

## **El estado de actual del aprendizaje de la Química Agrícola en la formación del ingeniero agrónomo en la Universidad de Holguín**

*The current state of learning of Agricultural Chemistry in the formation of an agronomist at the University of Holguin*

*Dr.C Nelson Núñez–Coba; Dr.C Reymundo Escobar–Lorenzo*

*nelson.nc@fca.uho.edu.cu o nelson332@gmail.com,  
reylor@fca.uho.edu.cu*

*Universidad de Holguín, Cuba.*

Recibido: 21 de octubre de 2016

Aprobado: 18 de enero de 2017

---

### **Resumen**

La formación integral del ingeniero en Agronomía se logra de forma cabal cuando en su estructura cognitiva y procedimental estén presentes los conocimientos químicos. La química es un pilar en el desarrollo de la agricultura mundial y, por ende, los profesionales del ramo deben valorar significativamente el papel de esta ciencia en la consecución de los objetivos relacionados con la sostenibilidad alimentaria. Por tal razón, en la Universidad de Holguín se presta especial atención a la enseñanza de la Química que necesita el ingeniero agrónomo, cuestión que se plasma en el presente artículo mediante el análisis teórico, metodológico y práctico de los resultados alcanzados en la enseñanza de la asignatura Química Inorgánica y Analítica. Los datos alcanzados reflejan el estado del aprendizaje en el segundo semestre del curso 2015-2016, mediante la aplicación de los métodos correspondientes a las distintas formas organizativas de la docencia en la educación superior.

**Palabras clave:** enseñanza de la química, Química Agrícola

### **Abstract**

The comprehensive training of an engineer in agronomy achieved so thorough when in their cognitive and procedural knowledge structure chemicals are present. Chemistry is a pillar in the development of world agriculture, and therefore industry professionals should significantly assess the role of this science in achieving objectives related to food sustainability. For this reason, at the University of Holguin special attention to the teaching of chemistry you need agronomist, an issue that is reflected in this article through the theoretical, methodological and practical analysis of the results achieved in teaching lends Inorganic and Analytical chemistry, a crucial subject for this professional. The data achieved reflect the state of learning in the second semester of 2015-2016, by applying the methods for the different organizational forms of teaching in higher education.

**Keywords:** teaching chemistry, Agricultural Chemistry

## Introducción

La formación de ingenieros en Agronomía en la Universidad de Holguín no tiene una larga data. Su inicio tuvo lugar en el curso 2004-2005 en la modalidad de curso por encuentro. Desde entonces, ha sido ardua la labor de profesores y cuadros para crear las condiciones necesarias con vistas a garantizar la formación integral de los estudiantes de esta carrera universitaria. Hoy día existen las condiciones mínimas necesarias para dotar de los conocimientos, las habilidades y los valores ineludibles a todos los estudiantes. Tanto en el orden material como del capital humano, es notable el sólido cimiento que se requiere para cumplir con el encargo estatal en la provincia de Holguín, en correspondencia con las necesidades territoriales. No obstante, el futuro exige nuevos objetivos y nuevos retos.

El aprendizaje es una de las variables más importantes en la formación de cualquier profesional. Una vez que se logra, es posible predecir un buen desempeño en el mundo laboral o social, en sentido general. De todos los aprendizajes que se requieren en un ingeniero en Agronomía, los de química son esenciales. Esto se explica por el hecho de que la agricultura a nivel mundial está abocada desde hace décadas a una producción intensiva de alimentos, pero desde la perspectiva del desarrollo sostenible. Así que no es posible lograr este propósito sin que los profesionales dominen cabalmente el abc del conocimiento químico que determinan la calidad y la cantidad de los productos agrícolas, además de la búsqueda de nuevas técnicas que permitan incrementar las producciones con menor cantidad de recursos, ya sean los naturales o artificiales y el aprovechamiento de todos los espacios disponibles para este fin.

El proceso formativo del Ingeniero agrónomo requiere que, a lo largo de este, las diferentes asignaturas propicien un mayor trabajo encaminado al desarrollo de la formación laboral en los estudiantes, aspecto que, a su vez, permitirá incrementar el nivel de motivación que los mismos poseen hacia la carrera, sintiendo la necesidad de prepararse mejor cada día para una correcta prestación de servicios a partir de las necesidades e intereses sociales [1].

