

Estrategia didáctica en química para fomentar habilidades científicas mediante nanofertilizantes en huertas caseras*

Didactic Strategy in Chemistry to Promote Scientific Skills through Nanofertilizers in Home Gardens

Yeimy Stephania Bernal Rubiano**

María Alejandra Hernández Castiblanco***

Cómo citar este artículo:

Bernal Rubiano, Y. S., Hernández Castiblanco, M. A. (2024). Estrategia didáctica en química para fomentar habilidades científicas mediante nanofertilizantes en huertas caseras. *Boletín P.P.D.Q.*, (69), 56-81.

* Estrategia construida en el Seminario de Formulación y Gestión de Proyectos Educativos de la Licenciatura en Química, durante 2023-1, bajo la orientación de la profesora Sandra Ximena Ibáñez del Departamento de Química.

** Universidad Pedagógica Nacional. ysbernalr@UPN.edu.co

*** Universidad Pedagógica Nacional. mahernandezc@UPN.edu.co

Resumen

En el presente artículo se presenta una estrategia de enseñanza, la cual se plantea por medio de la investigación dirigida teniendo como enfoque un acercamiento teórico y experimental sobre el trabajo con nano-fertilizantes a través de una huerta casera, buscando que los estudiantes de cuarto y quinto semestre de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional tengan una aproximación y comprensión sobre esta temática. Como primera etapa de la investigación se diseña una prueba diagnóstica para reunir aquellas concepciones que tiene cada estudiante sobre la nanotecnología, los nanofertilizantes y las experiencias en huertas caseras y de esta manera encaminar el proyecto a la segunda etapa, la cual consiste en la experimentación de la síntesis de nanofertilizantes, mediante la metodología de investigación dirigida permitiendo evidenciar la diferencia de su efectividad frente a fertilizantes convencionales, por medio de la experimentación propia del estudiante. Finalmente, en la última etapa de esta investigación, se describe cómo la prueba de salida y la construcción de un micro proyecto desarrollado desde la síntesis, aportes, desventajas, ventajas, por grupos de trabajo establecidos en este artículo.

Palabras clave

Nanofertilizantes; enseñanza de la química; agricultura química y aprendizaje por investigación dirigida; agricultura sostenible

Abstract:

This article presents a teaching strategy that employs guided with a theoretical and experimental approach to working with nanofertilizers through a home garden. The goal is for fourth and fifth semester students in the Chemistry Education program at the National Pedagogical University to gain an understanding on this topic. The first stage of the research involves designing a diagnostic test to gather students' conceptions about nanotechnology, nanofertilizers, and experiences with home gardens. This aims to guide the project into the second stage, which consists of experimentating with the synthesis of nanofertilizers. Using guided research methodology, students can demonstrate the difference in effectiveness compared to conventional fertilizers through hands-on experimentation. Finally, in

the last stage of this research describes the outcomes of the final test and the development of a micro-project. This micro-project includes synthesis, contributions, disadvantages, and advantages, developed by work groups established in this article.

Keywords

nanofertilizers; chemistry teaching; chemical agriculture; guided research learning, sustainable agriculture

Introducción

A lo largo del texto se presenta la importancia de mejorar las habilidades científicas y la motivación en los estudiantes. Este fue llevado a cabo mediante la investigación dirigida como metodología, en la cual el estudiante sea el protagonista en la construcción de su aprendizaje y que, junto con el trabajo en equipo, pueda llevarlo al desarrollo de micro proyectos aplicados a la vida cotidiana desde un carácter científico.

Por otro lado, subyace la necesidad de mitigar el miedo, la creencia de que hay que ser científicos para hacer ciencia. El desconocimiento y la poca motivación de los estudiantes han encaminado este proyecto a buscar una estrategia para la enseñanza de la química, para que el estudiante salga del marco tradicional como el conformismo y la simple trasmisión conjunta a la replicación de conceptos. Haciendo uso de demostraciones y experimentaciones cercanas al contexto del indi-

viduo, con el fin de relacionar la ciencia como construcción humana, permitiendo generar un proceso cognitivo entre la teoría y la práctica. Finalmente, con esta investigación se pretende quitar los limitantes y sesgos que puede tener un estudiante a la hora de pensar en ciencia, haciéndolo partícipe de su propia construcción de conocimiento científico para entender que para hacer ciencia no debemos ser científicos, sino ser perseverantes para alcanzar una meta.

