

PRÁCTICAS EN CULTIVO HIDROPÓNICO EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA

María Valeria ORMAECHEA¹; Adriana Margarita GIECO¹; Silvana Raquel SPIZZO²; Sergio Andrés PERUSSET¹; Analía Noemí DRAGAN¹; Francisco MUGHERLI BOHL²

¹Cátedra de Química General. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNER. Ruta 11, Km 10.5. Oro Verde.

²Cátedra de Química Analítica. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNER. Ruta 11, Km 10.5. Oro Verde.

Autor para correspondencia: valeria.ormaechea@fca.uner.edu.ar

RESUMEN

En el área de Química es común encontrar grupos de estudiantes desmotivados o con falta de interés, lo que obstaculiza el proceso de aprendizaje y el logro de los objetivos propuestos en las cátedras. A través de la implementación de una nueva propuesta didáctica se buscó una alternativa que permitiera reducir estas dificultades durante el dictado de las materias Química General y Química Analítica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNER). Para ello se realizó un trabajo integrador de producción en cultivos hidropónicos con alumnos de ambas materias durante el segundo cuatrimestre de 2018. La experiencia comenzó con los estudiantes de Química General, quienes prepararon las soluciones de micronutrientes, y también trabajaron con diluciones, midieron pH y conductividad. Esta práctica continuó con los estudiantes de Química Analítica quienes realizaron los análisis de calidad a muestras de agua de distinto origen, de río potabilizada (de la ciudad de Paraná) y de pozo (de la ciudad de Oro Verde). Según los requerimientos del cultivo de *Lactuca sativa*, luego diseñaron los kit nutricionales acorde al agua utilizada para realizar la práctica hidropónica. Divididos en grupos hicieron el seguimiento del cultivo para garantizar el crecimiento y desarrollo del mismo. La experiencia fue positiva y enriquecedora, los estudiantes mostraron elevado interés, motivación y responsabilidad en el monitoreo diario y los controles. Este tipo de práctica además generó un mejor trabajo en equipo y capacidades de coordinación, necesarias para su futuro desempeño profesional.

Palabras Clave: aprendizaje, química general, química analítica, hidroponía, prácticas

ABSTRACT

PRACTICES IN HYDROPONIC FARMING IN THE LEARNING OF GENERAL AND ANALYTICAL CHEMISTRY

In the area of Chemistry, it is common to find groups of unmotivated or uninterested students which hinders the learning process and the achievement of objectives in the academic subjects. The implementation of a didactic proposal was formulated as an alternative to cope with these difficulties during the teaching of General Chemistry and Analytical Chemistry at Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Entre Ríos). As part of the proposal, an integrative task on hydroponics, with students from both subjects, was carried out in the second half of 2018. The experience began with the learners of General Chemistry, who prepared the micronutrient solutions. They also made micronutrient dilutions, measured pH and conductivity. Afterward, the students

of Analytical Chemistry performed quality analysis on water samples of different sources, distilled from drinking water out of the river (city of Paraná) and well water (town of Oro Verde). Subsequently, taking into account the nutritional requirements of *Lactuca sativa*, they designed nutritional kits according to the water used to perform the hydroponic practice. In groups, the students monitored the cropping to guarantee growth and development. The experience was positive and enriching since the students showed interest, motivation, and responsibility in daily monitoring and testing controls. In addition, this type of practice developed interpersonal abilities to teamwork and coordination skills, which are necessary for students' performance as professionals.

Keywords: learning, general chemistry, analytical chemistry, hydroponics, practices

Introducción

Química General y Analítica son asignaturas que se encuentran ubicadas en el ciclo básico de la carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), Argentina. Debido a la ubicación en el primer año del plan de estudios, sus contenidos en muchos casos presentan dificultades para los estudiantes, quienes no logran comprender su aplicación en la carrera. Además, se suma el poco interés que poseen muchos de ellos por el estudio de la Química, lo cual obstaculiza el sentido del aprendizaje comprensivo y significativo provocando una adquisición mecánica, poco durable y escasamente transferible.

