup>	40.7	20.5	61.2	76.8
Public water supply <sup>b</sup>	4.2	7.0	11.2	14.0
Self-supplying industry <sup>c</sup>	1.6	1.6	3.3	4.1
Thermoelectric plants	3.6	0.4	4.1	5.1
<b>TOTAL</b>	<b>50.2</b>	<b>29.5</b>	<b>79.8</b>	<b>100.0</b>

NOTE: 1 km<sup>3</sup> = 1 000 hm<sup>3</sup> = one billion m<sup>3</sup>.

The data corresponds to volumes allocated as of December 31<sup>st</sup>, 2008.

<sup>a</sup>Includes the agricultural, livestock, aquaculture, multiple and "others" headings of the REPDA classification. Also includes 1.30 km<sup>3</sup> of water corresponding to Irrigation Districts awaiting registration.

<sup>b</sup>Includes the public urban and domestic headings of the REPDA classification.

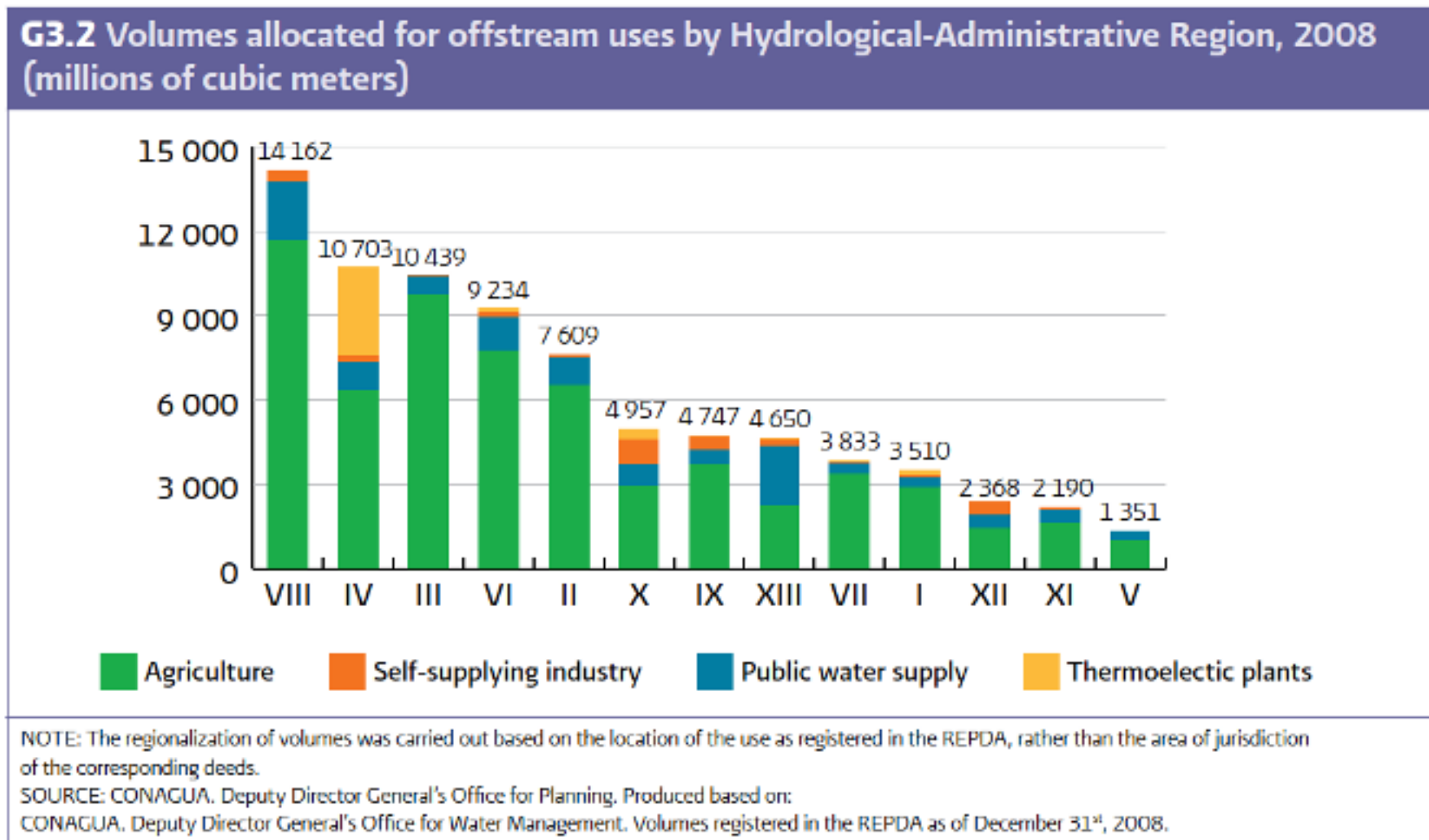
<sup>c</sup>Includes the industrial, agro-industrial, service and trade headings of the REPDA classification.

SOURCE: CONAGUA. Deputy Director General's Office for Water Management.

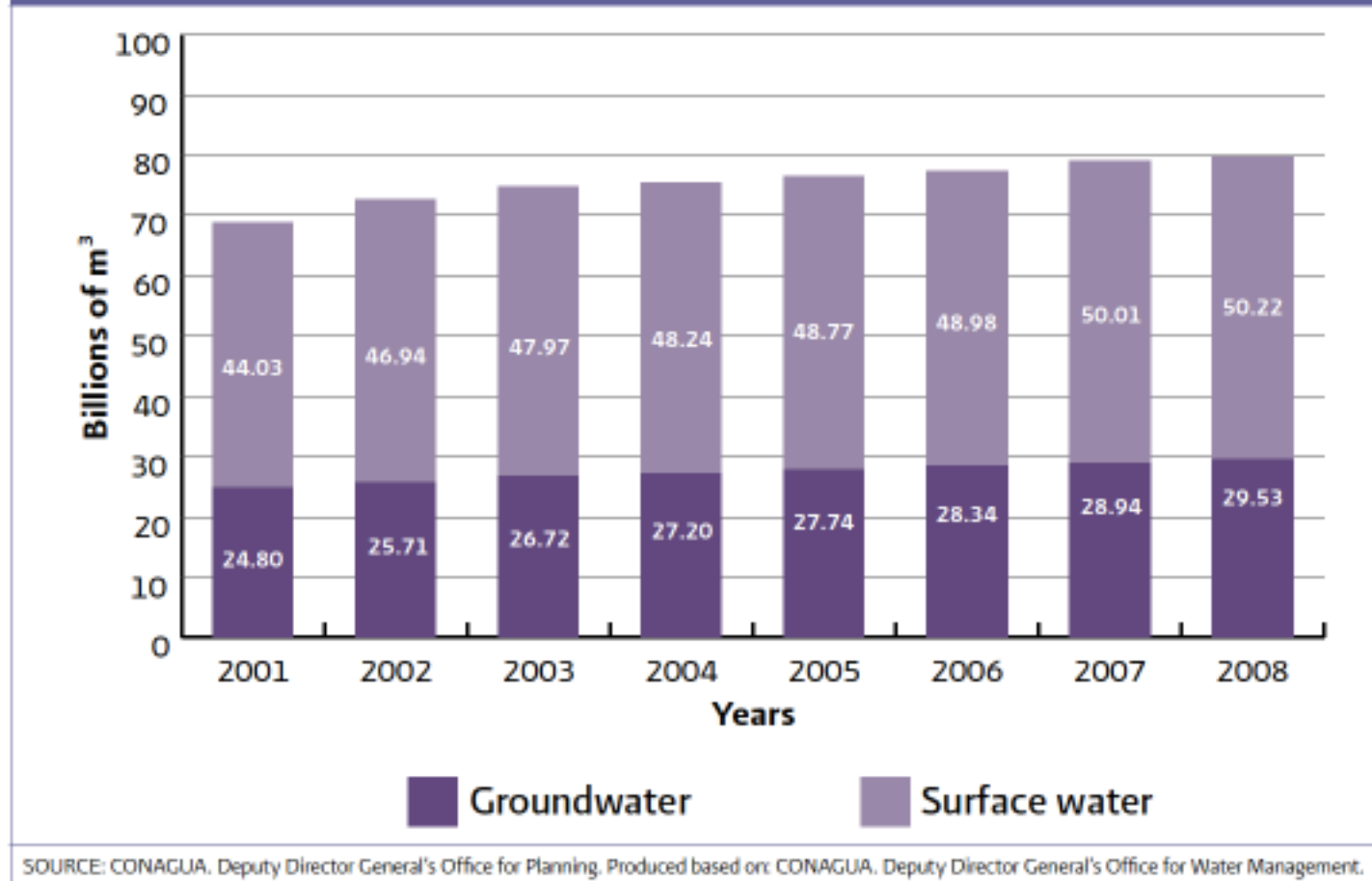
\*agua extraída o desviada de un agua subterránea o superficie