La Química Agrícola es una disciplina universitaria en muchos países y se desarrolla con fuerza en la Unión Europea. Esta disciplina no es posible encerrarla en límites bien definidos, pues su vínculo con otras disciplinas hace difícil su delimitación académica.

En el caso particular de la carrera en Ingeniería en Agronomía en la Universidad de Holguín, la Química es la disciplina que contempla las asignaturas Química General, Química Inorgánica y Analítica, Química Orgánica y Bioquímica, como bases para el

desarrollo de las habilidades necesarias en el desempeño de las disciplinas posteriores que conforman el hilo central de la carrera.

La disciplina Química aporta conocimientos que permiten comprender al ingeniero, temas como la fisiología vegetal, el suelo, la nutrición de las plantas, la nutrición de los animales, el uso de plaguicidas y el racionamiento adecuado del agua mediante los diferentes métodos de riego que puedan ser empleados en determinadas condiciones, la evaluación y protección del medio ambiente.

La Química General se encarga del estudio de la estructura, propiedades y aplicaciones de un gran número de sustancias y compuestos muy importantes desde el punto de vista químico y biológico, además de influir en el desarrollo de las principales habilidades que requiere el estudiante en su desempeño profesional, y las demás asignaturas que recibe durante su preparación, incluyendo el trabajo en los laboratorios.

La Química Inorgánica y Analítica es una asignatura crucial para el ingeniero en Agronomía, pues tiene como objetivo determinar las carencias o excesos de nutrientes de las producciones agrícolas, mediante el uso de los métodos de la química analítica, con el fin de introducir correcciones que permitan un desarrollo óptimo de las mismas sin afectar el medio ambiente. En ella se realiza un estudio preliminar de los 20 principales elementos inorgánicos que revisten gran importancia dentro de la agricultura, ya sea en las plantaciones o en el desarrollo de la masa animal.

Por su parte, la Química Orgánica realiza el análisis de aquellos compuestos orgánicos y los procesos biológicos en los cuales las plantas y animales tienen su desarrollo vital para el crecimiento y producción de alimentos.

Las cuatro asignaturas deben contribuir a resolver el siguiente problema profesional: La generación de productos agrícolas de origen animal y vegetal de forma estable, con eficiencia y calidad, con la finalidad de satisfacer las necesidades de la sociedad. Por otra parte, el ingeniero agrónomo tiene entre sus funciones principales:

- ✓ Realizar observaciones, pruebas e investigaciones en los sistemas de producción agrícola, mediante métodos y técnicas adecuadas.
- ✓ Manejar el suelo como recurso natural no renovable, conservando y mejorando su capacidad agroproductiva.
- ✓ Manejar los recursos hídricos de forma tal que permitan satisfacer las necesidades de plantas y animales, evitando los excesos y déficit, y velando por la calidad del agua.

- ✓ Elevar la efectividad en la utilización de los recursos, teniendo en cuenta el impacto social, económico y ecológico en las soluciones de los problemas profesionales.

Los planes de estudio vigentes, establecen el trabajo con las dos primeras asignaturas en el primer año de la carrera, o sea, Química General y Química Inorgánica y Analítica, mientras que en el segundo año se abordan la Química Orgánica y la Bioquímica. En el presente artículo, los autores pretenden explicar los resultados del aprendizaje de los estudiantes del primer año de la carrera de Ingeniería en Agronomía, relativo a los conocimientos en una parte de la disciplina Química, o sea, la Química Inorgánica y Analítica.

### *Fundamentación teórica*

La Química Agrícola tiene una historia de casi doscientos años en la civilización moderna, y poco a poco se ha constituido sobre un cuerpo conceptual y experimental, que resulta imprescindible en el actual y futuro modelo de producción agrícola mundial. Así lo atestiguan las palabras de dos encumbrados investigadores de esta rama química, Navarro Blaya y Navarro García:

Al estudiar los diversos factores que han desempeñado papeles importantes en el desarrollo de la Agricultura, se saca como conclusión que la Química ha ocupado, y sigue ocupando en la actualidad, un lugar preeminente. Particularmente en los últimos 150 años, su aplicación en este desarrollo ha sido tan grande que de ella ha surgido una rama de especial importancia, la llamada Química Agrícola. [2]

No se puede desarrollar la agricultura sin espíritu científico. La ciencia es un pilar para alcanzar notables índices de producción agrícola.