Si bien como ya se indicó son asignaturas del ciclo básico, es necesario como docentes seamos capaces de abordarlas desde un punto de vista que despierte interés en los alumnos. Es por esta razón que se propuso realizar un Trabajo Práctico aplicado a una producción intensiva comenzada por los estudiantes de Química General y culminada por los de Química Analítica.

El objetivo de esta actividad fue que los estudiantes de Química General puedan desarrollar una unidad temática de relevancia en el programa de la materia como es "Soluciones", aplicándolo al cultivo hidropónico; y a la vez, que los estudiantes que se encuentren cursando Química

Analítica puedan completar dicha experiencia realizando análisis de calidad de agua en el sistema de cultivo.

Asimismo, se buscó que los estudiantes realicen trabajos grupales que les permitan intercambiar ideas, discutir cuestiones inherentes a la práctica realizada y desarrollar tareas que les demanden trabajo en equipo, lo cual ayuda a la formación integral y a la toma de decisiones criteriosas. Por otro lado, con la puesta en práctica de esta experiencia se buscó contribuir a una retroalimentación continua, tanto del caso experimental mismo como en las cuestiones derivadas de la aplicación de experiencias de este tipo.

Objetivos

- Generar un ambiente de aprendizaje aplicado donde los estudiantes encuentren motivación.
- Integrar los conceptos de soluciones y calidad de agua incluidos en los programas de Química General y Química Analítica respectivamente.
- Propiciar el trabajo en equipo y relacionar a los estudiantes con actividades de su incumbencia profesional.

Marco teórico

En la actualidad, los avances tecnológicos y la demanda de la sociedad generan la necesidad de crear estrategias didácticas y pedagógicas

en la educación, tendientes a la formación de profesionales críticos, competentes y capaces de afrontar situaciones problemáticas, en lo cual es indispensable el rol de los educadores. Es a partir de la metodología basada en la investigación como el docente enseña a sus estudiantes a ser competentes, es decir, a “saber hacer en contexto” (Hernández Arteaga, 2009).

González Maura & González Tirados (2008), mencionan que los estudios científicos acerca de las competencias profesionales han permitido acercar la formación profesional al mundo del trabajo en la medida que evidencian la necesidad de formar dichas competencias ya desde la universidad. Estas autoras señalan que hasta la década de 1980 se manejaba una concepción de competencias profesionales simple, factorialista, en virtud de la cual las competencias se entendían como cualidades personales, aisladas y eminentemente cognitivas, predeterminantes del desempeño profesional eficiente.

La concepción del término “competencia” ha ido avanzando y distintos autores lo han definido de diversas maneras, aunque todos coinciden en que no responde sólo a la cualidad personal aislada sino más bien a un conjunto de aptitudes en el desempeño profesional y la capacidad de resolver situaciones complejas y/o problemáticas.

Valiente Barderas & Galdeano Bienzobas (2009), definen en términos de competencia a la capacidad del “saber hacer” que resulta de la integración de distintas habilidades (cognitivas, afectivas, psicomotoras y sociales) y de conocimientos declarativos, utilizados oportunamente para resolver situaciones con elementos en común.

Siguiendo esta línea de pensamiento Ricoy Lorenzo, *et al.* (2011) sostienen que la competencia es la capacidad que se adquiere a través del aprendizaje y de la experiencia (marcada por rasgos de personalidad y del entorno) y que, combinando armónica y dinámicamente un conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, valores, actitudes y emociones, permite afrontar y resolver con éxito distintas

situaciones o acciones contextualizadas por analogía o descubrimiento.

En el aula las clases normalmente se desenvuelven muy rápido y más lo siente así el estudiante de primer año; esto le impide que alcance a comprender el lenguaje de lo que se quiere transmitir, y se convierte en un momento de desconcierto donde se hunde en la pasividad del pensamiento. Por lo que la comunicación es un aspecto importante en las prácticas.

Es el desafío, entonces, poder plantear la enseñanza de la química desde una perspectiva diferente, en donde se comience desde la motivación, el interés y los saberes experimentales y teóricos de los estudiantes (Ormaechea *et al.*, 2018). Los educandos necesitan disponer de capacidades y competencias para buscar, seleccionar e interpretar la información que está a su alcance. El planteo de situaciones abiertas puede favorecer pues que a partir de las propias percepciones ellos vayan despertando el interés, potenciando la reflexión individual y colectiva como su participación.