Marco teórico/ Referentes Conceptuales

Para dar continuación al desarrollo de este proyecto, se mencionan algunos referentes conceptuales, entre los que podemos encontrar: 1) La nanotecnología. Según la revista mexicana ACTA UNIVERSITARIA Multidisciplinary Scientific Journal N.34 del Centro de Investigación de Química aplicada, en el artículo, "Potencial de la nanotecnología en la agricultura" (Lira Saldivar, *et al.* 2018), el prefijo nano significa milmillonésima ($1 \cdot 10^{-9}$), por lo que la nanotecnología trata sobre las múltiples estructuras de la materia con dimensiones en una escala atómica y molecular, sus campos de aplicación incluyen la genómica, la ingeniería, la ciencia de la computación y la medicina. 2) Los nano fertilizantes, que son fertilizantes de tamaños nanométricos, y brindan un "Sistema Inteligente de Suministro de Nutrientes", para una nutrición complementaria. En una escala nanométrica,

se presenta un efecto cuántico que estimulan las propiedades de la materia. 3) La agrotecnología (Perea, 2010), siendo esta innovación tecnológica para el área de la agricultura, dando herramientas que permitan acelerar procesos como el crecimiento rápido de los cultivos. 4) Fertilizantes (Romero Méndez, 2018), que son compuestos naturales o realizados sintéticamente con nitrógeno, fósforo, potasio u oxígeno. En cuanto a su estructura, tiene forma de granos, píldoras, líquidos o suspensiones (AIISF, 2003). 5) La investigación dirigida, en la que el propósito del estudiante es construir sus conocimientos, a partir de la presentación de problemas del contexto cotidiano, que le posibilita el uso y desarrollo de capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales. La investigación dirigida puede entenderse como un proceso de construcción del conocimiento escolar, que requiere de la participación del estudiante, que aporta ideas alternativas, problemas relevantes, razonamientos críticos y explicación de fenómenos, esto es una herramienta para la enseñanza, ya que puede generar procesos de construcción y reconstrucción de saberes solo con orientación docente. (García y García, 2000). 6) La agricultura sustentable es una alternativa para preservar la producción agrícola sin tener que comprometer los recursos futuros, pero sin perder su funcionalidad, donde se continúe abasteciendo a gran cantidad de personas de alimentos saludables e inocuos para la salud.

7) Química agrícola, la cual se encuentra disciplinalmente enlazada a la química y a la biología para el desarrollo de la producción agrícola, la cual se enfoca en la optimización de procesos propiamente de los cultivos, entonces, procura mejorar el tiempo en el que se toma la semilla en germinar, hace suelos más fértiles, busca generar plaguicidas más eficaces, entre otros aspectos que hacen que constantemente se estén desarrollando nuevas alternativas para facilitar esta tarea. 8) Síntesis de nanopartículas (Gómez, 2014), para la cual existen dos métodos de síntesis de partículas: el físico y el químico. El primero se enfoca en la división del metal a través de procesos mecánicos, mientras que, en el segundo, la división del metal se realiza a través de la nucleación ofreciendo ventajas frente al otro método, ya que en el proceso químico se pueden presentar mejores resultados en cuanto al tamaño y reproducibilidad del mismo. En la figura 1 se presentan ambos métodos:

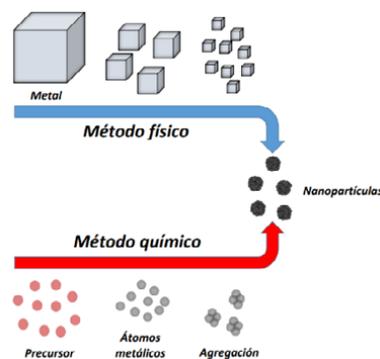


Figura 1. Métodos de síntesis de nano partículas metálicas

Para la presente investigación se consultó en diferentes bases de datos de alto impacto como la EBSCO, Web of Science, Escopus y el repositorio de la UPN, para, de esta manera, tener un acercamiento con textos especializados para el desarrollo del presente proyecto. En primer lugar, se inicia desde la consulta de aprendizaje por investigación dirigida apoyando la idea de permitir y revisar las metodologías educativas de enseñanza y aprendizaje de la química, desistiendo del modelo tradicional. En segundo lugar, se buscó información acerca de la síntesis de nano-fertilizantes a partir de metales, brindándonos una guía, partiendo de su síntesis hasta su aplicación; para llegar a aterrizar en el concepto de agricultura química que podría ayudar en la creación de los micro proyectos guiados hacia innovación en agroquímicos.

