

Las aplicaciones de las técnicas nucleares en la agronomía, como contribución a la formación integral del ingeniero agrónomo

Mónica Núñez Meireles, Asiel Hernández Martínez, Miguel Enrique Charbonet Martell

Universidad de Artemisa. Calle 8C e/ 7 y Campo M-22. Abraham Lincoln. Artemisa

email:asielhm@uart.edu.cu

asielhm@uart.edu.cu

Resumen

En la actualidad, la investigación nuclear aplicada a la agricultura y alimentación es una realidad, y está siendo impulsada por organismos como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación y el Organismo Internacional de Energía Atómica. En las investigaciones agrícolas, los isótopos estables y radioisótopos se utilizan en diferentes formas, entre las que figuran: determinaciones de las condiciones necesarias para optimizar la eficiencia de los fertilizantes y el agua; el desarrollo de variedades de cultivos agrícolas y hortícolas de alto rendimiento; la reducción de enfermedades contagiadas por los alimentos y estudios de erosión del suelo. Según el estudio realizado existe desconocimiento respecto a los fenómenos nucleares, mediante los cuales se aplican las técnicas nucleares en la agronomía. Por otra parte, existe un criterio positivo respecto a que se introduzcan estos temas en la docencia impartida a los ingenieros agrónomos, por lo que se propone implementar una asignatura optativa, en la que se expliquen las distintas esferas de actuación de las técnicas nucleares en la agricultura. De esta manera se puede lograr la vinculación de los ingenieros agrónomos con las técnicas nucleares, respetando a su vez, el modelo del profesional de este perfil. Asimismo, desarrollar prácticas de laboratorio en asignaturas propias del currículo que también hagan uso de estas técnicas y muestren la vinculación que puede existir entre estas y la agronomía.

Palabras clave: isótopos; educación; agricultura; ingenieros; alimentos; técnica del macho estéril; herramientas educativas

Applications of nuclear techniques in agronomy as a contribution to the integral formation of agronomical engineers

Abstract

Nowadays, nuclear research applied to agriculture and food is a reality, and is being supported by institutions like the International Atomic Energy Agency and the United Nations Food and Agriculture Organization. Stable and radioactive isotopes are used in different ways in agricultural research mainly in the determination of required conditions to optimize efficiency in the use of fertilizers and water, the development of high yield agricultural and horticultural varieties, reduction of diseases due to contaminated food, and soil erosion studies among others. Accordingly to the study carried out, there is not much knowledge about nuclear phenomena applied to agronomy. Nevertheless there is a positive criterion about the introduction of these topics in Agronomical Engineers education, by mean of implementing an optional subject, aimed at explaining different spheres of action of nuclear techniques in Agriculture. Consequently, it would be possible achieving the linkage of agronomical engineers with the nuclear techniques, though respecting at the same time the professional model of this career. Moreover, it is also proposed to include laboratory practices in the curriculum of this career, using nuclear techniques and showing their proper linkage with Agronomy.

Key words: isotopes; education; agriculture; engineers; food; sterile male technique; educational tools

Introducción

De acuerdo a las proyecciones actuales, la población mundial actual de 6 000 millones de personas alcanzaría unos 8 000 millones en el año 2020 y unos 9 400 millones en el año 2050. En ese entonces, la población del mundo en desarrollo será probablemente de 8 200 millones [1]. Aproximadamente el 50 % de las tierras potencialmente cultivables se hallan actualmente bajo cultivos anuales y permanentes. Además, una extensión de 2 000 millones de hectáreas está degradada y la degradación de las tierras avanza debido a una serie de procesos relacionados principalmente con el mal manejo de las tierras por el hombre [3].

En este contexto mundial, muchos países en vías de desarrollo enfrentarán grandes desafíos para lograr una seguridad alimentaria de una manera sostenible debido a una serie de razones, tales como: la superficie de tierra disponible por habitante, la seria escasez de los recursos de agua dulce, las condiciones socioeconómicas particulares del sector agrícola, así como sus estructuras internas y conflictos [3].

Aumentar la producción alimentaria de una manera sostenible requerirá un uso más adecuado de los recursos disponibles de tierra y agua, es decir: i) la intensificación agrícola en las mejores tierras cultivables, ii) la utilización adecuada de las tierras marginales y, iii) la prevención de la degradación de tierras y la rehabilitación de los suelos degradados.

Todos los países y regiones del mundo han experimentado cambios en su desarrollo, derivados del proceso de globalización. Estos cambios han estado acompañados por el incremento aparente de la variabilidad climática, el cambio de uso de la tierra, la deforestación y la degradación de los suelos [3].