La generación de nuevas propuestas es una decisión de los docentes y que tiene un papel decisivo en el fortalecimiento de valores, conocimientos, competencias genéricas y específicas, las cuales garantizan la estabilidad y permanencia de los estudiantes.

Es por esta razón que se propuso realizar un Trabajo Práctico aplicado a una producción intensiva que es pertinente y relevante al proceso formativo de alumnos de Agronomía y que potencia su propio desarrollo humano. En este caso se eligió la hidroponía, que es un método de producción vegetal intensivo en el que no se utiliza suelo como soporte del cultivo y la nutrición se realiza a través del agua (Castañares, 2020). Las raíces de las plantas se encuentran sostenidas por un sustrato estéril como lo puede ser la espuma fenólica, por ejemplo, y las soluciones nutritivas le aportan los nutrientes para que puedan nutrirse, crecer y desarrollarse.

En las actividades realizadas los protagonistas fueron tanto los docentes como los alumnos, y a través de estas prácticas se intentó

despertar el interés en los estudiantes y potenciar la reflexión individual y colectiva sobre situaciones reales del campo agronómico. Además, se pretendió contribuir a que se desarrollen estrategias encaminadas al aprendizaje integrando otras dimensiones como son las reflexivas y actitudinales.

Materiales y Métodos

El trabajo práctico fue realizado en el segundo semestre del año 2018 con estudiantes de la cursada no curricular de Química General (cursado que se repite en el segundo semestre del año para los alumnos que no lograron regularizarla en el cursado curricular del primer semestre) y de la cursada curricular de Química Analítica (segundo semestre). El mismo constó de dos partes guiadas por los docentes y llevadas a cabo por los estudiantes de ambas asignaturas. Dicha propuesta posee un enfoque y tipo de estudio mixto, de conocimientos teóricos, de descubrimiento y de prácticas. Se llevó a cabo con una población de alumnos de Química General de 46 y 70 pertenecientes a Química analítica, con un total de seis docentes y dos auxiliares alumnos.

Asignatura o Espacio Curricular Química General

Los estudiantes fueron organizados en grupos de seis integrantes aproximadamente. En principio debieron interiorizarse en el tema de producción hidropónica y elementos nutricionales de los cultivos. Para ello, se les facilitó material bibliográfico como "La huerta popular hidropónica" (Marulanda e Izquierdo, 2003), "Manual de Hidroponia" (Zarate Aquino, 2014), y "Cultivo en Hidroponia" (Beltrano & Gimenez, 2015), con la finalidad de que comprendan la importancia de los elementos químicos, su disponibilidad y su forma de absorción en los vegetales.

En base a ello se les planteó la necesidad de formular una solución que contenga las cantidades de cada micronutriente recomendada para el cultivo de *Lactuca sativa* (lechuga). Asimismo, se les brindó un listado de compuestos que en su composición

química contenían los elementos necesarios para llevar adelante el cultivo: Hierro (Fe) como sulfato ferroso, Boro (B) ácido bórico, Zinc (Zn) sulfato de zinc, Manganeseo (Mn) sulfato de manganeso, Molibdeno (Mo) molibdato de sodio y Cobre (Cu) sulfato de cobre (adaptado de Hogland y Arnold, 1938). Dicha solución, a la que se le llamó "Solución madre" debía tener las siguientes concentraciones de elementos químicos: 100 ppm de Fe; 75 ppm de B; 18 ppm de Zn; 18 ppm de Cu; 0.3 ppm de Mo; 40 ppm de Mn. En esta instancia los estudiantes utilizaron conocimientos relacionados a masa molar, pureza y estequiometría. Cada grupo sacó los cálculos de la cantidad de sal a pesar que contenga los gramos necesarios para preparar las concentraciones antes mencionadas. Con estos datos procedieron a preparar las soluciones.

Los grupos de estudiantes trabajaron con agua de diferente calidad: agua destilada, agua de Oro Verde (subterránea), mezcla 50% agua destilada y 50% de Oro Verde y agua de la localidad de Paraná (superficial, de río). Además, realizaron una dilución 1:10 de la solución madre, midiendo pH y conductividad tanto a las soluciones concentradas y diluidas preparadas con los distintos solventes.