## Volúmenes de agua asignados para usos offstream por región hidrológica

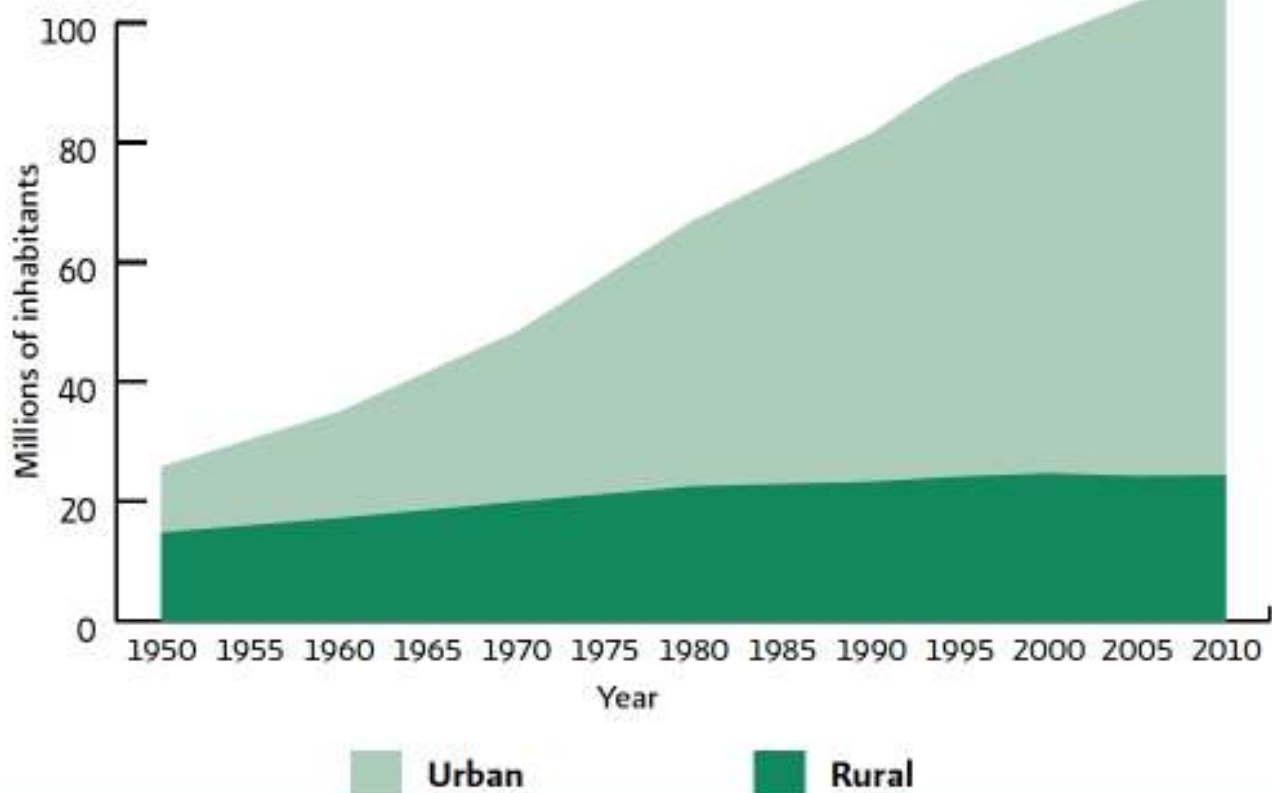


**G3.1** Evolution of the volume allocated for offstream uses by type of source, 2001-2008 (billions of cubic meters)



El agua en el agua superficial de la superficie de la Tierra se produce como arroyos, lagos y humedales, así como también bahías y océanos. El agua superficial también incluye las formas sólidas de agua, nieve y hielo. El agua debajo de la superficie de la Tierra es principalmente agua subterránea, pero también incluye agua del suelo.

**G1.2 Evolution of Mexico's urban and rural population, from 1950 to 2005, and projection to 2010 (millions of inhabitants)**



Year	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Urban	11.02	14.39	17.76	23.10	28.43	36.45	44.47	51.34	58.21	67.25	72.98	79.20	84.38
Rural	14.80	16.02	17.23	18.58	19.93	21.24	22.55	22.93	23.30	24.16	24.71	24.28	24.42
<b>TOTAL</b>	<b>25.82</b>	<b>30.41</b>	<b>35.00</b>	<b>41.68</b>	<b>48.36</b>	<b>57.69</b>	<b>67.02</b>	<b>74.27</b>	<b>81.51</b>	<b>91.41</b>	<b>97.69</b>	<b>103.49</b>	<b>108.81</b>

NOTE: For the years from 1950 to 2005, the population was interpolated on December 31 of each year based on the data from the censuses. (Translator's Note: In Mexico there are two types of Census, referred to as "Censo" and "Conteo". Both are carried out every ten years, the "Censo" in years ending with 0 and the "Conteo" in years ending in 5. For the purpose of this publication, they will only be referred to by the English term "Census".) The rural population is considered as that which lives in localities of less than 2 500 inhabitants, whereas the urban population refers to populations of 2 500 inhabitants or more.

The population projected to 2010 includes the growth rates from CONAPO (the National Population Council).

SOURCE: CONAGUA, Deputy Director General's Office for Planning. Produced based on: INEGI, General Censuses on Population and Housing.



## M2.5 Drought conditions at the end of the dry season, 2008



SOURCE: CONAGUA, Deputy Director General's Office for Planning. Produced based on:  
CONAGUA, Deputy Director General's Office for Technical Affairs. Coordination of the National Meteorological Service.  
Consulted on <http://smn.cna.gob.mx/productos/sequia/> (15/07/2009).

### M3.2 Water stress by Hydrological-Administrative Region, 2008



SOURCE: CONAGUA, Deputy Director General's Office for Planning. Produced based on:  
CONAGUA, Deputy Director General's Office for Technical Affairs  
CONAGUA, Deputy Director General's Office for Water Management.

### M2.8 Overdrafted aquifers by Hydrological-Administrative Region, 2008



SOURCE: CONAGUA, Deputy Director General's Office for Technical Affairs, Groundwater Department.

¿Por qué es esto importante  
para la calidad del agua para la  
hidroponía?

# Potencial de ahorro de agua de hidroponía

---



- México ocupa el sexto lugar mundial en términos de área con infraestructura de riego agrícola (6.46 millones de hectáreas)
- Un tercio del agua asignada para usos agrícolas (agricultura, acuicultura, ganadería, etc.) proviene de aguas subterráneas
- "Los invernaderos hidropónicos usan aproximadamente 10 veces menos agua que un cultivo de campo", dijo Pat Rorabaugh, del Centro de Agricultura de Ambiente Controlado de la Universidad de Arizona.



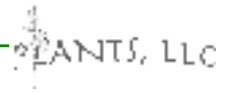
# ¿Cómo ahorra hidropónica el agua?

---



- Los invernaderos hidropónicos usan aproximadamente 10 veces menos agua que un cultivo de campo, dijo Pat Rorabaugh, quien trabaja en el Centro de Agricultura de Ambiente Controlado de la Universidad de Arizona.
- Sin embargo, incluso la hidroponía desperdicia agua. El uso de datos de un invernadero en el centro muestra la cantidad de agua que se puede guardar.

