

FERIA DEPARTAMENTAL DE CLUBES DE CIENCIA

CATEGORÍA CHAJÁ ÁREA CIENTÍFICA

**RELACIÓN ENTRE CONDUCTANCIA DEL AGUA Y CRECIMIENTO RADICULAR
EN CULTIVO HIDROPÓNICO DE *Eruca vesicaria***

CLUB DE CIENCIA: ARACNOLÓGICOS

INTEGRANTES: Karina Silvera, Katy Perdomo, Estefany Rogel

ORIENTADORA: Silvy Lerette silvylerette@gmail.com

LICEO DE LOS CERRILLOS

Los Cerrillos, Canelones
2018

Resumen

La hidroponía es un cultivo sin suelo que se abastece de agua y minerales sustituyentes de la tierra. Se elige este proyecto ya que resulta interesante construir un cultivo hidropónico y ver qué sucede en tres aguas diferentes (agua de grifo, de pozo y salina); luego de varias experiencias se puso en evidencia que la raíz no crecía como debía en el agua de pozo. Se mide pH y conductividad eléctrica (CE) de las muestras. Esta investigación plantea la relación entre CE y crecimiento de la raíz. Para ello se arman germinadores en cajas de Petri de *Eruca Vesicaria* (rúcula) se mide la CE y el pH del agua de pozo diluidos con agua destilada con porcentajes distintos (0 a 100%). Varios autores consultados ponen de manifiesto la relación conductividad y crecimiento de la raíz en otras plantas. Además se realizan mediciones de conductividad de aguas de distintos pozos de la zona de Paso del Bote, resultando medidas muy variadas. El agua que se utilizó para los germinadores es la que tiene mayor CE. Se identifican en ella varios iones como el cobre, sodio, cloro y calcio. El cobre es un metal pesado causante del poco crecimiento de la zona de crecimiento de la raíz en otras plantas. Se propone como predicción que cuanto más concentración de iones, menor va a ser el desarrollo de la zona de crecimiento. Se propone usar *Eichhornia azulea* como biorremediador que actuaría absorbiendo el cobre de la muestra.

Abstract

Hydroponics is a soilless crop that is supplied with water and substituent minerals from the earth. This project was chosen because it is interesting to build a hydroponic culture and see what happens in three different waters (tap water, well and salt water); after several experiences it became evident that the root did not grow as it should in the well water. This research asks if the conductivity would have something to do with the growth of the root. To do this, germinators are assembled in *Eruca vesicaria* (Rucúla) Petri dishes. The electrical conductivity and the pH of the well water diluted with distilled water are measured with different percentages (0 to 100%). Several authors consulted show the relationship conductivity and growth of the root in other plants. Several minerals such as copper, sodium, chlorine and calcium were found in the well water; Copper is a heavy metal that causes little growth in the root growth zone, so we proposed as a hypothesis that the more concentration of ions, the smaller the growth zone will be.

INTRODUCCIÓN

La palabra hidroponía proviene de dos términos griegos: hydro, que significa agua y ponos, que significa trabajo. La hidroponía es una técnica de producción o cultivo sin suelo, en la cual se abastece de agua y nutrientes a través de una solución nutritiva y completa, brindándole las condiciones necesarias para un mejor crecimiento y desarrollo.

En Uruguay el cultivo hidropónico comenzó a principios de la década de los 90. En ese momento el productor Luis Salatti introduce la práctica de la producción de la endibia blanca a través de un sistema hidropónico traído desde Europa. Paralelamente a esta experiencia (1991-1992), se empezó en el Departamento de Colonia, Ciudad de Juan Lacaze, el desarrollo de la primera Huerta Hidropónica Popular en el Uruguay, donde se cultivaban más de 20 especies hortícolas (Sánchez, 2010). Uno de los problemas con los que se tiene que lidiar en algunos cultivos, ya sea en suelo o hidropónico, es el valor de pH a veces y el de conductividad del agua otras veces.