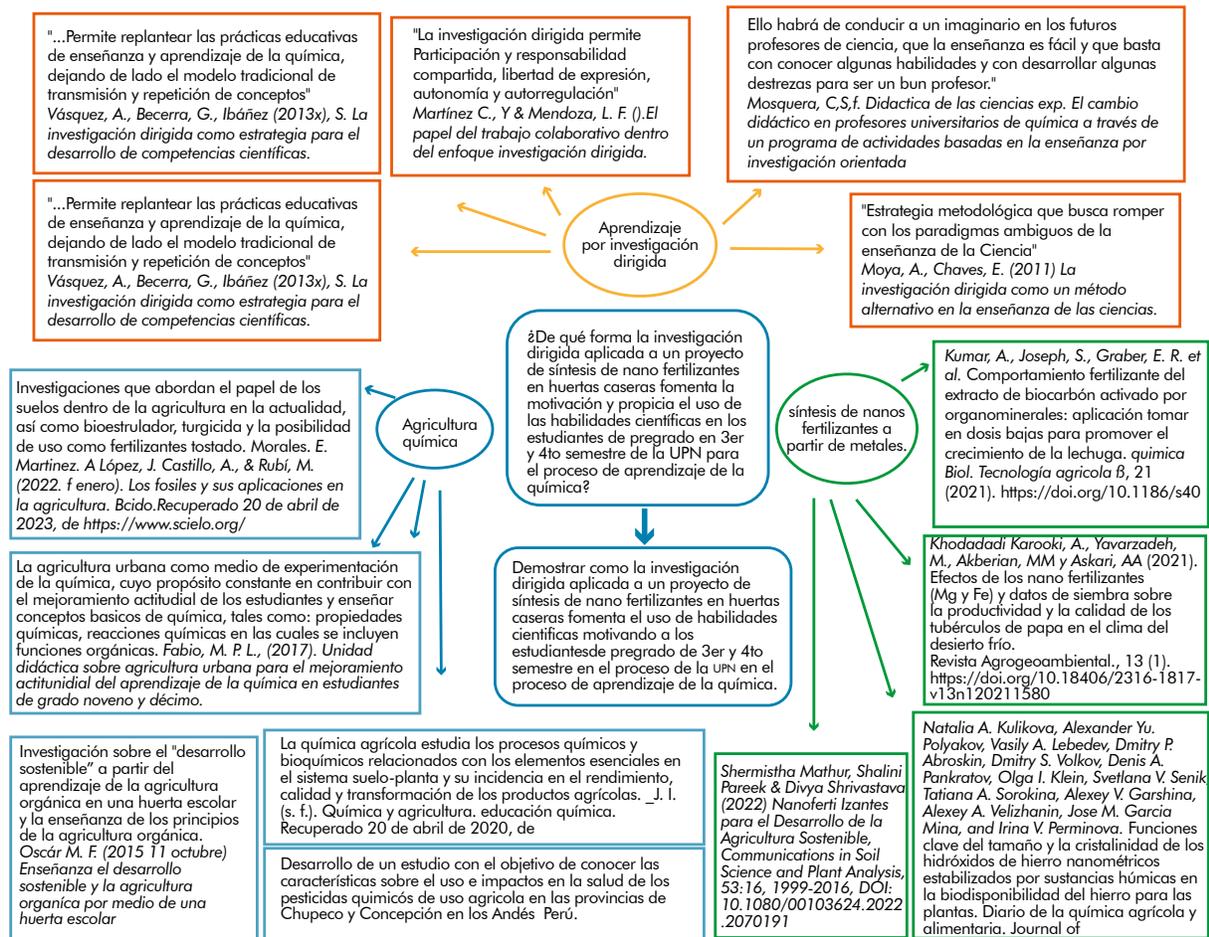


Figura 2. Diagrama realizado con los antecedentes de la investigación bajo las palabras claves consultadas en diversas bases de datos y revistas indexadas

Pregunta problema

¿De qué forma la investigación dirigida aplicada a un micro proyecto de síntesis de nano-fertilizantes en huertas caseras fomenta la motivación y propicia el uso de las habilidades científicas en los estudiantes de pregrado de cuarto y quinto semestre de la UPN en el proceso de aprendizaje de la química?