La mayoría de los cultivos se conducen bajo condiciones de secano o temporal, donde el aprovisionamiento adecuado de agua es el factor principal que limita la producción agrícola en las zonas semiáridas y subhúmedas. En la actualidad solo un 20% de la superficie cultivable del mundo es irrigada, y produce de un 35 a un 40% de toda la producción agrícola [4].

En la actualidad, la investigación nuclear aplicada a la agricultura y alimentación es una realidad y esta realidad está siendo impulsada por organismos como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO “por sus siglas en inglés”) [5].

FAO es una abanderada de la seguridad alimentaria en el mundo, y se entiende por seguridad alimentaria: “una situación en la que todas las personas tienen en todo momento acceso a alimentos seguros y nutritivos para mantener una vida sana y activa” y que, por tanto, contempla la disponibilidad de alimentos, el acceso a los alimentos y la estabilidad, es decir, que esto se produzca, incluso en épocas de crisis (climáticas, económicas...). En un contexto de inseguridad alimentaria, en el que el número de hambrientos en el mundo es de unos 1 000 millones de personas, la FAO, justifica la aplicación de tecnología nuclear en la alimentación y la agricultura. Pero en este campo, FAO

no trabaja sola, lo hace acompañada de otro organismo: el OIEA.

Debido al desconocimiento existente sobre las técnicas nucleares, por parte de muchos profesionales que desarrollan su labor en la agronomía, se puede plantear el siguiente problema científico: ¿Cómo favorecer la formación integral del ingeniero agrónomo, en una universidad innovadora, con la vinculación de las técnicas nucleares aplicadas a la agronomía?

Este trabajo tiene como objetivo investigar cómo se aplican las técnicas nucleares en la agronomía y proponer una forma de vinculación de estas en la agronomía y la formación de ingenieros agrónomos.

Aplicaciones agrícolas de la radioactividad

En las investigaciones agrícolas, los isótopos estables y radioisótopos se utilizan en tantos campos y de tantas maneras que es difícil hacerse un cuadro adecuado de su enorme importancia [6].

Los principales problemas que los isótopos estables y radioisótopos ayudan actualmente a resolver en el campo de la agronomía son los siguientes:

- Determinar las condiciones necesarias para optimizar la eficiencia de los fertilizantes y el agua [7].
- Desarrollar variedades de cultivos agrícolas y hortícolas de alto rendimiento [8-16].
- Controlar plagas de insectos utilizando insectos esterilizados o alterados genéticamente con radiaciones [11-13].
- Reducir las pérdidas posteriores a la cosecha mediante la eliminación de los brotes y la contaminación en virtud de la irradiación de los alimentos [14].
- Reducir las enfermedades contagiadas por los alimentos [14].
- Estudiar los medios para reducir la contaminación originada por los plaguicidas y productos agroquímicos [6].
- Realizar estudios de erosión del suelo [15].

Las sondas neutrónicas que miden humedad constituyen instrumentos ideales que ayudan a los físicos y agrónomos nucleares -especializados en suelos- a lograr el máximo aprovechamiento de los recursos hídricos limitados [4].

A lo largo de la historia, la humanidad ha examinado todas las formas posibles de aumentar la cantidad y mejorar la calidad de los cultivos. La evolución natural es resultado de la mutación y la selección espontánea de los mutantes más aptos.

La tasa de aparición de cultivos mutantes puede multiplicarse en virtud del tratamiento con radiaciones, lo que acelera la evolución y la selección de los cultivos superiores [10].

En los últimos 50 años, diversos programas de fitotecnia (tecnologías de cultivo) por mutaciones han incluido la inducción de mutaciones con radiaciones o productos químicos con el fin de desarrollar cultivos mejorados.

Lucha contra insectos

Los insectos, al igual que el hombre, compiten por la obtención de alimentos y fibra y amenazan la salud de los animales y los seres humanos. En la lucha contra los insectos, se han creado problemas de contaminación ambiental al utilizar productos químicos. A pesar del empleo de los mismos, muchos de los insectos han desarrollado resistencia a los insecticidas, lo que a menudo se traduce en la utilización de cantidades mayores de productos.

Una forma de controlar poblaciones de insectos sin emplear productos químicos es la técnica de los insectos estériles (TIE) [12]. El objetivo es producir insectos en grandes plantas de cría, los cuales son esterilizados sexualmente con radiaciones gamma y liberados entre la población nativa. Cuando los insectos estériles se acoplan con insectos silvestres no se producen crías. Este enfoque no solo es benéfico desde el punto de vista medio ambiental, sino también a menudo constituye el único medio práctico para controlar las poblaciones de insectos.