El agua a utilizar para las experiencias de esta investigación se toma de pozos de Paso del Bote que corresponde a la provincia 11, cuyos sedimentos son de origen cretácico, de las formaciones Mercedes y Miguez, ricos en sodio, cloruros y carbonatos (Bossi y Navarro, 2000).

El concepto de conductividad es inverso al de resistividad y para poder calcularlo primero se ponen en claro algunos conceptos de electricidad, que se exponen a continuación.

“La inversa de la resistencia se llama conductancia y se designa con la letra G y se expresa en Siemens. Mientras la resistencia eléctrica es una propiedad de un cuerpo, la resistividad es la propiedad de un material. La relación entre la resistencia y la resistividad para un alambre de cierto material es el siguiente: $R = r \cdot L/S$, donde R es la resistencia en ohms, r es la resistividad del material, L es el largo del alambre y S el área del mismo en m^2 .”(Rela, 2010)

Aplicado a una solución acuosa, la resistencia calculada como voltaje dividido intensidad es igual a la resistividad (valor que se desea calcular) por la relación entre la distancia entre los electrodos y el área de los mismos. Una vez calculada la resistividad en ohms/ m^2 , se puede calcular la conductividad. La conductancia está directamente relacionada con la facilidad que ofrece un material cualquiera al paso de la corriente eléctrica. La conductancia es lo opuesto a la resistencia. A mayor conductancia la resistencia disminuye y viceversa, a mayor resistencia, menor conductancia, por lo que ambas son inversamente proporcionales (Rela, 2010).

La verificación de la conductividad eléctrica en sí misma refleja que la concentración de electrolitos es alta. En el rango de trabajo de los cultivos sin suelo, es importante conocer si esta CE se debe al nitrógeno de nitratos o a niveles altos de cloruro. Si la mayoría es de nitratos significa que el agricultor ha sobre fertilizado y la concentración del fertilizante debe reducirse. Si la mayor parte es cloruro, significa que el agricultor no está regando con un volumen adecuado de agua, y el consumo de agua excede el suministro y que el cloruro se está acumulando en forma rápida. En este caso, la acción adecuada es incrementar el volumen de riego. En ambos casos, un nivel alto de CE debe reducirse, mediante un lavado extra en caso de necesidades.

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad en el medio de cultivo, controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a estar o no disponibles para su absorción. Se puede medir con banditas de pH.

La *Eruca vesicaria* es una hierba oriunda del mediterráneo, que pertenece a la familia Brassicaceae. Tiene un crecimiento de 15 a 50 cm, sus hojas son segmentadas y pueden hasta tener

un crecimiento floral, que salen de sus tallos. Necesita de la exposición solar para un crecimiento adecuado, lo que se debe tener en cuenta el uso excesivo de sol ya que esto puede afectar en el sabor de las hojas. Por lo cual se recomienda sembrar en primavera, por otra parte, puede tolerar temperaturas de hasta -10 grados. Esta planta se adapta a todo tipo de suelos, pero son preferibles los calcáreos, permeables, ricos en materia orgánica. La rúcula se utiliza para el uso gastronómico, estos pueden ser; para ensaladas, pizza, sopas, y para decoraciones de cocina gourmet.

La *Eruca vesicaria* más conocida como rúcula, soporta un rango de pH de hasta 7. Bermejillo *et al.* (2000) han estudiado las condiciones limitantes para su cultivo hidropónico y advierten que las aguas de ríos en Argentina tienen una conductividad eléctrica (CE) entre 800 y 1.200 uS cm⁻¹. Las aguas de pozo varían entre 200 y 2500 uScm⁻¹. Este cultivo no tolera CE superior a 2200uScm⁻¹. La planta puede ser afectada en el crecimiento de la raíz, ya que su crecimiento no sería el mismo en el agua de pozo de la localidad del Paso del Bote. En la planta lo que no se estaría diferenciando sería la zona de crecimiento, ya porque se reducen las mitosis en el meristemo o porque se diferencian las células ni bien se originan.