# Maneras hidropónicas pueden ahorrar agua



1. Usa menos agua para cultivar plantas
2. Capture el vapor de agua en el aire
3. Reutilice el exceso de agua que las plantas no usaron
4. Cosechar el agua de lluvia local
5. Use aguas residuales en lugar de agua dulce
6. Los pasos 2-4 ahorran aproximadamente la mitad del agua utilizada en un invernadero, produciendo casi un 95% de ahorro de agua en cultivos de campo.
7. "Incluyendo las aguas residuales tratadas, el invernadero [hidropónico] se convierte en un póster para la conservación", [B. Merrill \(mayo de 2011\)](#)

# ¿Qué pasa con la calidad del agua?

- Diferentes plantas tienen diferentes requerimientos de agua y nutrientes.
- Dependiendo de los cultivos que desea cultivar, sus requisitos de calidad del agua variarán en consecuencia.



# ¿Qué tan buena es tu fuente de agua?

---



# ¿Cómo se mide la calidad del agua pública?

---

PLANTS, LLC

Determinaciones físico-químicas y biológicas de la calidad del agua

A. Demanda bioquímica de oxígeno de cinco días (DBO) [cantidad de materia orgánica biodegradable]

B. Demanda química de oxígeno (DQO) [cantidad total de materia orgánica]

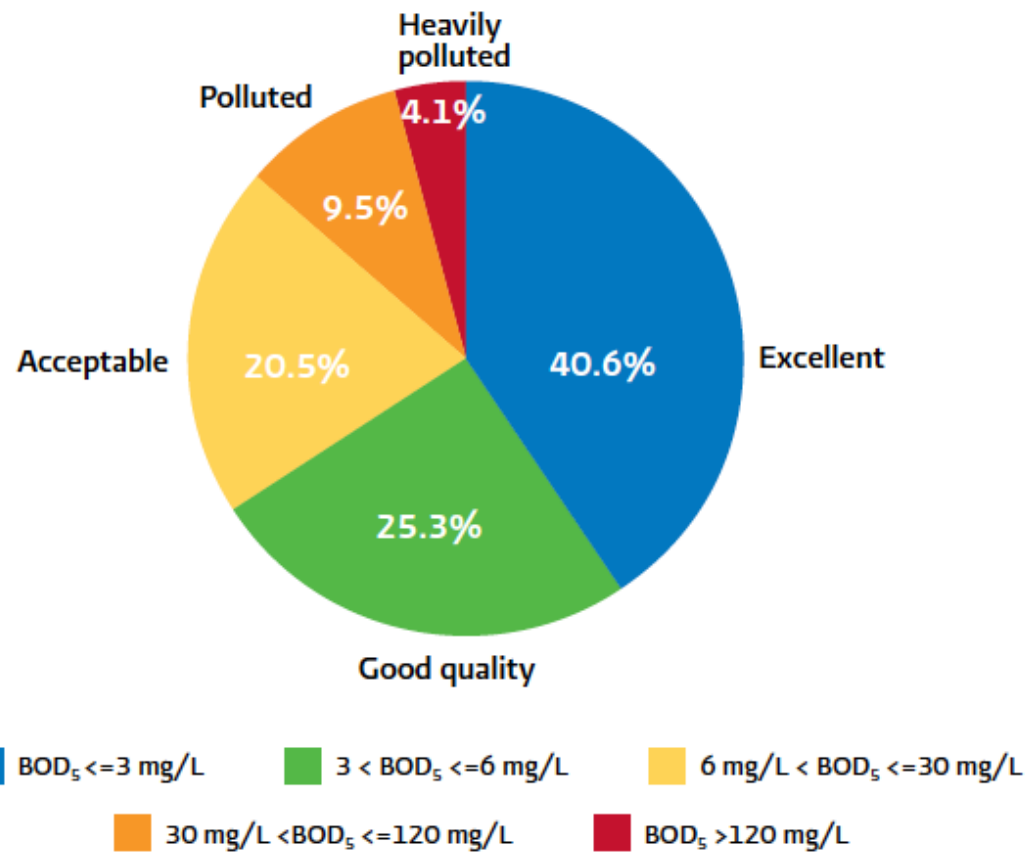
C. Total de Sólidos Suspendidos (TSS).

A + B determina la cantidad de materia orgánica presente en las descargas de aguas residuales.

TSS se originan en aguas residuales y a través de la erosión del suelo. El aumento de TSS afecta la vida acuática