¿Cómo explicarle al estudiante que los conocimientos sobre la Química Agrícola pueden aportarle una ayuda eficaz a la agricultura?

Una Agricultura perfecta es la verdadera base del comercio y de la industria. Es la base de la riqueza de los estados, pero el sistema racional de la agricultura no puede formarse sin la aplicación de principios científicos, ya que dicho sistema debe basarse en un exacto conocimiento de las necesidades nutritivas de los vegetales y de la influencia del suelo y acción que éste ejerce sobre el estiércol. Estos conocimientos deben basarse en la Química, que enseña la manera de investigar la composición y el carácter de las distintas sustancias que sirven de alimento a las plantas. [2]

La experiencia de los autores permite aseverar que el estudiante de Agronomía no utiliza todas las potencialidades individuales, colectivas y de infraestructura para hacer

de los conocimientos su rasgo distintivo como profesional en formación. La asimilación del contenido de enseñanza es uno de los aspectos más controversiales en la actualidad en esta carrera. El clima social vigente, la abrumadora penetración de las tecnologías de la información y las comunicaciones en todos los ámbitos de la sociedad cubana, unido al pobre enaltecimiento que se le da a la profesión a nivel social, hace que para un colectivo de profesores universitarios sea muy difícil fijar conocimientos químicos en los estudiantes de esta carrera universitaria.

Sin embargo, hay resultados que merecen explicarse y socializarse con ayuda de la ciencia.

En el aprendizaje humano se integran tres aspectos esenciales, que constituyen sus componentes sistémicos [3].

- ✓ Los *contenidos o resultados* del aprendizaje (¿qué se aprende?)
- ✓ Los *procesos o mecanismos* del aprendizaje (¿cómo se aprenden esos contenidos?)
- ✓ Las *condiciones* del aprendizaje (¿en qué condiciones se desencadenan los procesos necesarios para aprender los contenidos esperados?)

Entre estos tres componentes existe una relación directa e indisoluble, pero con suma frecuencia los profesores tienden a sobredimensionar el primero, o sea, qué aprendió concretamente el estudiante, menospreciando así los mecanismos y las condiciones para lograrlo. En las condiciones histórico-sociales que predominan en la sociedad cubana actual, es de notar que tanto el cómo se aprende y bajo qué condiciones se aprende ha cambiado significativamente, tal vez radicalmente y para siempre. La irrupción intempestiva de las tecnologías de la información y las comunicaciones les ha facilitado a los estudiantes y profesores, novedosas vías para apropiarse del conocimiento, aunque la calidad de este puede ser cuestionada.

Hoy predomina la lectura del contenido digital, el cual puede encontrarse en enormes cantidades en internet y en muchos medios digitales que, si bien no se accede fácilmente por todos, sí todos recomiendan esa vía como la más importante y efectiva a la hora de saber algo o preparar una monografía, un trabajo extraclase, una tesis, etc. Esta evolución en el mundo del conocimiento es irreversible y su ulterior desarrollo es insospechado aún, si se tiene en cuenta el vertiginoso avance científico-tecnológico que se experimenta cada día.

Como objeto de aprendizaje se encuentra toda la actividad cognoscitiva, práctica y valorativa del ser humano. Se aboga por un aprendizaje que promueva el *desarrollo*

*integral del sujeto*, que posibilite su participación responsable y creadora en la vida social, y su crecimiento permanente como persona comprometida con su propio bienestar y el de los demás.