Estudios previos de laboratorio de este mismo año realizados por las autoras han evidenciado presencia de cobre en el agua de pozo, así como también sodio, cloro y calcio, plantas de otras aromáticas cultivadas en esta agua han mostrado síntomas tales como hojas mustias y quemadas en los bordes.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Qué relación hay entre la conductividad del agua de pozo usada para el cultivo hidropónico y el crecimiento radicular de *Eruca vesicaria*?

HIPÓTESIS:

La presencia de iones en el agua de pozo se relaciona inversamente con el crecimiento de la raíz.

El cobre es el causante del poco crecimiento de la raíz.

Como predicción diríamos que; a mayor concentración de iones en la solución hidropónica menor desarrollo de la zona de crecimiento de la raíz de la *Eruca vesicaria*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Previamente a realizar esta investigación concreta de realizaron un par de experiencias piloto con y sin solución hidropónica, para cada tipo de agua seleccionada y se plantean a continuación, ya que explican el origen del problema que deriva en esta investigación

Experiencias piloto

4/6/2018:

Materiales:

- 2 litros de Agua de canilla
- 2 litros de Agua de pozo
- 2 litros de Agua salada
- 13 tubos de ensayo
- 2 gradillas
- Fertilizante de fértil riego
- Pipeta
- Algodón
- Semillas de *Eruca vesicaria* (rúcula)
- Gajos de menta

Procedimiento:

Se mide cada una de las aguas en 1 litro y se coloca cada una en recipientes diferentes. Luego se hace lo mismo con el otro litro restante pero a este se le coloca 0,4 ml de fertilizante de fértil riego a cada agua. Se toman dos tubos de ensayos para cada una de las muestra de agua; agua de pozo, agua de pozo con solución hidropónica, agua de canilla, agua de canilla con solución hidropónica, agua salada y agua salada con solución hidropónica, por último se toma el tubo de ensayo que nos queda y se le coloca agua de la canilla del liceo.

Se toman 7 tubos de los cuales 3 tienen las diferentes aguas y los otros tres tienen el agua con solución hidropónica y el último tubo presenta el agua del liceo; en estos colocamos un poco de algodón y se le coloca el gajo de menta. En los otros tubos se procede de igual forma pero con semillas de rúcula.



Fig.1 y 2- muestran experiencias piloto

26/6/2018:

Experiencia piloto 2- 26/6/2018:

Materiales:

- Cajas de petri
- Semillas de *Eruca vesicaria* (rúcula)
- Agua de pozo
- Agua de pozo con solución hidropónica
- Agua de canilla
- Agua de canilla con solución hidropónica
- Papel absorbente

Procedimiento:

En cada caja de petri se coloca papel absorbente y unas gotas de cada agua con solución hidropónica y sin solución, luego se agregan las semillas de rúcula, se cierran las cajas y se tapan con papel aluminio.

Los cultivos y germinadores llevados adelante ponen de manifiesto que en el agua salada no germina la rúcula ni se forman raíces adventicias en la menta; en el agua del grifo con y sin solución hidropónica se evidencia el mejor desarrollo y en el agua de pozo se advierte un crecimiento menor de raíz y con una arquitectura distinta a los demás casos, en donde la zona de crecimiento es casi inexistente. Se construye los germinadores en placas de petri para medir las raíces y confirmar esta observación de forma precisa.

A partir de estos datos se plantea la interrogante de calidad del agua de pozo, de qué sustancia presenta que la hace tan conductiva de la corriente eléctrica. Se llevan adelante reacciones con cambio de ph y ensayos a la llama y por último cristalización de las sales en solución.

Experiencia 6/8/2018:

Materiales:

- Agua de pozo
- Agua de la canilla
- Probeta graduada
- 5 cajas de petri
- Vaso de bohemia
- Papeles absorbentes

Procedimiento:

Se miden diferentes porcentajes de agua de pozo con el agua de la canilla, los porcentajes que se utilizan son: 0%, 25 %, 50%, 75% y 100% de agua de pozo. En las cajas de petri se coloca papel absorbente y se le pone a cada una de ellas unas gotas de cada porcentaje de agua. Se tapan las cajas y se cubren con papel aluminio.