Asignatura o Espacio Curricular Química Analítica

Los estudiantes de Química Analítica, reunidos en grupos de alrededor de 7, debieron preparar las soluciones de macronutrientes usando los mismos tipos de agua que en Química General. Previo a esto, debieron evaluar los siguientes parámetros del agua que se les asignó: pH, Conductividad (Cw), calcio (Ca^{+2}), nitratos (NO_3^-), dureza, cloruros (Cl^-). Los resultados obtenidos fueron considerados en los cálculos el kit nutritivo.

Para realizar el ajuste de cantidad de nutrientes a agregar para la preparación de soluciones, desde la cátedra se facilitó la tabla 1, a partir de datos consultados a un profesional del área (C. Hidalgo, comunicación personal, junio de 2017), donde se detallan las cantidades de cada macronutriente necesarias *Lactuca*

Tabla 1. Concentración de cada macronutriente requerido en la solución madre.

Nutriente	Cantidad (ppm)
N	150-250
P	30-60
K	200-400
Ca	100-200
Mg	30-60
S	50-100

sativa. Mediante cálculos y un listado con sustancias químicas a utilizar (Tabla 2), los estudiantes formularon la combinación necesaria en un kit nutritivo, acorde a la calidad de agua utilizada.

Cada grupo preparó dos soluciones concentradas en matraces de un litro cada una: la solución denominada "A", compuesta por sustancias con nitratos y los micronutrientes previamente preparadas por los estudiantes de Química General y solución "B", elaborada con sustancias con fósforo y azufre.

Trabajo conjunto de las asignaturas

Para el trabajo conjunto de Química Analítica, y Química General se contó con 4 módulos de producción hidropónica bajo el sistema NFT (Nutrient Film Technique), diseñados por los docentes de la cátedra para tal fin. El diseño consta de dos caños de PVC de 15 cm de ancho y un 1 metro de largo cada uno, una bomba de recirculación de agua y un recipiente colector. Cada módulo tiene una capacidad para 20 plantines.

En esta instancia de trabajo se unieron los grupos de ambas asignaturas que prepararon el Kit nutritivo con el mismo tipo de agua, de esta manera cada módulo fue monitoreado por cuatro grupos de estudiantes (manteniendo los integrantes de la etapa previa), los cuales debieron organizarse y coordinar para realizar el seguimiento del cultivo. Cada grupo, transplantó los plantines de lechuga (provistos por la cátedra) en los módulos de producción.

Tabla 2. Sustancias a seleccionar para preparar el kit nutritivo de macronutrientes.

Sustancia	Nutriente que aporta
Nitrato de Calcio	N-Ca
Sulfato de potasio	S-K
Ácido Fosfórico	P
Fosfato monopotásico	P-K
Fosfato de amonio	P-N
Sulfato de magnesio	S-Mg
Nitrato de amonio	N

Adicionalmente se les otorgó a los estudiantes una guía de manejo donde se detalló el rango de valores que debían mantener las variables de pH y conductividad; como también la forma de corregirlos en caso de que éstas no se encontraran entre los valores deseados.

De manera complementaria, los docentes recomendaron videos con los conceptos básicos de la producción hidropónica, la importancia de la calidad del agua y la concentración de nutrientes en el crecimiento y desarrollo del cultivo. Dentro del material sugerido se puede mencionar "Cómo identificar carencia de nutrientes en las plantas" (Personal Garden Shopper, 2016), "Emprendedores- Hidroponia" (Nueve Litoral, 2016), "INTA Santa Cruz, Cultivos hidropónicos" (INTA Santa Cruz, 2017), "Producción hidropónica de hortalizas" (AbcRural Paraguay, 2015) y "Nutrición vegetal 2" (Nena Lopez, 2013).

Durante un mes, los estudiantes debieron realizar el monitoreo diario del cultivo ajustando pH y conductividad eléctrica para garantizar el crecimiento del mismo. En esta etapa trabajaron en equipo, coordinando las visitas diarias (incluidos los fines de semana) y asegurando el buen estado de las plantas.