Todo aprendizaje constituye un reflejo de la realidad por parte del estudiante, y como tal se produce en la *actividad* que desarrolla cada persona en su contacto con el mundo material y con los demás seres humanos. El aprendizaje tiene un carácter autorregulado, pero en la realidad se demuestra que los estudiantes no se autorregulan eficazmente para aprender, sino que se desentiende de este deber. Aprender es siempre una construcción individual, mas las evidencias apuntan a que el estudiante no se exige a sí mismo, sino que espera soluciones mágicas por parte del colectivo. Casi nunca ve su responsabilidad individual para crecerse profesionalmente.

Para que sea duradero, el aprendizaje ha de ser significativo. Y cuánto cuesta encontrar evidencias de que el estudiante ha aprendido cosas significativas y no fugaces como suele predominar. El cuestionamiento parte de que el estudiante no establece relaciones sólidas entre aprendizajes, relaciones entre los nuevos contenidos y el mundo afectivo y motivacional, relaciones entre los conceptos ya adquiridos y los nuevos conceptos que se forman, relaciones entre el conocimiento y la vida, entre la teoría y la práctica. En este sentido, caben grandes preocupaciones.

El análisis de las condiciones en que se produce el aprendizaje en los estudiantes de Ingeniería en Agronomía, resulta darle significado a cuándo se realiza, dónde, con quién, con qué recursos y exigencias. La práctica docente universitaria no olvida que el aprendizaje es un proceso mediado, debido a que adecua oportunamente la actividad docente de acuerdo con los objetivos y contenidos a aprender, y a las condiciones existentes.

Las condiciones para el aprendizaje contemplan también el carácter cooperativo de esta actividad especial. Y en ese sentido es evidente el papel que desempeñan las TICs para asociar personas en aras de un objetivo común, por ejemplo, prepararse para una clase práctica o una práctica de laboratorio.

En línea con lo anterior, los profesores tienen en cuenta que, para los estudiantes, los procesos de aprendizaje son parte integrante de su vida cotidiana, que transcurre en sus distintos contextos de actuación. El estudiante es, sin dudas, el centro de múltiples influencias y condicionamientos, y su aprendizaje será también el reflejo de sus correspondientes vínculos con el medio social al cual pertenece y en el cual despliega su

actividad vital, según valora [3]. Entonces, el aprendizaje es —según las condiciones en que se produce— un proceso mediado, cooperativo y contextualizado.

El alumno es evaluado para conocer si avanza en el logro de los objetivos propuestos en el programa de la asignatura. Además del conocimiento del programa, es imprescindible evaluar el nivel educativo del alumno, es decir, su sentido de responsabilidad, organización, el espíritu de colaboración en trabajos de equipos, el nivel de desarrollo de su personalidad.

En el primer año de la carrera, donde se enmarca el trabajo propuesto, el objetivo formativo del año consiste en relacionar los procesos químicos, biológicos y sociales que ocurren en los agroecosistemas, reconociendo las especies y variedades de plantas y animales presentes, con preceptos de conservación y protección, utilizando modelos matemáticos con el auxilio de la computación como herramienta y con el apoyo de la bibliografía necesaria y disponible, realizando y defendiendo un trabajo científico investigativo.

Al realizar cualquier trabajo en el orden didáctico y metodológico, encaminado a lograr un mayor aprendizaje de forma sólida y práctica en los estudiantes, debe tenerse en cuenta algunos referentes teóricos, entre los que se encuentran:

- ✓ La teoría de la actividad y la comunicación desde la relación sujeto-objeto y sujeto- sujeto desde el punto de vista filosófico.
- ✓ La teoría histórico-cultural de Vygotsky y sus seguidores desde el punto de vista psicológico.
- ✓ El enfoque humanista de la pedagogía cubana desde el punto de vista pedagógico.
- ✓ Las concepciones teóricas generales de la formación laboral [4].

## **Materiales y métodos**

La realización de la investigación exigió la utilización de diversos métodos, tanto pedagógicos como los propios de un proceso investigativo. Cabe destacar el inductivo-deductivo, el análisis-síntesis, el estadístico-matemático, el experimental.

Entre los materiales utilizados se destacan los correspondientes a cada práctica de laboratorio, así como los recursos informáticos para trabajar con las tareas digitalizadas.

Los conocimientos sobre Química Agrícola, se agruparon en: Química del suelo, Química de las plantas y animales, la contaminación del suelo, el agua y el aire, la identificación y cuantificación correcta de micronutrientes y macronutrientes.