Objetivos

Objetivo general

Analizar cómo la investigación dirigida aplicada a un micro proyecto de síntesis de nano fertilizantes en huertas caseras fomenta el uso de habilidades científicas motivando a los estudiantes de pregrado de cuarto y quinto semestre de la UPN en el proceso de aprendizaje de la química.

Objetivos específicos

- Aplicar una prueba diagnóstica para la recolección de conocimientos previos de los estudiantes.
- Diseñar, mediante la investigación dirigida, un micro proyecto que relacione el uso de nano-fertilizantes en la vida cotidiana.
- Contrastar la información obtenida en la primera etapa del proyecto con la final en función del desarrollo de habilidades científicas y la motivación del estudiante.

Aspectos metodológicos

Se realizó una revisión exhaustiva de bases de datos indexadas para realizar las etapas para el desarrollo del proyecto, para lo que se consultó la viabilidad de la temática los fertilizantes y sus usos (FAO, 2003). Tras encontrar el tema con el cual se iba a proceder, se seleccionó el grupo de estudiantes con los cuales se iba a desarrollar y aplicar. Esto, para estudiantes de la licenciatura en química de cuarto y quinto semestre, en donde los estudiantes, según el pensum académico, han visto las tres químicas para que solidifiquen las bases y puedan aplicarlas en este proyecto de investigación.

En la primera etapa de este proyecto se usa como metodología el diseño de una prueba inicial de conocimientos para reunir aquellas concepciones que pueden llegar a tener los estudiantes sobre la agroquímica, nanotecnología, agricultura sustentable y algunos conceptos de química.

La metodología empleada para esta investigación es plantear, por medio de la investigación dirigida de micro proyectos, un acercamiento teórico y experimental sobre el trabajo con nano fertilizantes a través de una huerta casera. Dicha metodología se basa la participación del estudiante en construcción del conocimiento, a partir de sus ideas, problemáticas, razonamiento e interacción con fenómenos para que pueda desenvolverse y enfrentarse frente a la resolución de problemas de la vida cotidiana. Además, la ciencia es una construcción

científica humana que permitirá que los estudiantes puedan tener un mayor acercamiento una vez cursado los primeros cuatro o cinco semestres de la licenciatura de química en la UPN.

Para la etapa final de la investigación se propone la elaboración de micro proyectos sobre la temática, además de una prueba final de salida para contrastar la información con la obtenida en la primera parte de esta investigación. Por la durabilidad del semestre y el corto tiempo para poder continuar con la investigación mostramos a continuación los resultados obtenidos de la primera etapa de investigación.

Resultados parciales

Análisis de las pruebas diagnóstica realizadas a 13 estudiantes de la Licenciatura en Química de 4 y 5 semestre de la UPN (anexo 1).