Evaluación del Trabajo Práctico

La evaluación del Trabajo Práctico fue diferente y se realizó por separado en cada asignatura. Si bien en ambos casos se realizó

una puesta en común, a los estudiantes de Química General se les solicitó además un informe donde se haga hincapié en aspectos relacionados a la preparación de soluciones, solubilidad de las sales y los cálculos realizados, además de aspectos generales del monitoreo de los módulos.

En el caso de los estudiantes de Química Analítica sólo se realizó una puesta en común entre todos participantes de la actividad, a modo debate, donde se expusieron diferentes opiniones, dudas y problemas que surgieron durante la experiencia. Además, investigaron y expusieron las causas de los problemas que se les presentaron en el seguimiento del cultivo; propusieron alternativas de soluciones, ventajas e inconvenientes de cada una, siempre vinculado a la Química en este cultivo intensivo.

Resultados y discusión

Química General

En cuanto a los estudiantes de Química General, se destaca el intercambio hecho en referencia a la solubilidad de las distintas soluciones preparadas con diferentes tipos de aguas. En la puesta en común, (Figura 1) cada grupo comentó su experiencia y las conclusiones a las que llegaron luego de preparar la solución de micronutrientes con el tipo de agua que se les asignó.

Respecto a la solubilidad, el grupo de estudiantes que trabajó con el agua de Oro Verde comentó que las sales precipitaron., por lo cual debieron calentar la solución para obtener una mayor solubilidad (ya que la solubilidad varía con la temperatura), y así lograron disminuir el precipitado. Al enfriarse la solución pudieron corroborar cómo el volumen de la misma se encontraba debajo del aforo (figura 2), de esta manera pudieron comprobar que el proceso de enrase debe realizarse a temperatura ambiente. Los demás grupos no tuvieron inconvenientes ya que la disolución fue preparada sin problemas en su solubilidad.

Desde el punto de vista del desarrollo del práctico, se pudo discutir con los estudiantes acerca de la relevancia de estas variables

como indicadores del estado de la solución nutritiva en términos de acidez/alcalinidad y concentración global de nutrientes. Asimismo, se resaltaron y visualizaron las usadas cotidianamente por los Ingenieros Agrónomos que trabajan con este tipo de producciones intensivas.

En los informes de los estudiantes se ven reflejados como aspectos positivos que logran aplicar los conceptos relacionados principalmente con los temas "Soluciones y Equilibrio I y II" en una actividad de incumbencia profesional, tal como lo muestra la tabla 3. Por otra parte, valoran haber abordado aspectos relacionados a la nutrición, absorción y desbalance de nutrientes, poder observar los efectos que esto ocasiona; y la utilización de equipos de medición de pH y conductividad.

En tanto entre los aspectos negativos señalados se citan esfuerzos dispares, falta de compañerismo y falta de coordinación entre grupos para realizar el monitoreo de los módulos productivos. A pesar ello, mencionan que les agradó la actividad, destacando que les resultó interesante y didáctica para entender algunos temas vistos en la materia.

Química Analítica

En la evaluación de esta actividad práctica, cada grupo realizó una exposición donde comentaron los problemas que se enfrentaron, así como también un registro fotográfico de todo crecimiento del cultivo (figura 3).

Los estudiantes que trabajaron utilizando agua de pozo (Oro Verde) explicaron que al tener el agua una alta concentración de sólidos totales disueltos (350 ppm), el margen que quedaba para agregar nutrientes a través de la solución nutritiva era escaso. Tan sólo con un pequeño volumen de la misma lograban llegar al límite superior tolerado por las plantas (500 ppm). A pesar de haber realizado un seguimiento de manera constante, dicho grupo pudo observar los síntomas de deficiencias de nutrientes en las plantas y un escaso crecimiento. Esto los llevó a concluir que esta agua no es apta para