Al realizar una revisión de los programas de las asignaturas objeto de análisis en este trabajo, se puede constatar que la Química General posee los siguientes objetivos instructivos:

1. Fundamentar las propiedades de las sustancias a partir de su estructura.
2. Caracterizar los sistemas químicos desde el punto de vista estequiométrico, termodinámico y cinético.
3. Resolver problemas químicos empleando los conceptos y leyes estequiométricas, termodinámicas, cinéticas y el estado de equilibrio.
4. Interpretar los procesos de oxidación-reducción a un nivel productivo utilizando el concepto de potencial de electrodo normal y ajustado para su aplicación a la predicción de reacciones de oxidación-reducción, los procesos de electrólisis que permitan fundamentar los métodos electroquímicos de análisis.
5. Desarrollar investigaciones estudiantiles sustentadas en los principios de la metodología de investigación, mediante su relación con la información científica y técnicas de laboratorio sencillas.

Por su parte, al analizar los objetivos instructivos de la asignatura Química Inorgánica y Analítica, se revela el aprendizaje fundamental que debe adquirir el estudiante. Ellos son:

1. Describir las características de los elementos químicos de interés agronómico.
2. Describir los métodos de análisis cualitativo y cuantitativo para los elementos de interés agropecuario.
3. Separar componentes de una muestra de interés agropecuario.
4. Desarrollar habilidades experimentales, tales como filtrar, lavar, secar, calcinar, medir volúmenes y masas en la balanza analítica y técnica.
5. Calcular mediante el uso de métodos estequiométricos los resultados de una determinación cuantitativa.
6. Interpretar datos representados gráficamente.
7. Enmascarar especies químicas.

Resulta evidente que estas poseen como objetivos comunes el estudio de las sustancias, con énfasis en aquellas que poseen importancia agropecuaria, además del desarrollo por los estudiantes de actividades investigativas que requieran del uso y actualización de información científica y técnicas de laboratorio, a partir de la actualización sistemática de la ciencia y de los recursos disponibles que se encuentren al alcance de los estudiantes, sin dejar a un lado la indisoluble relación que poseen estas ciencias con

otras materias de la carrera, que recibirán como parte de su preparación como futuro profesional de las Ciencias Agropecuarias.

En los objetivos anteriores, la formación del estudiante está dirigida al logro eficiente de la integración entre los conocimientos recibidos en las diferentes disciplinas que conforman el plan de estudio, con sus aplicaciones prácticas. Por tales razones, no puede verse a la formación preprofesional como un proceso que se da en el desarrollo de las actividades durante las clases o las prácticas laborales, sino que este también comprende toda actividad que permita la formación en los estudiantes de conocimientos sólidos, que contribuyan a su formación cabal como ingeniero, para garantizar una producción de alto rendimiento y sostenibilidad ambiental y económica.

### Resultados y discusión

Veamos a continuación los resultados de la primera variable: *resultados del aprendizaje* (¿qué se aprende?). Como base se toma la asignatura Química Inorgánica y Analítica, la cual se imparte en 50 horas/clase.

El esquema de evaluación en la asignatura contempla las evaluaciones sistemáticas (preguntas escritas, clases prácticas, prácticas de laboratorio), las evaluaciones parciales (dos trabajos de control) y las evaluaciones finales, en el caso de la Química Inorgánica y Analítica no posee evaluación final ordinaria.

La muestra de estudiantes objeto de estudio es de 28.

Entonces, ¿qué debe aprender el estudiante de ingeniería en Agronomía en cuanto a la Química?