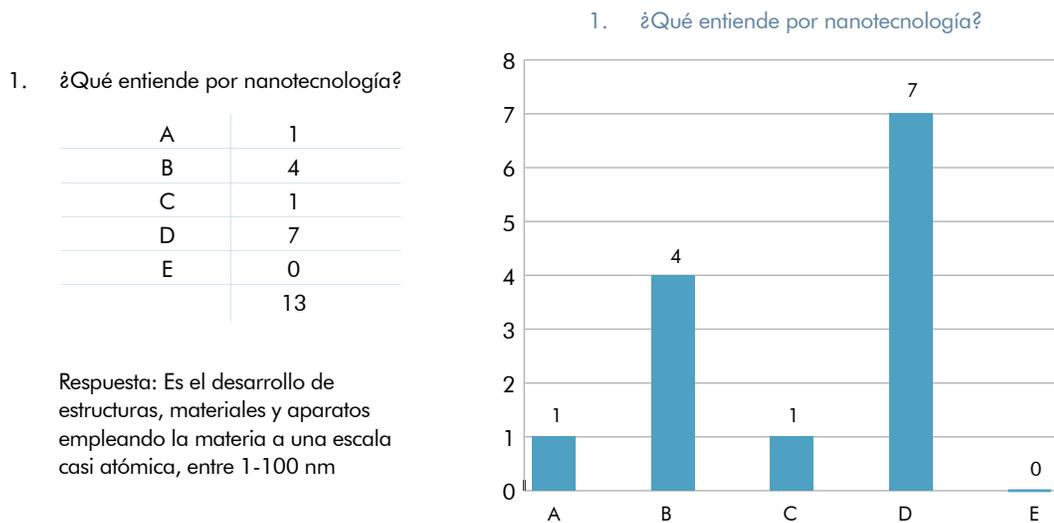


Figura 3. Resultados de la actividad diagnóstica (primera pregunta)

Para la primera pregunta de este cuestionario, siete personas escogieron la respuesta D, cuatro personas seleccionaron la B, una persona seleccionó la A, una persona seleccionó la C y cero respuestas en la opción E. La respuesta correcta a esta pregunta es la D así que podemos afirmar que la mitad de las personas respondieron de manera correcta. Quienes seleccionaron la respuesta B, se puede considerar que varios de ellos se pudieron haber dejado llevar por el sesgo.

2. ¿Cómo pueden contribuir los nano fertilizantes a la productividad de los cultivos?

A	3
B	5
C	3
D	0
E	2
	13

Respuesta: Mejoran la fertilidad del suelo, la productividad y la calidad de la planta aportando nutrientes gradualmente.

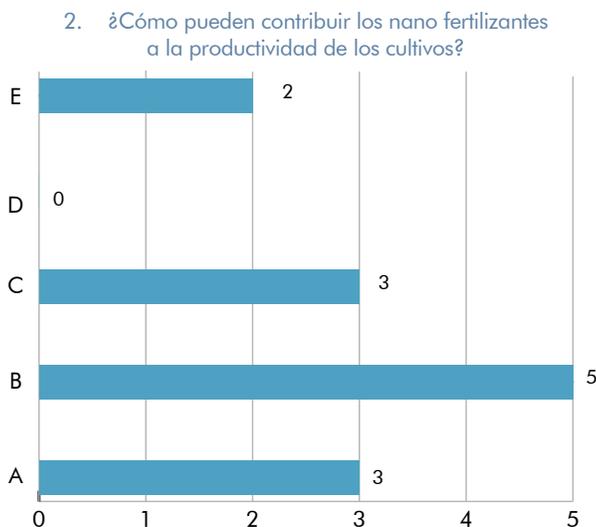
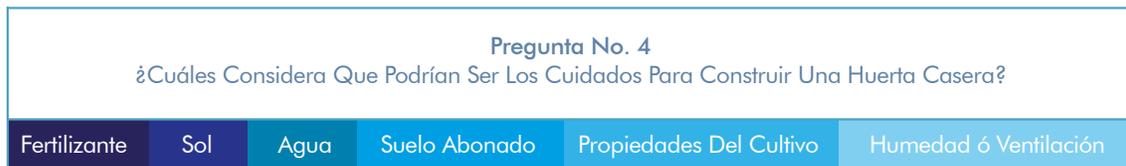


Figura 4. Resultados de la actividad diagnóstica (segunda pregunta)