Aunque algunas veces la población nativa del insecto combatido se reduce, primero con métodos de cultivo, biológicos o de productos químicos atractivos antes de soltar los insectos estériles, cuando son soltados, la proporción entre estos y los nativos es elevada, por tanto la probabilidad de acoplamiento de uno nativo con otro es baja, y esa proporción es suficiente para reducir la población del insecto en la zona.

Prolongación del tiempo de conservación de alimentos

Una de las prioridades en el mundo es contar con suficiente alimento, por lo que se realizan grandes esfuerzos para lograrlo. A pesar de constituir un proceso comercialmente nuevo, la irradiación de alimentos se ha estudiado más profundamente que ninguna otra tecnología de alimentos.

Las autoridades internacionales han aprobado todas las normas y reglamentación necesarias para la irradiación de determinados alimentos. Como ventajas tiene, que erradica organismos y microorganismos patógenos específicos que no generan esporas, como la salmonella, o pueden interferir los procesos fisiológicos, y hacer posible su utilización, por ejemplo, para inhibir los brotes de las papas o prolongar el período de conservación de la fruta fresca [14].

La irradiación de alimentos constituye una opción para:

- Eliminar muchos riesgos para la salud.
- Mejorar la calidad de los productos frescos.
- Lograr una producción y distribución de alimentos más económica.
- Reducir pérdidas durante el almacenamiento y transporte.
- Desinfectar productos almacenados [14].

Análisis del modelo de profesional del ingeniero agrónomo

El modelo del profesional del ingeniero agrónomo permite hacer una vinculación efectiva de las técnicas nucleares descritas anteriormente, y se ajustan casi perfectamente a las exigencias propias de la profesión, puesto que el problema fundamental de la profesión es “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”, y la gran mayoría de estas técnicas aplicadas en la agronomía tienen como objetivo hacer un uso más eficiente de los recursos y aumentar las capacidades productivas. Estas técnicas, incluso, barren un gran porcentaje de los campos de acción del ingeniero agrónomo, dentro del que figuran: la fitotecnia, la zootecnia, el manejo del suelo, el manejo del agua y el manejo de plagas. Además, con estas tecnologías se pudiera dar cumplimiento a las funciones del ingeniero agrónomo, en las cuales se pueden destacar: 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 y manejar los recursos hídricos de forma tal que permitan satisfacer las necesidades de plantas y animales, y así evitar los excesos y déficit y sin dejar de velar por la calidad del agua. (Ejemplo: con la utilización de la sonda de neutrones). Realizar observaciones, pruebas e investigaciones en los sistemas de producción agrícola, mediante métodos y técnicas adecuadas. Manejar los organismos nocivos y beneficiosos en los agro ecosistemas, de forma tal que se logre mantener el equilibrio en los mismos, preservar el medio ambiente y coadyuvar a que dicho sistema sea sostenible (Ejemplo: técnica del insecto estéril). Aplicar técnicas de manejo, conservación y beneficio de las cosechas y subproductos de las producciones vegetal y animal; agregando valor a los productos así obtenidos (Ejemplo: mediante el uso de la irradiación de alimentos, se mejora la conservación). Finalmente, el ingeniero agrónomo debe promover y ejecutar la introducción de las tecnologías de avanzada en la producción directa, con el propósito de obtener los beneficios de la aplicación de los resultados provenientes de las investigaciones científicas, función que se puede cumplir implementando los beneficios que se han obtenido, durante años de experimentación y experiencia, a partir de la aplicación de las técnicas nucleares en la agronomía [16].

Propuesta de vinculación

Con el objetivo de conocer la preparación que reciben los agrónomos y profesionales de perfiles relacionados durante su formación y cuál era su criterio respecto a la introducción de las técnicas nucleares en la carrera de agronomía, se les aplicó una encuesta a varios de ellos, pertenecientes al departamento de ingeniería de la Universidad de Artemisa, y se obtuvieron los siguientes resultados: de las ocho personas encuestadas, solo

dos tienen algún conocimiento sobre las radiaciones ionizantes; cinco conocen sobre aplicaciones de estas en la agronomía; solo una persona recibió durante su formación preparación relacionada con las técnicas nucleares y siete consideran que introducir las aplicaciones de estas técnicas en la formación de los ingenieros agrónomos, respetando el modelo del profesional, contribuiría a la formación integral de los mismos como parte de las perspectivas en la formación de profesionales de una universidad innovadora.