Los resultados académicos pueden representarse en la siguiente tabla:

**TABLA 1. RESULTADOS ACADÉMICOS. EVALUACIÓN SOBRE LA BASE DE 5 PUNTOS**

	Estudiantes evaluados con 2 puntos	Estudiantes evaluados con 3 puntos	Estudiantes evaluados con 4 puntos	Estudiantes evaluados con 5 puntos
Clases prácticas (7)	14	9	3	2
Prácticas de laboratorio (5)	7	18	3	0
1er. Trabajo de control	19	6	3	0
2do. Trabajo de control	10	11	6	0
Nota final	3	16	8	0

**\*\*La sumatoria en el 2do. Trabajo de control y en la nota final no da 28 estudiantes porque hubo 1 que no se presentó a examen**

Al observar detenidamente la información, es posible percatarse de que la mayoría de los estudiantes no alcanza evaluaciones de bien y excelente. Los elementos del conocimiento más afectados son los siguientes:

- ✓ Realizar cálculos estequiométricos sobre la base de determinaciones cuantitativas.
- ✓ Desarrollar habilidades experimentales.
- ✓ Interpretar datos obtenidos en las prácticas de laboratorio.
- ✓ Nombrar y formular sustancias químicas, especialmente los compuestos complejos.
- ✓ Elaboración del informe de la práctica de laboratorio en cuestión.
- ✓ El desarrollo de habilidades experimentales en la determinación cuantitativa de los elementos de interés agropecuario.

Cuando se buscan las causas de dichas insuficiencias adquieren mayor relevancia las siguientes:

- ✓ Insuficiente dedicación al estudio en sentido general.
- ✓ Insuficiente base cognoscitiva en relación con la química recibida en el preuniversitario.
- ✓ Dificultades en los métodos de estudio empleados.

El contenido de aprendizaje menos asimilado lo constituye la identificación y cuantificación correcta de micronutrientes y macronutrientes en una muestra de suelo. Aún hay insuficiencias en la aplicación consecuente de la técnica operatoria y el correspondiente análisis de los resultados. Por su parte, resultó evidente un incremento en el dominio por parte de los estudiantes de las características y propiedades fundamentales de los elementos de interés agropecuario, así como su papel biológico en plantas y animales y la aplicación de algunos métodos que permitan identificar y corregir su déficit o exceso, una vez graduados como parte de las labores que debe realizar el Ingeniero en Agronomía.

No obstante, la observancia de los datos permite aseverar que los estudiantes experimentaron un discreto incremento en la calidad de los resultados en la medida que fueron avanzando las evaluaciones realizadas. Es de notar que en el segundo trabajo de control la cantidad de estudiantes con evaluación de mal, disminuyó considerablemente, respecto al primero; y, por ende, aumentó el número de estudiantes con evaluaciones de regular y bien.

## Conclusiones

*El papel de la Química en la formación de un ingeniero en Agronomía es trascendental, por cuanto esta ciencia ofrece conocimientos esenciales para desarrollar una agricultura moderna y sostenible, para satisfacer la creciente demanda de alimentos para la humanidad y los animales que sirven para la alimentación humana.*

*Con los resultados expuestos, es lógico mostrar la preocupación de que, con las dificultades presentadas, pudiera existir un déficit en el logro del problema profesional planteado a la carrera, o sea, la generación de productos agrícolas de origen animal y vegetal de forma estable, con eficiencia y calidad, con la finalidad de satisfacer las necesidades de la sociedad.*

*Frente al panorama cognoscitivo expuesto, cabe la invitación al colectivo docente a un perfeccionamiento profundo de las estrategias didácticas y educativas en aras de lograr una mayor consagración de los estudiantes al estudio de la Química y al amor por la profesión que han elegido.*

*Se fortalecieron los conocimientos relativos a los elementos químicos de interés agropecuario, tanto en su caracterización físico-química como en su determinación cualitativa y cuantitativa en las prácticas de laboratorio.*

## Referencias bibliográficas

1. ESCOBAR LORENZO, R.; PÉREZ VALLEJO, J. R. "La química general como contribución a la formación laboral del ingeniero agrónomo". Revista Cubana Química. 2015, **27** (1), 87-109
2. NAVARRO BLAYA, S.; NAVARRO GARCÍA, G. Química agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2da. Edición. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa Libros, 2003. ISBN: 848476155X, 9788484761556.
3. CASTELLANOS, D. *et al.* "Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador." Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona". Colección Proyectos. La Habana, 2001.
4. LEYVA, A.; MENDOZA, L. L. La formación laboral: una necesidad en la pedagogía cubana. La Habana, Cuba: Ponencia presentada en Pedagogía