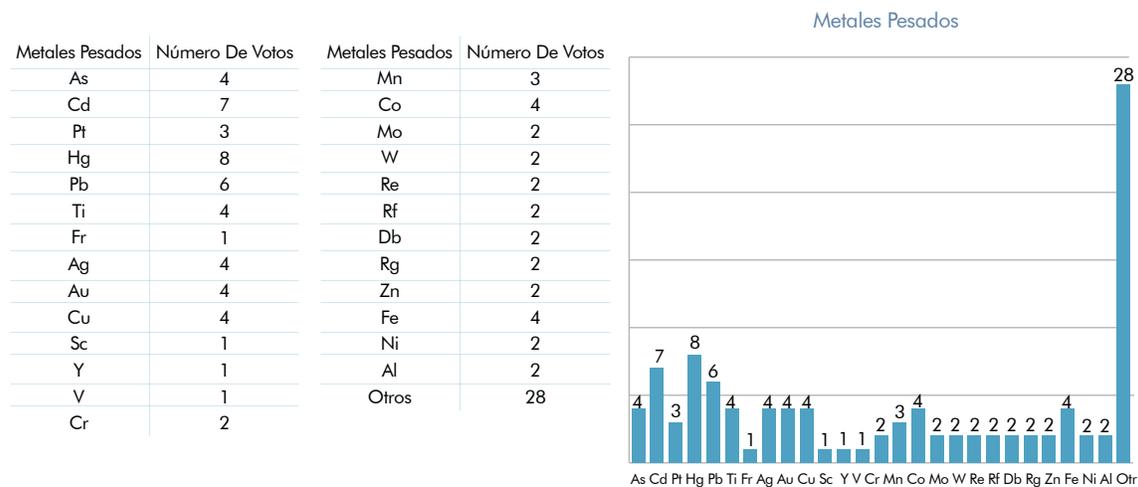
En la segunda pregunta de este cuestionario diagnóstico, podemos observar que cinco personas seleccionaron la respuesta B, tres personas seleccionaron la respuesta A, tres personas seleccionaron la respuesta C, dos personas seleccionaron la respuesta E y ninguna persona seleccionó la respuesta D. Para esta pregunta, la respuesta correcta es la B, así que, cinco de las trece personas que respondieron este cuestionario tienen la respuesta correcta.

Pregunta No. 3	
¿Tiene o ha tenido alguna experiencia en la construcción y mantenimiento de una huerta casera? Descríbala.	
Lugar Colegio - Casa	Experiencia Nivel Básico
No Ha Tenido Ninguna Experiencia (Cantidad De Respuestas Obtenidas: 9)	Descripción Siembra De Hortalizas - Retiro De Maleza - Riego - Labrado (Preparación)

Esta es una pregunta de respuesta abierta, para este caso 4 personas mencionaron haber tenido experiencias en huertas caseras principalmente en el colegio y en segundo lugar en la casa, el trabajo en huertas por parte de ellos fue orientado, así que es posible mencionar que los conocimientos son básicos, así como los mencionados en la descripción.



Para esta pregunta se selecciona con un color más intenso el cuidado más frecuente tenido en cuenta por los estudiantes para la construcción de una huerta casera y el color más claro para el menos mencionado. De allí, es pertinente resaltar que los estudiantes, a pesar de tener carencias en sus experiencias, tienen ciertas ideas previas válidas para tener en cuenta dentro de una huerta.



En la última pregunta planteada en este cuestionario, fue posible evidenciar que los metales más seleccionados, porque eran considerados pesados, fue la variable de "otros" con 28 votos: el mercurio (Hg) con 8 votos; seguido del cadmio (Cd) con 7; luego el arsénico con 4 votos; además, se pudo observar que los menos seleccionados fueron el vanadio con 2 votos y el francio con uno. Su importancia con la investigación se debe a que la síntesis de nanofertilizantes se realiza a partir de este

tipo de elementos. En vista de esto, puede decirse que la mayoría de las personas que diligenciaron el cuestionario identificaron los metales pesados con 34 votos correctos.

Conclusiones

1. Es posible mencionar que el tema seccionado en el presente proyecto acerca de los nano fertilizantes en una huerta casera es algo nuevo, puesto que son pocos los estudiantes que han tenido la oportunidad de trabajar en estos entornos y, si lo han hecho, ha sido una experiencia carente de técnicas o de profundidad. Ahora bien, es de provecho trabajar ya que poseen ciertos conocimientos previos como los cuidados, en los que están en su mayoría acertados y que serían interesante desarrollar.
2. Con la primera aplicación del proyecto realizado, podemos decir que los estudiantes de cuarto y quinto semestre de la licenciatura en química de la UPN, más de la mitad entienden el termino de nanotecnología, y que si se aplica en fertilizantes solo el 31 % de los estudiantes identifica los beneficios y desarrollos que este podrá tener en una huerta casera.
3. Es importante poder determinar si los estudiantes de cuarto y quinto semestre de la Licenciatura en Química identifican de forma correcta los metales pesados, debido a que es una base para poder comprender la síntesis

de los nano fertilizantes, ya que estos se obtienen a partir de metales pesados dentro de los cuales se encuentran el mercurio, el plomo, el cadmio y el talio.