Figura 1. Exposición grupal de un grupo de trabajo

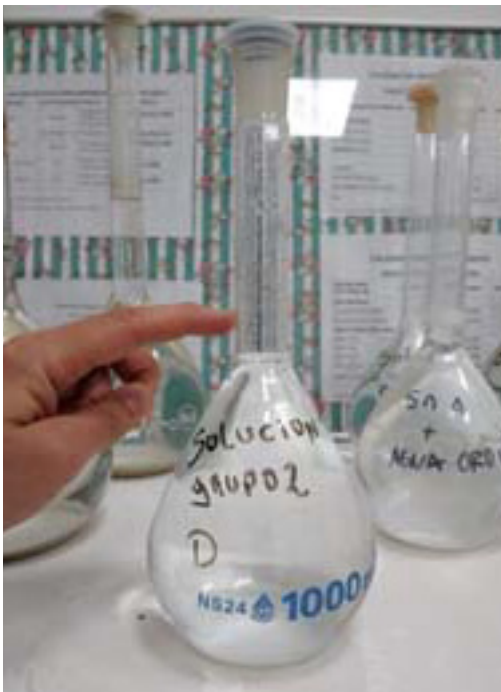


Figura 2. Solución preparada y enrasada en caliente. Se corrobora la variación de volumen al enfriarse la solución.

la producción de cultivo hidropónico, o que necesitaba alguna corrección previa (Figura 4). Por otra parte, el grupo de estudiantes que realizó sus prácticas con agua destilada expuso los problemas que debieron afrontar al trabajar con la misma. Debido a los cambios de temperatura, el pH de la solución fluctuaba y llegaba por momentos a valores de 3 unidades pese a las correcciones realizadas, lo cual afectó el cultivo. Después de analizar lo ocurrido junto a los docentes, y acompañado de búsquedas bibliográficas, concluyeron que estas variaciones de pH tenían que ver con la ausencia de iones que generan efecto buffer o amortiguador en la solución (los cuales se encuentran naturalmente en aguas superficiales o subterráneas); por lo cual para evitarlas agregaron bicarbonato a la solución y de esta manera lograron estabilizar dicho parámetro y obtener buenos resultados de producción.

Los demás grupos expusieron que no tuvieron demasiados inconvenientes en la producción ya que el cultivo creció y se desarrolló de acuerdo a lo esperado, sin presentar mayores inconvenientes en el manejo (Figura 5).



Figura 3. Módulos hidropónicos con los diferentes tratamientos

Tabla 3. . Información relevada a partir de los informes presentados por los informes presentados por estudiantes de Química General.

Análisis de Informes presentados en Química General	Estudiantes		Grupos	
Total integrantes	46	100%	9	100%
Conceptos aplicados:				
Soluciones (expresiones y cálculos de concentración, solubilidad, mezcla de soluciones)	25	54%	4	44%
Propiedades coligativas - Presión Osmótica	14	30%	2	22%
Equilibrio químico y soluciones reguladoras, pH, etc.	30	65%	5	56%
Composición centesimal	14	30%	2	22%
fue una linda / entretenida / didáctica experiencia	20	43%	4	44%
El poder conocer de cerca las técnicas que se llevan a cabo en la Hidroponía	8	17%	2	22%
El haber podido aplicar los temas (teóricos y prácticos) del cursado, a una posible futura tarea profesional	33	72%	7	78%
La actividad ayudó a comprender los temas vistos en clase.	11	24%	3	33%
Interactuar con instrumental y equipamiento específico	14	30%	2	22%
Desorganización entre los grupos que tenían a cargo un mismo módulo. Esfuerzos dispares. Falta de compañerismo	34	74%	6	67%
El haber tenido que concurrir al establecimiento todos los días, para poder controlar las soluciones nutritivas	12	26%	3	33%



Figura 4. *Lactuca Sativa* en módulos hidropónicos utilizando agua de Oro Verde.



Figura 5. *Lactuca sativa* en módulos hidropónicos utilizando mezcla de 50% agua de pozo y 50% agua destilada.