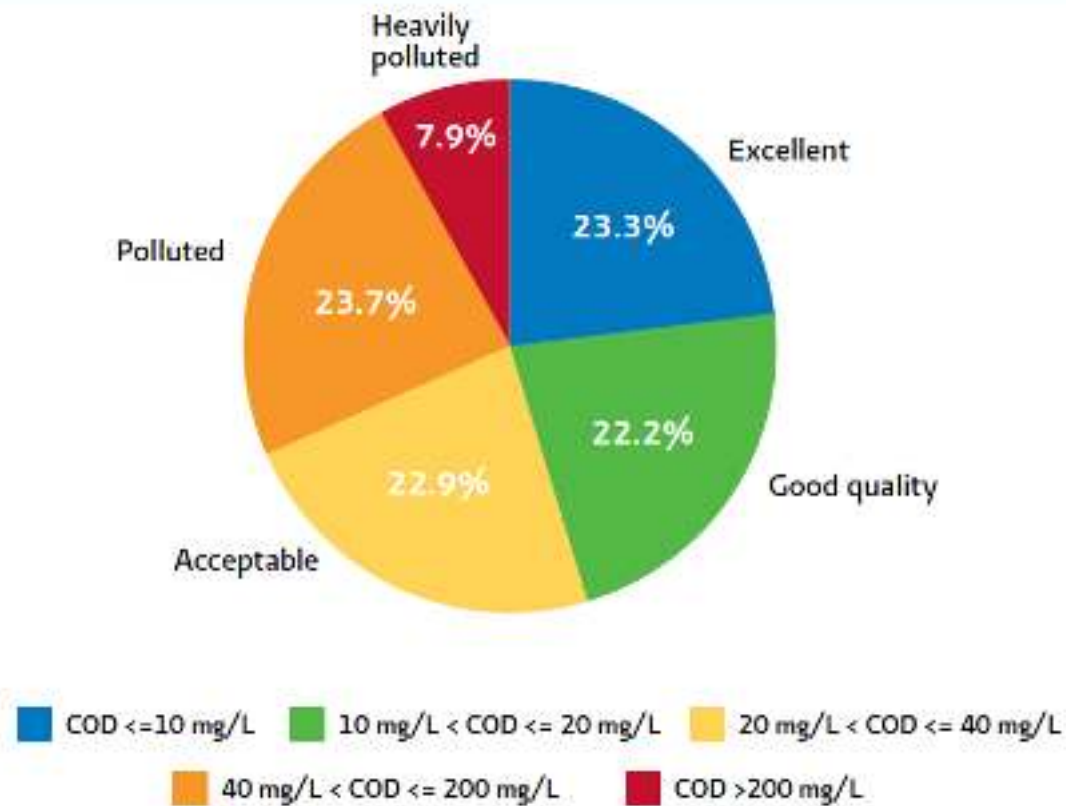


## G2.8 Percentage distribution of surface water quality monitoring sites, by category of BOD<sub>5</sub>, 2008



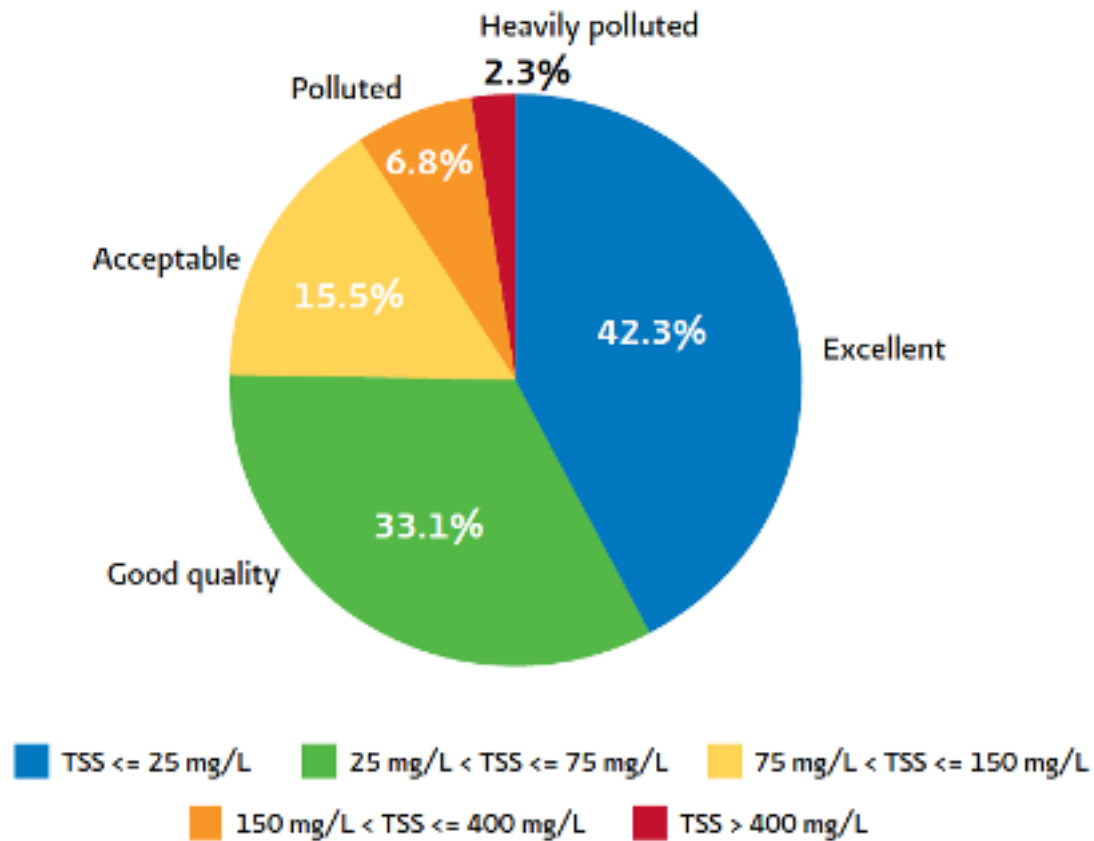
SOURCE: CONAGUA. Deputy Director General's Office for Technical Affairs.

## G2.9 Percentage distribution of surface water quality monitoring sites, by category of COD, 2008



SOURCE: CONAGUA. Deputy Director General's Office for Technical Affairs.

**G2.10** Percentage distribution of surface water quality monitoring sites, by category of Total Suspended Solids (TSS), 2008



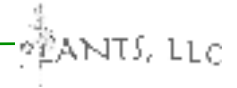
SOURCE: CONAGUA. Deputy Director General's Office for Technical Affairs.

# Lo que debes saber sobre tu agua

- ¿Cuál es su fuente de agua?
- ¿pH?
- ¿alcalinidad? ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ -piedra caliza líquida)
- ¿EC (conductividad eléctrica)?
- ¿Elementos específicos? (Ca, Mg, Na, Cl)



# General Water Quality Guidelines



Recommended upper limits for water source

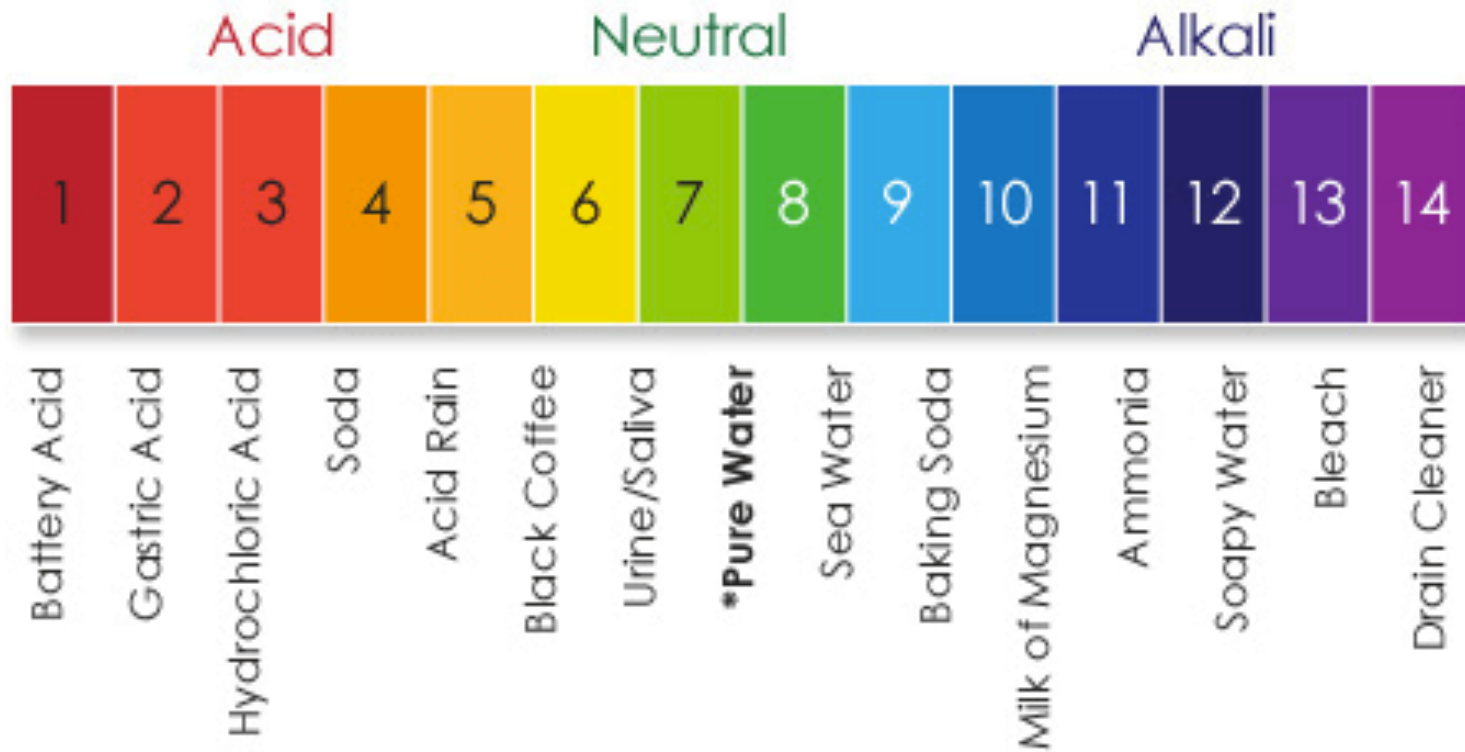
pH	5.4-7.0 acceptable
Alkalinity	100 ppm CaCO <sub>3</sub>
EC	< 1 dS/m
Sodium	< 70 ppm
Chloride	< 70 ppm
Sulfates	< 90 ppm
Boron	< 0.5 ppm
Fluoride	< 1.0 ppm
Iron	< 5.0 ppm