Atendiendo a los resultados anteriores donde se evidencia la falta de conocimientos sobre el tema y el interés de los profesionales sobre el mismo, y la gran viabilidad de las aplicaciones que presentan las técnicas nucleares que se utilizan en la agronomía, se propone en este trabajo, introducirlas en los planes de estudio de las carreras de agronomía y afines, mediante dos variantes potenciales. La primera sería con prácticas de laboratorio, en asignaturas propias del currículo, que hagan uso de técnicas nucleares y muestren la vinculación que puede existir entre estas temáticas. La segunda variante sería mediante el desarrollo de una asignatura optativa en la que se haga un desglose por las distintas esferas de actuación del ingeniero agrónomo, donde se puedan vincular con las técnicas nucleares, respetando de manera íntegra el modelo del profesional. Esta asignatura le proporcionaría a los estudiantes y al país una visión futurista en cuanto a las mejoras que se deben introducir en las producciones para enfrentar, entre otros factores, las agresiones del hombre sobre los suelos, el medio ambiente y el cambio climático y contar con un personal competente y preparado para enfrentar los retos que trae consigo la implementación de nuevas técnicas de trabajo.

Conclusiones

Existe una gran variedad de aplicaciones nucleares que se pueden utilizar en la agronomía, tanto para aumentar el aprovechamiento de suelos, como para hacer mejor uso de los recursos hidráulicos, el mejoramiento de cultivos y el desarrollo animal.

Puede ser posible vincular la aplicación de las técnicas nucleares en la formación de agrónomos con la introducción de prácticas de laboratorio de asignaturas propias del currículo donde se introduzcan estos temas o mediante una asignatura optativa que respete

de forma íntegra, en su concepción, el modelo del profesional.

Referencias bibliográficas

- [1] LAL R. Soil management in the developing countries. *Soil Science*. 2000; 165(1): 57-72.
- [2] OLDEMAN LR. The global extent of soil degradation. In: *Soil resilience and sustainable land use*. Wallingford: CAB International, 1994. p. 99-118.
- [3] HULSE JH. *Science, agriculture and food security*. Ottawa: NRC Research Press, 1995.
- [4] OIEA. *Sondas de neutrones y gamma: sus aplicaciones en agronomía*. Viena: OIEA, 2003. 2 ed.
- [5] IAEA. *Examen de la tecnología nuclear. Conferencia General. GC (56)/INF/3*. Viena: IAEA, 2012.
- [6] VOSE PB. *Introduction to nuclear techniques in agronomy and plant biology*. Pergamon Press, 1980.
- [7] HATFIELD JLS, THOMAS J & PRUEGER JH. Managing soils to achieve greater water use efficiency. A review. *Agronomy Journal*. 2001; 93(2): 271-280.
- [8] ÁLVAREZ FONSECA A, RAMÍREZ FERNÁNDEZ R, RAMÍREZ FERNÁNDEZ R, et. al. Efecto del tratamiento de semillas con bajas dosis de rayos X en plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). *Nucleus*. 2013; (53): 14-18.
- [9] VLEESHOUWERS VG, OLIVER RP. Effectors as tools in disease resistance breeding against biotrophic, hemibiotrophic, and necrotrophic plant pathogens. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 2014; 27(3): 196-206.
- [10] XIANGLI K, KASAPIS S, BAO J. Viscoelastic properties of starches and flours from two novel rice mutants induced by gamma irradiation. *LWT - Food Science and Technology*. 2015; 60(1): 578-582.
- [11] SEREBROVSKII AS. On the possibility of a new method for the control of insect pests. *Zoologicheskii Zhurnal*. 1940; 19: 618-630.
- [12] GONG P, EPTON MJ, FU G, et. al. A dominant lethal genetic system for autocidal control of the Mediterranean fruitfly. *Nat Biotechnol*. 2005; 23(4): 453-456.
- [13] ALPHEY L, BENEDICT M, BELLINI R, CLARK GG, et. al. Sterile-insect methods for control of mosquito-borne diseases: an analysis. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2010; 10(3): 295-311.
- [14] URRUTIA L. Uso de radiaciones ionizantes en la preservación de alimentos. *Revista TecnoVet*. 1996; 2(3).
- [15] SIBELLO HERNÁNDEZ RY, FEBLES GONZÁLEZ JM, TOLEDO SIBELLO AL & SUÁREZ SURÍ R. Inventario de referencia de ¹³⁷Cs para estudios de erosión de los suelos en la provincia de Cienfuegos, Cuba. *Nucleus*. 2013; (54): 1-7.
- [16] RAMÓN L, TORRES A, LÓPEZ A, et. al. Modelo profesional y plan de estudio del ingeniero agrónomo. Comisión Nacional de la carrera Ingeniería Agronómica. 2006.

Recibido: 12 de febrero de 2016

Aceptado: 25 de mayo de 2016