Referencias

- Bembibre, C. (2023). Definición de Huerta. Definición ABC. <https://www.definicion-abc.com/general/huerta.php>.
- Casafe. (2022, June 23). Agricultura Sustentable | Buenas Prácticas Agrícolas| Casafe. <https://www.casafe.org/buenas-practicas-agricolas/agricultura-sustentable/>
- Cibrián-Tovar, J., Quero-Carrillo, A., Muñiz-Merino, M., Hernández-Guzmán, F. J., Cibrián-Jaramillo, A. y Manzano-Camarillo, M. (s.f) *Nanotecnología agrícola*. AGRO.
- Ley 1581 de 2012. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. 18 de octubre de 2012. D. O. No. 48587. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, S. (diciembre 2019). *El reto: una agricultura sustentable, productiva e inclusiva*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/agricultura-sustentable-una-buena-practica-social#:~:text=Se%20conoce%20como%20agricultura%20sustentable,las%20comunidades%20que%20la%20practican.>

Gómez Villarraga, F. (2013) Síntesis de complejos y estabilización de nanopartículas de paladio con ligandos híbridos pirazólicos y carbenos Nheterocíclicos y su aplicación en catálisis [tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona].

García, J. y García, F. (2000). *Aprender Investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Diada.

Gómez, F. (2014). *Nano partículas metálicas y sus aplicaciones*. Universidad de la Sabana.

Lira-Saldivar, R. H., Argüello, B. M., Villarreal, G. D. los S. y Reyes, I. V. (2018). Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta Universitaria*, 28(2), 9-24. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1575>.

Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes. (2003). Los fertilizantes y sus usos. <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>

Perea, E., Ojeda, D., Hernández, A., Ruiz, T., & Martínez, J. (2010). *Aventuras del pensamiento: Utilización de quelatos en la agricultura*. Synthesis, 5.

Romero Méndez, M. J. (2018). *Dinámica de nano-fertilizantes en la producción de cultivos hortícolas*. [tesis de doctorado, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México]. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/5704?show=full>

UAM - Facultad de Ciencias - Departamento de Química Agrícola y Bromatología.

(s.f.). *Universidad Autónoma De Madrid*. <https://www.uam.es/Ciencias/Departamento-de-Quimica-Agricola-y-Bromatologia/1446765791454.htm?language=es>

Anexos

Anexo 1: Prueba diagnóstica.

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Química

Licenciatura en Química

Seminario de formulación y gestión de proyectos educativos

Prueba diagnóstica para el proyecto de nano-fertilizantes en huerta casera

Para el presente cuestionario agradecemos de su disposición y colaboración con el desarrollo de este proyecto que tiene como objetivo aplicar la investigación dirigida a un micro proyecto mediante los nano fertilizantes. Toda la información recogida en este cuestionario es de único uso académico, para la materia de seminario y formulación de proyectos de la licenciatura en Química-UPN, la información personal de esta prueba reñida bajo la Ley Estatutaria 1581 de 2012 "Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales" (Gov.co. 2012).

Ahora, se presenta una prueba diagnóstica la cual tiene como finalidad recolectar información que nos permita identificar los conocimientos previos que tienen los estudiantes de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional de los semestres cuarto y quinto, acerca de la nanotecnología aplicada en la agricultura química.

1. Diligencie por favor la siguiente información:

Numero de contacto: _____

Correo Institucional: _____

Semestre que cursa actualmente

- A. 4°
- B. 5°
- C. 6°

Para las siguientes preguntas, marque con una x la respuesta que considere adecuada

2. ¿Qué entiende por nanotecnología?

A. Es una ciencia que emplea sensores, para detección de materiales muy pequeños.

B. Es un área científica en la cual se ha construido materiales como por ejemplo la fibra de carbono. Con una escala entre 1-100 nm.

C. Es el uso de partículas muy pequeñas con una escala entre 1-100 mm.

D. Es el desarrollo de estructuras, materiales y aparatos empleando la materia a una escala casi atómica, entre 1-100 nm.