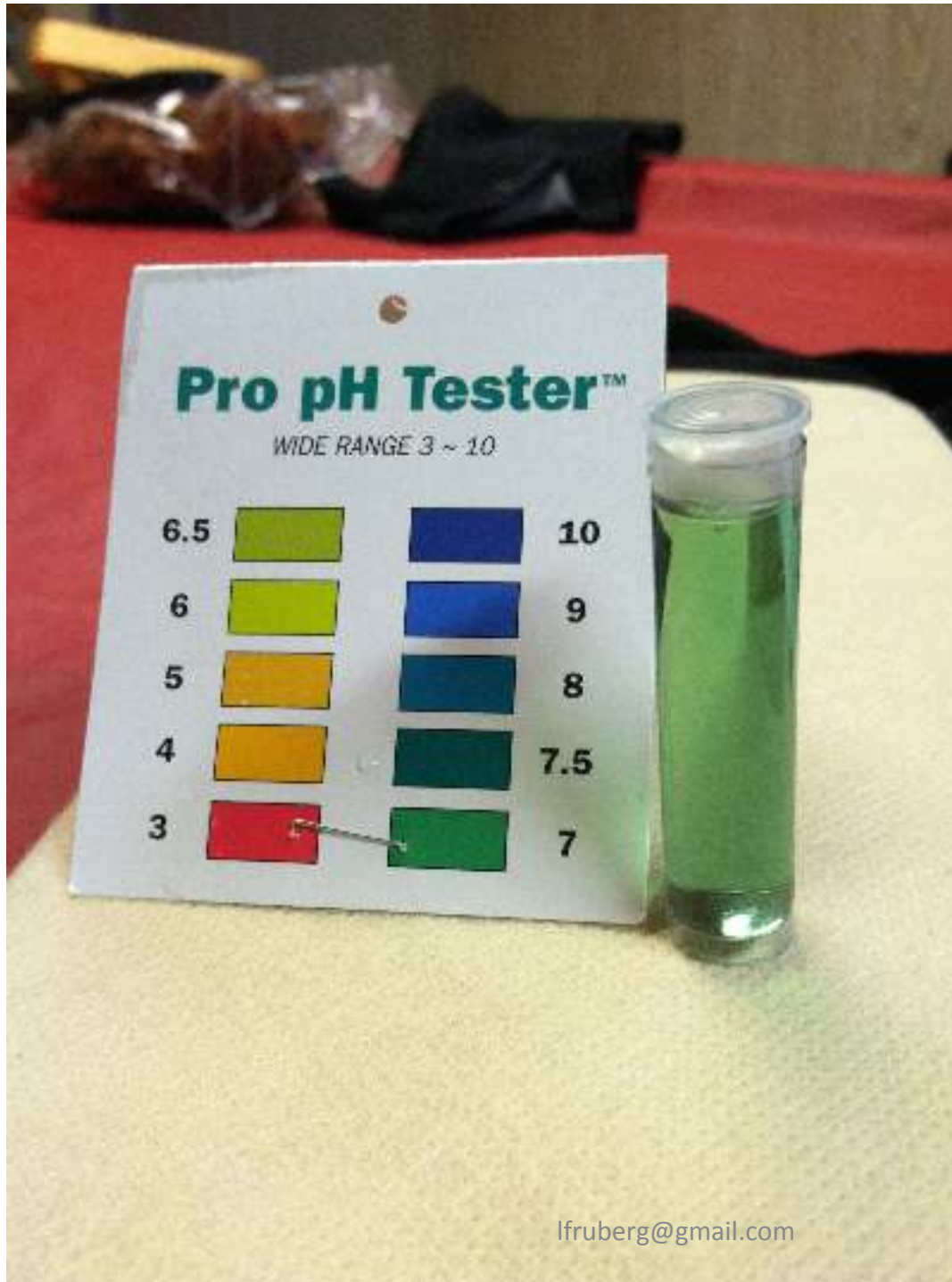


# ¿Qué es el pH?

- El pH es una medida de la acidez del agua en función de su concentración de iones de hidrógeno.
- Un pH se define matemáticamente como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno, o
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+],$$
los corchetes alrededor del  $\text{H}^+$  simbolizan la concentración
- El pH de un material varía en una escala logarítmica de 1-14, donde pH 1-6 son ácidos, pH 7 es neutral y pH 8-14 son básicos.
- Un pH más bajo se corresponde con un  $[\text{H}^+]$  más alto, mientras que un pH más alto se asocia con un  $[\text{H}^+]$  más bajo.

# Escala pH





Explore el análisis de la calidad del agua utilizando herramientas tecnológicas simples y / o más complejas.

# Sistema de monitoreo automatizado



lfruberg@gmail.com



Es posible que desee diseñar sus propios controles Arduino para monitorear las funciones y procesos del sistema hidropónico, tales como:

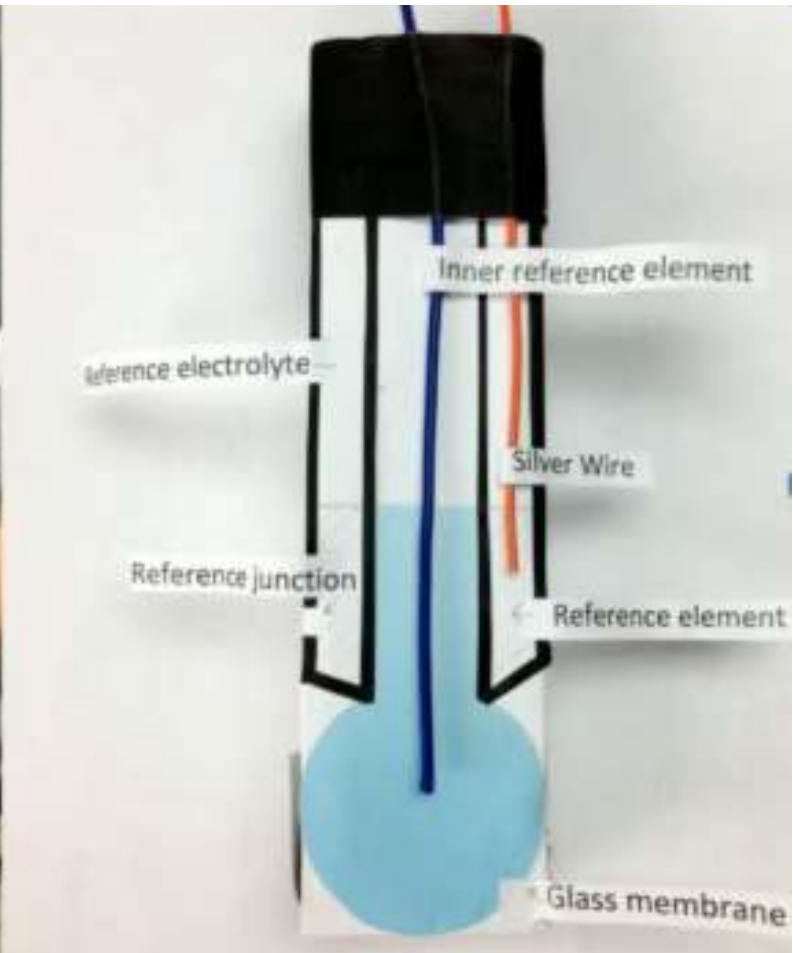
- pH
- Temperatura
- Conductividad eléctrica
- Nivel de agua
- Registro de datos



# DIY sonda de pH

See video at: <https://www.youtube.com/watch?v=yKigsN8046k>

PLANTS, LLC



# Factores que afectan el pH de la zona raíz

---

- la alcalinidad del agua del grifo -carbonatos / bicarbonatos que aumentará el pH de los medios del recipiente a lo largo del tiempo
- fertilizantes que se usan
- Fertilizado a base de amonio o urea tiende a acidificar los medios de la raíz
- los fertilizantes a base de nitrato tienden a aumentar el pH del medio de raíz
- Uso de ácidos para disminuir el pH



# ¿Qué es Conductividad Eléctrica?

---

- La conductividad eléctrica (EC) es una medida del material disuelto en una solución acuosa.
- Una medida de CE refleja la capacidad del material para conducir la corriente eléctrica a través de él.
- La CE se mide en unidades llamadas Seimens por unidad de área (por ejemplo, mS / cm o miliSeimens por centímetro).
- Cuanto mayor sea el material disuelto en una muestra de agua, mayor será la CE en ese material.

# EC Meter detects Salt Concentration

EC - Demo


**Cations**

$\text{Na}^+$   $\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$   $\text{K}^+$

**Anions**

$\text{SO}_4^-$   $\text{Cl}^-$   $\text{HCO}_3^-$   $\text{CO}_3^-$

Soil EC Meter



Others types of salts at very low concentrations are: Boron, Silicates, etc...

EC = Electrical Conductivity

lfruberg@gmail.com

# Conductividad del agua

See video at: <https://www.youtube.com/watch?v=-QF27bncXAQ>

STANTS, LLC



# TDS, PPM y EC explicados

See video: <http://www.dailymotion.com/video/x2szr...>

PLANTS, LLC



# Temperatura, CE, medidor de pH

PLANTS, LLC





<p>HI98129 Low Range</p> <p>0.00 - 14.00 pH 0 - 3999 <math>\mu</math>s/cm 0 - 2000 ppm</p>	<p>HI98130 High Range</p> <p>0.0 - 14.0 pH 0.00 - 20.00 ms/cm 0.00 - 10.00 ppt</p>
--	--

$\pm$  0.05 pH Accuracy

$\pm$  2% EC/TDS Full Scale

2 Point Calibration

Replaceable pH Electrode





# Sonda de calibración







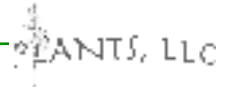
# Alcalinidad

**Alcalinidad:** la capacidad del agua para neutralizar los ácidos

- debido a la presencia de álcalis disueltos: Ca (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, Mg (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub>
- No confunda con "alcalino", que significa un nivel de pH superior a 7
- Reportado en términos de ppm de CaCO<sub>3</sub> (o meq; 50 ppm = 1 meq de CaCO<sub>3</sub>)
- Por lo general varía de 50 a 500 ppm

# Corregir alta alcalinidad

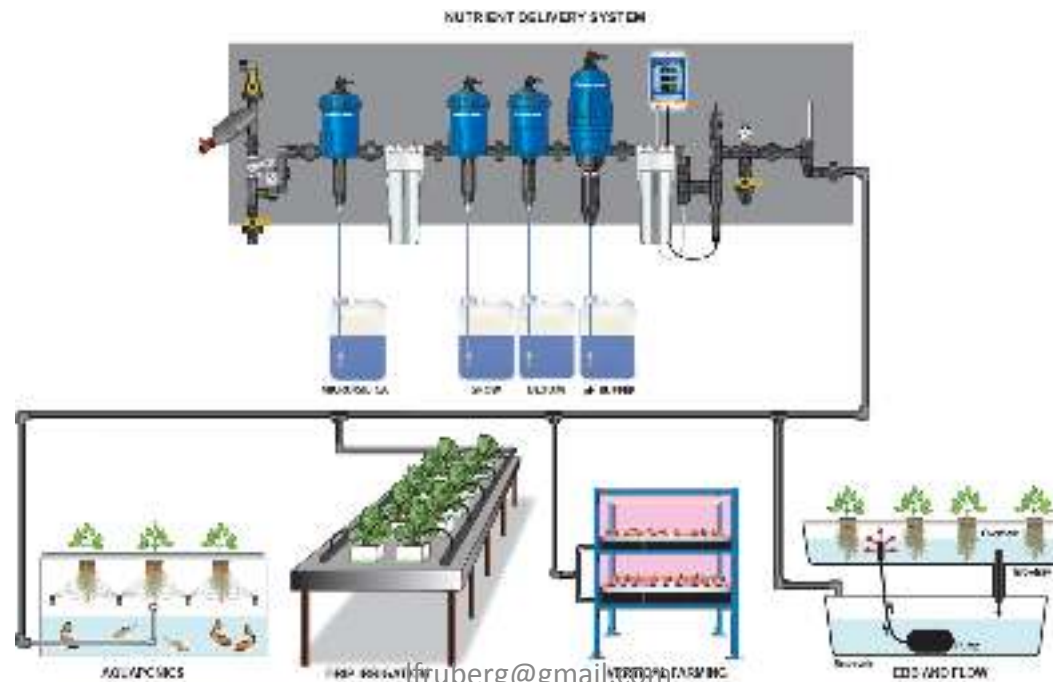
---



- 1) Cambiar o mezclar la fuente de agua
  - Ej .: agua de lluvia (muy baja alcalinidad) con agua de pozo de alcalinidad moderada
- 2) Usa un fertilizante ácido
  - Fertilizantes con nitrógeno de amonio
- 3) Inyectar ácido en el agua de riego

# Inyección de ácido

- La acidificación reduce la cantidad de carbonatos y bicarbonatos
- $H^+ + (de\ ácido) + HCO_3^- (en\ agua) \rightleftharpoons CO_2 + H_2O$



# ¿Qué ácido usar?

## La seguridad

- El ácido nítrico es muy cáustico y tiene humos nocivos
- Sulfúrico, fosfórico, cítrico relativamente seguro
- Costo
- Sulfúrico es más barato, otros son 2-4 veces más caros
- Nutrientes de ácido
- Sulfúrico proporciona S
- Nítrico proporciona N
- Fosfórico proporciona P (pero puede ser demasiado si se equilibra > 100 ppm de alcalinidad)

# Corregir la mala calidad del agua

No hay una solución sencilla y única

- Cambiar fuente
- Municipal? ¿Bien?
- estanque de agua
- agua de lluvia
- Osmosis inversa

agua

- Desmineralización de intercambio iónico

(O alguna combinación de mezclar lo anterior con su fuente de agua actual)



Chiapas, Mexico

# Caso de estudio

---

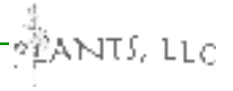
Invernadero de lechugas hidropónicas: después de varios años, se consideró que el agua municipal de baja calidad resultó en un rendimiento de reducción del 20%

- El sistema de ósmosis inversa habría costado varios miles de dólares y tenía muchas aguas residuales
- No pudieron deshacerse de las aguas residuales



# Desmineralización de intercambio iónico

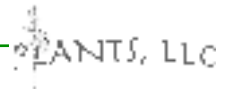
---



Dos recipientes: uno atrapa las moléculas cargadas positivamente, el otro carga negativamente

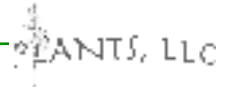
- Ejemplo de Culligan®
- \$ 25 por mes para alquilar
- \$ 125 por recarga
- Con el agua bastante pobre de este cultivador, recargue cada 4500 galones
- En comparación con la ósmosis inversa, ningún costo inicial real, menos espacio
- Tal vez sea una buena opción para pequeños productores de temporada

# Case Study – Water Softener Binghamton University



	Unsoftened	Softened
pH	7.6	7.5
EC (mhos/cm)	0.5	0.5
Ca (ppm)	80	<b>12</b>
Mg (ppm)	15	<b>3</b>
Na (ppm)	25	<b>130</b>
Cl (ppm)	65	65
Alkalinity (ppm)	200	200

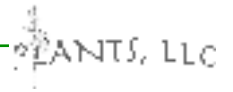
# Concerns



- Alkalinity is still a problem!
  - Consider injecting acid to neutralize alkalinity
- High sodium is now a problem
  - Regular leaching required
- Now low calcium and magnesium may be a problem
  - Switch to a calcium and magnesium containing fertilizer (ex: 15-5-15 Cal Mag)

# Las necesidades de calidad del agua dependen de ...

---



- Qué cultivo se cultiva
- Qué tan cerca el fertilizante utilizado coincide con las necesidades de cultivo
- Hacer que los nutrientes agregados coincidan con las necesidades de nutrientes; de lo contrario, los desequilibrios de nutrientes pueden acumularse a niveles tóxicos
- Si el agua es capturada y reutilizada y cuántas veces se reutiliza

# Irrigación abierta vs. cerrada

---



Sistema abierto: cualquier exceso de agua se filtra al piso / suelo

- Si se aplica exceso de agua esto puede controlar la acumulación de sales
- Puede usar agua de peor calidad
- Sistema cerrado: exceso de agua capturada y reutilizada
- desinfestación para controlar la propagación del patógeno
- desequilibrios de nutrientes y acumulación de sal a lo largo del tiempo
- ahorra agua y fertilizante
- comenzar con agua de mejor calidad

# Precaución al mezclar fertilizantes

**¡Algunos fertilizantes no se pueden mezclar juntos!**

- Incompatibilidad: el licuado de los fertilizantes resulta en un precipitado
- No mezcle calcio con fosfato o sulfatos