Una problemática común en los grupos fue que los días de elevadas temperaturas el volumen de las soluciones otorgadas a las plantas disminuía rápidamente, lo que ocasionaba el aumento de la concentración de los nutrientes. Por este motivo, decidieron concurrir en los horarios picos de calor a agregar más agua para diluirlas. Debido a esta problemática se les explicó a los estudiantes que esto ocurría por la evaporación del agua y la transpiración de las plantas

(evapotranspiración) y que esto era un punto clave a manejar en la producción hidropónica. Si bien el cultivo no alcanzó un gran desarrollo, considerando que el ciclo de los cultivos es de entre 65 y 90 días, el crecimiento obtenido durante el mes de trabajo fue observado con claridad en los módulos de mejor calidad de agua y pudieron verse las deficiencias nutricionales ocasionadas por la calidad del agua de pozo utilizada en la experiencia. La puesta en común fue muy productiva en

términos de enseñanza ya que se reforzaron los conceptos de dilución/concentración, conductividad eléctrica, calidad de agua, pH, soluciones amortiguadoras y los factores externos que afectan las soluciones acuosas, además de afianzar las técnicas de análisis de agua en el laboratorio.

Asimismo, los estudiantes comprobaron que la calidad de agua afecta a este tipo de producción, además de observar por ellos mismos los síntomas de deficiencias de algunos nutrientes en las plantas de lechuga y los efectos del pH y la conductividad eléctrica en la producción vegetal.

El desarrollo de esta actividad grupal mostró cómo los estudiantes se motivan con el saber cuándo éste se relaciona con actividades del ámbito de su profesión, generando un ambiente propicio para el aprendizaje significativo donde predomina el aprender haciendo.

Los grupos de estudiantes lograron un buen desempeño en el trabajo en equipo dentro de los grupos, mostrando coordinación y compañerismo. No ocurriendo lo mismo en la dinámica entre grupos que monitoreaban un mismo módulo.

Otro aspecto que destacaron los estudiantes es que pudieron comprobar los efectos que las condiciones no ideales de las variables pH y Cw producen en los cultivos. Además, se mostraron interesados e hicieron diversas preguntas relacionadas con el manejo de los cultivos, mercadeo, impacto ambiental, etc. Manifestaron también en esa instancia su entusiasmo por el desarrollo de este tipo de actividades en ésta y otras materias.

Conclusiones

La experiencia requirió de un gran compromiso docente, no sólo en lo que respecta a la preparación de los materiales y acompañamiento de los grupos de estudiantes, sino que además fue necesaria una coordinación entre las cátedras y dentro de las mismas, para asegurar que la actividad se realice de la mejor manera posible. Esto se vio reflejado en los informes de Química General y las exposiciones de Química Analítica.

En este tipo de aprendizaje se puso de manifiesto como papel determinante la observación, la creatividad, la discusión racional, el debate, las relaciones entre teoría y práctica, entre otros. Dicho en palabras de Gamboa Mora & García Sandoval (2012) "se generó un ambiente propicio para que se fortalezcan las capacidades investigativas a través de la investigación misma, del aprender-haciendo, mediante el trabajo colectivo para la búsqueda de alternativas, donde primó la colaboración y la armonía de trabajo en equipo, como la tolerancia y el respeto a la diferencia".

En palabras de los estudiantes, algunas opiniones fueron: *"Me encantó, logré ver la utilidad de la materia en la carrera"*; *"Esta bueno poder aplicar las cosas que damos en teoría, así parece hasta más fácil"*; *"Debería ser más extenso el trabajo práctico, así podemos llegar a lechugas más grandes"*; *"los conceptos así, se entienden mejor"*. *"Entendí muchas cosas aplicadas, y requirió que estemos atentos a todo, por suerte con el grupo nos organizamos bien,"* *"Trabajar con sistemas vivos requiere de tiempo, compromiso y conocimientos teóricos para luego llevarlos a la práctica."*

En términos generales el trabajo rompió con modelos que venían acostumbrados de prácticas tradicionales y les exigió a los estudiantes ser más reflexivos y autónomos. Fue de suma importancia el seguimiento grupal para que éstos logren resolver las problemáticas de su módulo mediante la comprensión de conceptos químicos.

En este sentido, es interesante el poder mostrar una aplicación directa de conceptos tratados en la materia a una actividad productiva íntimamente relacionada con la carrera, actividades a la cual los estudiantes de primer año no tienen prácticamente acceso.