Fig. 3 Circuito para medir intensidad y voltaje

Experiencia 17/9/2018
Germinadores con CuCl

Materiales:

- 4 mml agua destilada
- 4mml agua destilada con 1 gota de sol CuCl
- 4mml agua destilada con 2 gota de sol CuCl
- 4mml agua destilada con 4 gota de sol CuCl
- 4mml agua destilada con 16gota de sol CuCl
- Cajas petri
- Semillas
- Papel filtro

Procedimiento:

Se arman germinadores usando como solución distintas concentraciones de CuCl.
Se observan con lupa y se miden las plantas.

Tabla 1- cronograma

	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre
Elaboración del proyecto	xx						
Organización		xx					
Experiencias piloto		xx					
Implementación			xx	xx			
Procesamiento de datos				xx			

Análisis de datos				XX			
Interpretación de los datos hasta ahora obtenidos				XX	XX		
Informe preliminar					XX		
Réplica de experiencias(aumentando el n)						XX	
Revisión de datos y aproximaciones concluyentes						XX	
Comunicación de resultados							XX

RESULTADOS

Tabla2- conductancia eléctrica del agua de pozo.

	i (A)	V (v)	$R=v/i$	$G=i/c$
A. Con 0% agua de pozo	0,014 A	8v	571,4 Ω	0,002 dS
A. Con 25% agua de pozo	0,040 A	7,5 V	187,5 Ω	0,005 S
A. Con 50% agua de pozo	0,055 A	7,0 V	127,3 Ω	0,007 S
A. Con 75% agua de pozo	0,068 A	6,5V	95,3 Ω	0,01 S
A. Con 100% agua de pozo	0,102 A	5,0 V	49,0 Ω	0,02 S

Tabla3- pH del agua de pozo(diferentes soluciones)

Muestras	pH
0% agua de pozo	7
25% agua de pozo	7
50% agua de pozo	7
75% agua de pozo	7
100% agua de pozo	7



Fig.4 resultado de germinadores usando agua con distintos porcentajes de agua de pozo
DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que con agua de canilla o solo 25% pozo la raíz crece pero a partir de 50% a más de porcentaje de agua de pozo se enlentece la germinación y las raíces no crecen. De acuerdo con experiencias en *Arabidopsis sp.* Martínez et al. (2009) plantea que el cobre podría ser el causante de la disminución en el crecimiento.

Se realizaron estudios posteriores con soluciones de cobre en diferentes porcentajes para relacionar el crecimiento con este metal, ya que en la muestra había más iones.

APROXIMACIONES CONCLUYENTES

Existe una relación entre conductividad y el crecimiento de raíz de *Eruca vesicaria*. Futuras experiencias podrán relacionar o no al cobre con los eventos detectados.

El grupo ha pensado en buscar una solución al problema usando organismos que bioacumulen el cobre, si es que ese metal es el causante de la disminución del crecimiento. Se está investigando la acción de *Eichhornia crassipes* (camalote) como organismo probable de reducir la conductancia de la solución de agua de pozo, previo a su uso para fabricar la solución hidropónica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bárbaro, L., Karlanian, M. y Mata, D. *Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas.*

Bermejillo A.I., Filippini F., Pimpini E., Antonioli G., Naranjo V., Novello P., *Una alternativa de producción sustentable en Mendoza: cultivo de rúcula y otras aromáticas en sistema raíz flotante.* Italia: FC Agrarias

Bossi, J. y Navarro, R. (2000). *Recursos minerales del Uruguay.* Uruguay: Ed. José Bossi.

Martínez, M., Santiz, M., Ortiz, R. y Carreón-Abud, Y. *Efecto del cobre en el crecimiento y arquitectura de la raíz de Arabidopsis sp.* México: Fac. de Biología.

Rela, A., (2010). *Electricidad y electrónica.* Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación.

Sanchez, A., (2010). Hidroponía en Uruguay. *Red hidropónica*, boletín 47. Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.scribd.com/document/383364231/47-Hidroponia-Uruguay>