# 3 Sistema de tanque: se resuelve el problema de la precipitación



## Tanque A

- Nitrato de calcio
- ½ nitrato de potasio
- Quelato de hierro
- (Ácido nítrico)

## Tanque B

- ½ nitrato de potasio
- Sulfato de potasio
- fosfato de monopotasio • Sulfato de magnesio
- Todos los demás micronutrientes
- Monoammoniofosfato
- Nitrato de amonio
- (ácido sulfúrico)
- (ácido fosfórico)

## Tanque C

- Ácido, usado para reducir el pH (o base si las aguas son muy puras, fuente ácida de N)
- O Sulfúrico / Fosfórico en el tanque B (NO con calcio)
- Nítrico en el tanque A (con calcio)





Image credit: Crop King

# Use Fertilizantes Grado de Invernadero

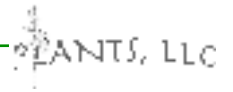
PLANTS, LLC

- Para evitar tener que lidiar con un grado no estándar
- Para lograr una mayor pureza / solubilidad
- Para evitar obtener una capa grasosa de nitrato de calcio



# Más información detallada sobre fertilizantes

---



Descargar este artículo:

Una receta para el éxito hidropónico Por Neil  
Mattson y Cari Peters

[http://www.greenhouse.cornell.edu/crops/  
factsheets/hydroponic-recipes.pdf](http://www.greenhouse.cornell.edu/crops/factsheets/hydroponic-recipes.pdf)

# Manuales para descarga gratuita



Cornell Controlled Environment Agriculture



## Hydroponic Lettuce Handbook

This hydroponic greenhouse production system was designed for small operations to provide local production of head lettuce as well as employment to the proprietors. Our research group has experimented with many forms of hydroponics but have found this floating system to be the most robust and forgiving of the available systems. This system is built around consistent production 365 days of the year. This requires a high degree of environmental control including supplemental lighting and moveable shade to provide a target amount of light which, in turn, results in a predictable amount of daily growth.

by Dr. Melissa Brechner, Dr. A.J. Both, CEA Staff



© Cornell University CEA Program



Cornell Controlled Environment Agriculture



## Hydroponic Spinach Production Handbook

Baby spinach has become a very popular produce item in the last decade. Hydroponic production methods allows for the production of consistent high quality produce anywhere in the world. This handbook describes the method we have developed for the production of spinach whose leaves are small enough to be considered 'baby spinach'. A significant barrier to hydroponic spinach production is a water-borne pathogen called *Pythium aphanidermatum* that attacks the roots and causes poor crop quality and crop death. We have devoted significant time to investigating ways to prevent and treat this disease and that method is described in this handbook.

Dr. Melissa Brechner and Dr. David de Villiers



© Cornell University CEA Program









**Table 3.** Target nitrogen feed rates (in ppm N) for several hydroponic crops.

<b>Type</b>	<b>Propagation</b>	<b>Production</b>
Buttercrunch/Boston Bibb	125	150
Romaine, Red and Green leaf	125	150
Basil	125	175
Culinary Herbs	125	150
Cole Crops	125	175
Garlic and Scallions	125	150
Tomatoes	125	200
Peppers	125	150
Cucumber	125	175
Heavy Feeders cabbage, kale, spinach, Swiss chard, mustard greens, mizuna, escarole	125	175 - 200
Light Feeder Lettuce arugula, watercress, spring mix	125	125 - 150

\* Adapted from data collected at J.R.Peters Laboratory and Smithers Oasis Inc. 2012-2013









# Fertilizer Recipes for Leafy Greens and Herbs



- Simple, 1-3 bolsas
- Base de macros / micros de alimentación
- Nitrato de calcio
- Sulfato de magnesio • Complejo, 11 ingredientes

# How do they stack up?

	16-4-17	5-12-26 + Cal. Nit.	9-7-37 + Cal. Nit. + Mag. Sulf.	Sonneveld's solution
<b>Nitrogen</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>
<b>Phosphorus</b>	16	39	12	31
<b>Potassium</b>	132	162	122	210
<b>Calcium</b>	38	139	133	90
<b>Magnesium</b>	14	47	42	24
<b>Iron</b>	2.1	2.3	2.0	1.0
<b>Manganese</b>	0.47	0.38	0.75	0.25
<b>Zinc</b>	0.49	0.11	0.75	0.13
<b>Boron</b>	0.21	0.38	0.36	0.16
<b>Copper</b>	0.131	0.113	0.20	0.023
<b>Molybdenum</b>	0.075	0.075	0.04	0.024

Element	UA-CEAC A (Tomato at Stage 1)	UA-CEAC B (Tomato at Stage 2)	UA-CEAC C (Tomato at Stage 3; or Multi-crop)
NO <sub>3</sub> -N	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>190</b>
NH <sub>4</sub> -N	0	0	0
P	47	47	47
K	<b>144</b>	<b>350</b>	<b>350</b>
Ca	<b>144</b>	<b>160</b>	<b>200</b>
Mg	60	60	60
S	116	116	116
Cl	89	89	89
Fe (EDTA)	2	2	2
Mn	0.55	0.55	0.55
Zn	0.33	0.33	0.33
Cu	0.05	0.05	0.05
B	0.34	0.34	0.34
Mo	0.05	0.05	0.05



# ¿Qué hacer si tengo un solo inyector?

---

PLANTS, LLC

- Prepare los dos tanques de almacenamiento
- Pero usa solo 1 a la vez
- Días alternos (ideal) o la mitad de la semana
- La concentración de fertilizante debe duplicarse
- Como las plantas reciben cada  $\frac{1}{2}$  de las veces

¡El cultivo hidropónico requiere vigilancia!

Pruebas de pH y conductividad eléctrica (EC) Pruebe temprano, pruebe a menudo La frecuencia de las pruebas depende de su sistema En hidroponía: todos los días En cultura del bolso: quizás 1-2 veces por semana

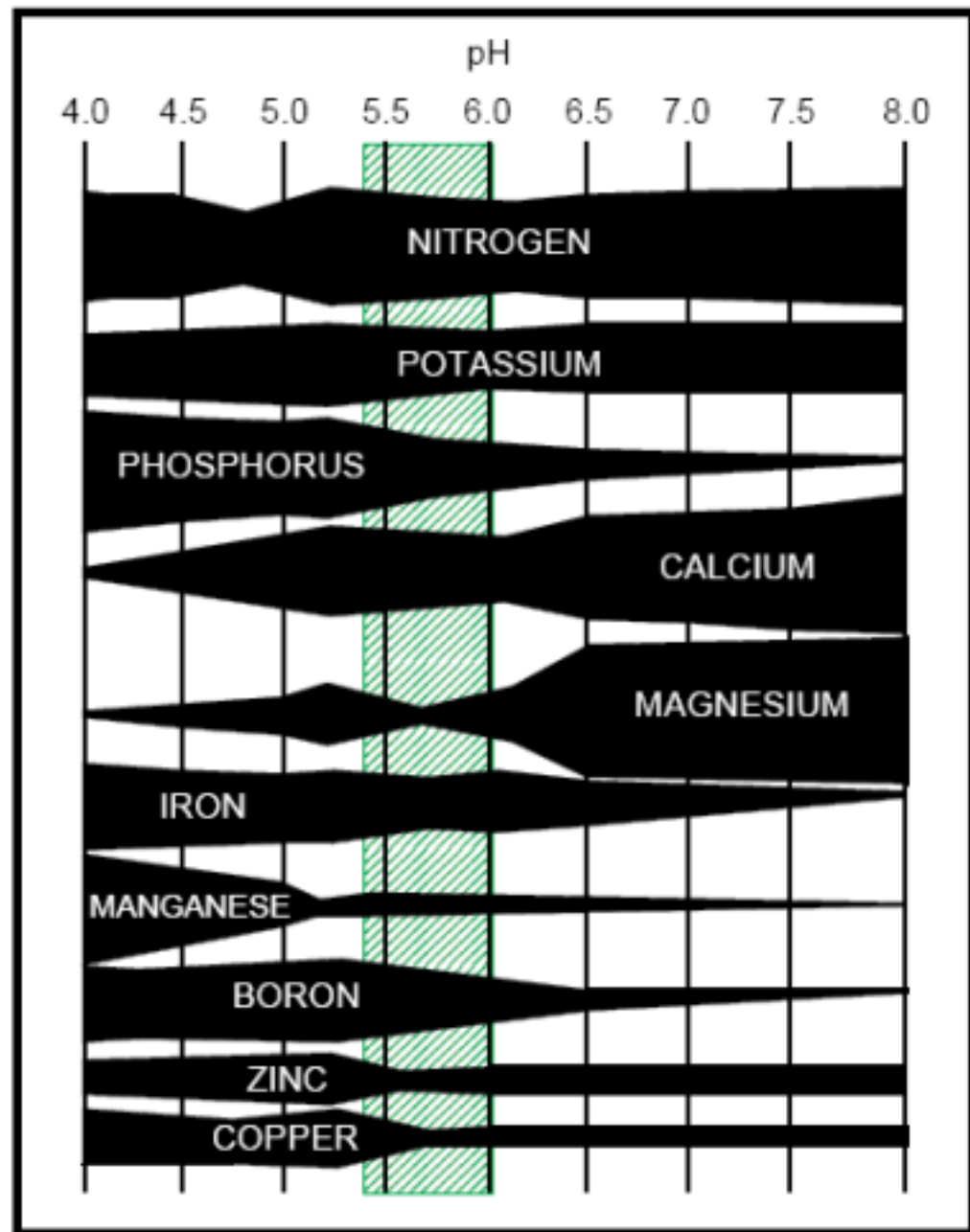


# pH / EC: ¿Qué es óptimo?

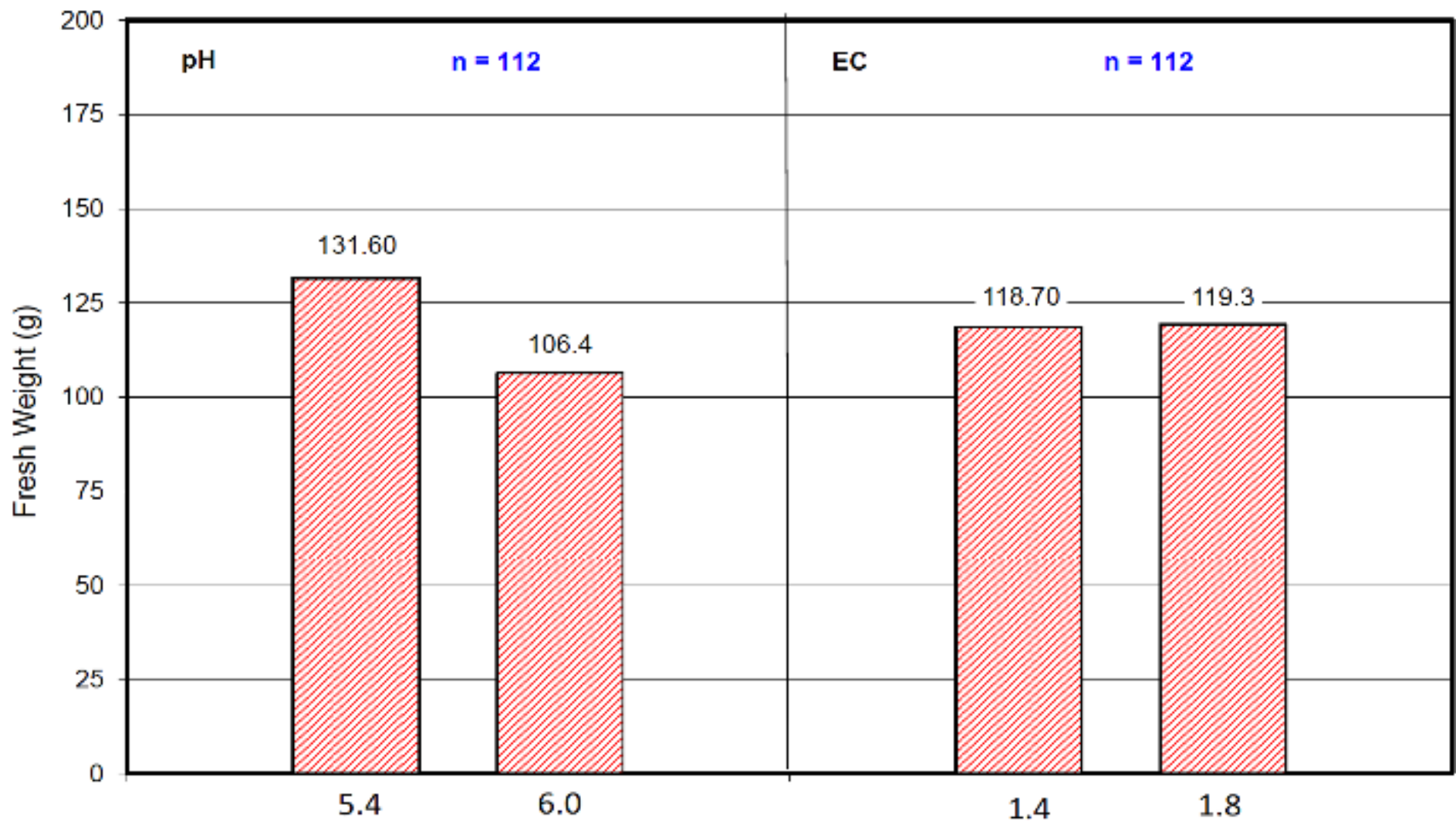
pH: afecta la disponibilidad de nutrientes de la planta

- óptimo: 5.5 -6.5 • en hidroponía un poco más bajo es mejor: 5.4-6.0

La CE depende de la cosecha • en general 1-2 dS / m (= 1-2 mhos / cm) del fertilizante • evitar acumulación de sal en la zona raíz > 4.0





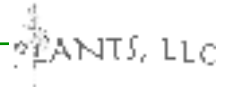


pH and EC effect on hydroponic lettuce

pH 5.4 → 24% higher yield, Robert Hansen, 2008

# Fertilizante (EC) y control de pH

---



Manual: compruebe y ajuste a mano

- Ej: Estanque (pH ajustado diariamente), fertilizante probado cada dos semanas y ajustado Los sensores automáticos, de pH y EC controlan las bombas con ácido diluido / base y fertilizante
- ¡Los sensores descienden, es importante verificar y calibrar!

# Automated Control examples

Adjust reservoir/pond

Hanna HI 2500

- 3 peristaltic pumps
  - 1 dilute acid
  - 2 fertilizer stocks



Adjust fertilizer water

Hanna HI 10,000

- 5 injectors
  - 1 for dilute acid
- 5-300 gpm flow rate





# Trastornos Nutricionales Comunes y Correcciones



# Deficiencia de nitrógeno: hojas inferiores amarillas; biomasa reducida





# Deficiencia de hierro



# Deficiencia de Magnesio - clorosis interveal de hojas INFERIOR



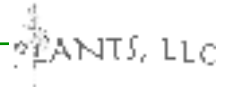


# Deficiencia de fósforo (P)



# Crear un plan de monitoreo del agua

---



- Diseñe un plan de monitoreo basado en las necesidades de las plantas que está cultivando y los requisitos de su sistema hidropónico.
- Esboce actividades de monitoreo que sean factibles y que cumplan con los objetivos de producción de su planta.



PLANTS, LLC

## LearningTalk

**Promoting science, technology, engineering, art & math (STEAM) education and sustainability practices.**

Technical services include workshops, demonstration training, online professional development, research, and program evaluation.

**Laurie F. Ruberg, Ph. D.**  
**PLANTS, LLC**

22 Maple Ave., Wheeling, WV 26003

2650 University Ave., Morgantown, WV 26505

Email: [lfruberg@gmail.com](mailto:lfruberg@gmail.com) Cell: 304-639-3894 Web: <http://e-learningtalk.com>

[lfruberg@gmail.com](mailto:lfruberg@gmail.com)