Por lo expresado anteriormente se puede concluir que las prácticas de aprendizaje ligadas a realidad cotidiana despertaron mayor interés de los estudiantes y la colaboración favoreció una mejor comprensión e intervención efectiva. Al mismo tiempo que pudieron valorar la parte

conceptual al comprobar su aplicabilidad. En palabras de los estudiantes *"Para poder resolver los inconvenientes con el cultivo tuvimos que recurrir a conceptos teóricos que vimos en clase."*

Este tipo de trabajo requiere de una retroalimentación continua, diagnosticar los problemas y darles solución. Además, deben considerarse las capacidades, las destrezas, y las actitudes necesarias para llevar a cabo la actividad. Su riqueza radica en desarrollar competencias básicas poco practicadas hasta el momento, ya que, al tratarse de un trabajo grupal al inicio de la carrera, la interacción es continua y se ponen en prácticas otras actitudes como tolerancia, flexibilidad, responsabilidad, y compromiso.

De realizarse esta actividad nuevamente, sería recomendable trabajar con grupos más pequeños y generar estrategias que permitan favorecer la coordinación entre grupos de trabajo.

Agradecimientos

Agradecemos a la Cátedra de Fisiología Vegetal que prestó su invernadero para la realización del Trabajo Práctico.

Referencias bibliográficas

APHA-AWWA-WPCF (1992) "Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales". Ediciones Díaz de Santos, S. A. 17 Edición, Madrid (España) 1830p.

ABCRURAL PARAGUAY (20 de octubre de 2015). Producción hidropónica de hortalizas. [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=m2QwFCOLiQk>.

GAMBOA MORA, M. C. & GARCÍA SANDOVAL, Y. (2012). Aprender haciendo en Investigación como estrategia de aprendizaje. Revista De Investigaciones UNAD, 11(2),: 77-93.

GONZALEZ MAURA, V. & GONZALEZ TIRADOS, R. M. G. (2008). "Competencias genéricas y formación profesional: un análisis desde la docencia universitaria". Revista iberoamericana de educación, 47: 185-209.

HERNÁNDEZ ARTEAGA, I. (2009). "El docente investigador en la formación de profesionales". Revista Virtual Universidad Católica del Norte, Fundación Universitaria Católica del Norte. Medellín, Colombia. 27:1-21.

HOAGLAND, D.R. & ARNON, D. I. (1938). "The water-culture method for growing plants without soil". (Circular N° 347). College of Agriculture, Agricultural Experiment Station. University of California, Berkeley, California. 39p.

INTA SANTA CRUZ (4 de julio de 2017). INTA Santa Cruz Cultivos Hidropónicos. [Archivo de video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?time_continue=213&v=M7VEYLui7g.

MARULANDA, C. e IZQUIERDO, J. (2003). "La huerta popular hidropónica". Manual técnico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 3ª. Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile. 131p.

NENA LÓPEZ. (4 de febrero de 2013). Nutrición Vegetal 2. [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=MSq9ZS8Jl0A>.

NUEVE LITORAL (25 de noviembre de 2016). Emprendedores – Hidroponia. [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=x5RMkonsvuQ>.

ORMAECHEA, M. V.; SPIZZO S.R.; SANCHEZ, C.I. (2018). Estrategias de Enseñanza de Química General en Agronomía: Otra manera de enseñar a los estudiantes de hoy. Editorial Académica Española, Madrid. 52 p.

PERSONAL GARDEN SHOPPER. (10 de octubre de 2016). Cómo identificar la carencia de nutrientes en las plantas. [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=q3iSDh5nTJs>.

RICOY LORENZO, M.C; SEVILLANO GARCIA, M.L.; FELIZ MURIAS; T. (2011) "Competencias necesarias para la utilización de las principales herramientas de Internet en la educación". *Revista de Educación. España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.* 356 (4): 483-507.

VALIENTE BARDERAS, A.& ; GALDEANO BIENZOBAS C. (2009). La enseñanza por competencias. *Educación Química.* 20(3):369-372.

ZARATE AQUINO, M. A. (2014). "Manual de Hidroponia". *Ed. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México.* Coyoacan, México. 42p. Disponible a marzo 2020 en Link.

Original recibido (17/08/21)
Original aceptado (27/10/21)