E. No sabe no responde

3. ¿Cómo pueden contribuir los nano fertilizantes a la productividad de los cultivos?

A. Contribuyen al alejamiento de las plagas, para que crezca la planta sana y fuerte.

B. Mejoran la fertilidad del suelo, la productividad y la calidad de la planta aportando nutrientes gradualmente.

C. Aportan mucha cantidad de nutrientes para lograr una planta más resistente en terrenos más productivos y fértiles.

D. Aportan mecanismos para que la planta pueda absorber más CO_2 y contribuye en la fotosíntesis.

E. No sabe no responde

Responda las siguientes preguntas:

4. ¿Tiene o ha tenido alguna experiencia en la construcción y mantenimiento de una huerta casera? Descríbalo.

5. ¿Cuáles considera que podrían ser los cuidados para construir una huerta casera? _____

6. Señale con un círculo los metales pesados que conoce.

Tabla Periódica de los Elementos

Agradecemos su participación en esta primera etapa del proyecto y esperamos contar con usted hasta el final de esta investigación

Anexo 2. Formato de consentimiento informado. Fuente: Elaboración Centro de Investigaciones CIUP Comité de ética en la Investigación-UPN

**Vicerrectoría de Gestión Universitaria
Subdirección de Gestión de Proyectos –
Centro de Investigaciones CIUP. Comité de Ética en la Investigación**

En el marco de la Constitución Política Nacional de Colombia, la Ley Estatutaria 1581 de 2012 “Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales” y la Resolución 1642 del 18 de diciembre de 2018 “Por la cual se derogan las Resoluciones N°0546 de 2015 y N.° 1804 de 2016, y se reglamenta el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Pedagógica Nacional y demás normatividad aplicable vigente, se ha definido el siguiente formato de consentimiento informado para proyectos de investigación realizados por miembros de la comunidad académica considerando el principio de autonomía de las comunidades y de las personas que participan en los estudios adelantados por miembros de la comunidad académica.

Lo invitamos a que lea detenidamente el Consentimiento informado, y si está de acuerdo con su contenido exprese su aprobación firmando el siguiente documento:

Parte uno: información general del proyecto

En el presente proyecto se presenta una estrategia de enseñanza la cual se plantea por medio de la investigación dirigida al desarrollo de micro proyectos, con un acercamiento en nano fertilizantes en una huerta casera en donde los estudiantes mediante las habilidades científicas se motiven en su proceso de aprendizaje en química. Como primera etapa del proceso, se plantea una prueba diagnóstica, que

será llevado a cabo por los estudiantes de cuarto y quinto semestre de la licenciatura en química de la universidad Pedagógica Nacional. Como segunda etapa, es el diseño del micro proyecto, donde relacione los nano fertilizantes en la vida cotidiana.

Toda la información que se le solicita es únicamente con fines educativos, en el desarrollo del proyecto para la materia de formulación y gestión de proyectos de la facultad de química y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas al cuestionario serán codificadas usando una numeración y por lo tanto, serán anónimas.

Parte dos: consentimiento informado

Yo: _____
_____, identificado con Cédula de Ciudadanía _____.

Declaro que:

1. He sido invitado a participar en la investigación y de manera voluntaria he decidido hacer parte de este estudio.
2. He sido informado sobre los temas en que se desarrollará el estudio, han sido resueltas todas mis inquietudes y entiendo que puedo dejar de participar en cualquier momento si así lo deseo.
3. Sobre esta investigación me asisten los derechos de acceso, rectificación y oposición que podré ejercer mediante solicitud ante el investigador responsable, en la dirección de contacto que figura en este documento.

4. Conozco el mecanismo mediante el cual los investigadores garantizan la custodia y confidencialidad de mis datos.

5. La información obtenida de mi participación será parte del estudio y mi anonimato se garantizará. Sin embargo, si así lo deseo, autorizaré de manera escrita que la información personal o institucional se mencione en el estudio.

6. Autorizo a los investigadores para que divulguen la información y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen en el marco del proyecto y que no comprometan lo enunciado en el punto 4D.

En constancia, manifiesto que he leído y entendido el presente documento.

Firma,

Nombre:

Semestre que cursa actualmente: _____

Fecha:

Celular:

Correo Institucional: _____

<http://revistas.upn.edu.co>



**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores