

CONSTRUCCIÓN DE UN SITIO WEB INTERACTIVO PARA FACILITAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA IDENTIFICACIÓN DE MOHOS PRODUCTORES DE MICOTOXINAS

María Cristina Julia Pérez-Reyes^{1*}, Gabriela Sánchez-Hernández^{1*}, Rebeca Martínez- Flores², Juan Espinosa-Rodríguez³ y José Luis Garza-Rivera³

¹UNIGRAS FES-Cuautitlán, ²Instituto de Biología, ³Coordinación de Bibliotecas y Hemerotecas FES-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México

*crisp28@yahoo.com.mx

Introducción

Los mohos productores de micotoxinas son microorganismos capaces de contaminar diversos cultivos durante su formación en el campo, transporte y almacenamiento, además, de frutos, piensos o materias primas empleadas para elaboración de alimentos y bebidas, representando un riesgo para la salud humana y animal al ser acumulativos termoestables, teratógenos, mutágenos, entre otros, causando grandes pérdidas económicas. La importancia de este proyecto radica en la construcción de un sitio Web que permita el acceso a la guía práctica e interactiva para la identificación de mohos productores de micotoxinas, contribuyendo al proceso de enseñanza aprendizaje para alumnos y docentes. Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), empleadas en la elaboración de esta guía, permiten desarrollar materiales educativos atractivos que faciliten a los alumnos adquirir y reforzar conocimientos, tanto dentro como fuera de las aulas de educación formal, al utilizar diferentes lenguajes y formatos de representación de la información, con predominio del

lenguaje visual, formando alumnos competentes. En esta página Web se integran unidades de aprendizaje como conceptos básicos, metodologías, claves, catálogos de imágenes, videos, cuestionarios de autoevaluación y actividades interactivas para la identificación de estos mohos, con base en la literatura especializada de prestigio nacional e internacional, aunado a la experiencia propia de los participantes, con el fin de identificar los hongos en granos y coadyuvar en la toma de decisiones, estrategias y acciones concretas para prevenir y minimizar los efectos negativos de la presencia de estos mohos y sus metabolitos secundarios.

Mohos toxígenos

Los principales géneros de hongos asociados a la producción de micotoxinas incluyen especies de *Fusarium* y *Alternaria*, cuyo desarrollo es más común en el campo, requieren humedades relativas entre 90 y 100% y especies correspondientes a los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* frecuentes en el almacén los cuales requieren humedades relativas más bajas para su crecimiento entre 65 y 90%. El género *Fusarium* con frecuencia se desarrolla en productos vegetales cuando aún no han sido llevados al almacén; no obstante, algunas especies de este género también pueden desarrollarse en alimentos almacenados con alto contenido de humedad. Además, muchas de estas especies producen micotoxinas como la zearalenona, los tricotecenos, la moniliformina y las fumonisinas (Frisvad *et al.*, 2007). *Alternaria* es un hongo considerado saprófito y patógeno débil, bajo condiciones favorables, puede invadir tejidos vegetales vivos o grano en desarrollo, generalmente durante la etapa de maduración. Algunas especies del género *Alternaria* han sido reportadas como productoras de micotoxinas, como el alternariol, monometil éter de alternariol, alvertoxina I y el ácido tenuazónico, encontrando que estos

metabolitos secundarios pueden ser citotóxicos, teratógenos y con actividad mutágena, se han determinado en granos, frutas, hortalizas, tubérculos y alimentos procesados (Pavón *et al.*, 2012). A diferencia de los hongos de campo la principal característica de los hongos de almacén es su habilidad para invadir granos o semillas de cereales con contenidos de humedad mínimas del 13.0%, y en oleaginosas de 8 a 9%. Estos hongos pueden crecer en un amplio rango de temperaturas, algunas especies de *Penicillium* crecen de 5 a 40 °C, y las de *Aspergillus* de 0 a 55 °C. Los hongos de almacén generalmente no infectan a las semillas antes de la cosecha, desafortunadamente se ha reportado la invasión de maíz desde el campo por la especie *Aspergillus flavus*, productor de potentes toxinas carcinógenas, llamadas aflatoxinas. Otras micotoxinas sintetizadas por especies de *Aspergillus* y *Penicillium* son la ocratoxina A, la esterigmatocistina, gliotoxina, patulina, citrinina, ácido penicílico, griseofulvina, citreoviridina, tremórgenos, entre otras (Pitt & Hocking, 2009). Por lo que se consideró importante la construcción de una página Web para contribuir al proceso de enseñanza aprendizaje en la identificación de mohos productores de micotoxinas, fomentando en el alumno el desarrollo de habilidades, trabajo colaborativo y estrategias que le permitan proyectar la importancia y riesgo que representan estos mohos en el marco de la bioseguridad agroalimentaria, debido a las implicaciones sanitarias que representan para la salud humana y animal.

Fundamentación pedagógica

En la actualidad existen diversos modelos de enseñanza-aprendizaje, uno de ellos es el combinado o conocido como *blended learning* el cual implica elementos tanto de ambientes virtuales como entornos presenciales, el *blended learning* conjuga estrategias didácticas tanto de educación a distancia como de educación presencial, lo cual se fundamenta en el constructivismo, que propone

dinámicas que permiten que el alumno aprende de forma independiente y colaborativa (García, 2018). En este contexto se diseñó un sitio Web educativo que funciona como una plataforma abierta para acceder, a través de internet, a información estructurada, objetos de aprendizaje, materiales didácticos interactivos y recursos útiles para el estudio de los mohos toxígenos, los cuales pueden usarse tanto dentro como fuera del aula. Este sitio web consta de unidades de enseñanza en siete pestañas de navegación con información relevante. En la primera se introduce al alumno al proyecto y se presenta información tal como misión, visión y objetivo; en la segunda se introduce al conocimiento sobre la importancia de los mohos toxígenos integrando conceptos básicos de su morfología, reproducción y ecología; la tercera consta de información sobre los principales géneros de mohos toxígenos: *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus* y *Penicillium*. En la cuarta se encuentran las metodologías que se emplean para el aislamiento, identificación a nivel de especie y conservación de los mohos productores de micotoxinas que contaminan los alimentos, así como las técnicas cualitativas y cuantitativas para la determinación de estas toxinas; la quinta unidad engloba el control y la legislación internacional y nacional de las micotoxinas, importante para conocer los límites máximos permitidos que ponen en riesgo la salud humana y animal; la sexta consta de un glosario con terminología especializada en esta área de estudio y la séptima corresponde a los anexos y bibliografía. Con todo lo anterior el alumno logrará desarrollar habilidades, además de fomentar la capacidad de análisis y diagnóstico de mohos que representan un potencial riesgo de producción de micotoxinas de importancia agroalimentaria, impactando en la inocuidad y calidad sanitaria. Es posible acceder al sitio web desde la siguiente URL:

[https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos toxigenos unigras/](https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/)

La computadora en la educación

Fue en el año 1984 cuando la multimedia debutó en el mundo de las PC, antes de eso la mayoría de las computadoras eran poco atractivas para la gente común y corriente, pues en esa época se requería de conocimientos muy especializados para su manejo, sin embargo, la llegada de la Macintosh demostró que estas máquinas podían evolucionar y hacerse más atractivas hacia toda la sociedad. Algunos años después llegaría Windows, el primer sistema operativo gráfico distribuido por Microsoft, que hizo que la PC fuera más intuitiva, amigable y accesible. Desde entonces quedó claro que con el tiempo estos equipos llegarían a ámbitos más generales y comerciales, lo cual desencadenaría que poco a poco se convirtieran en una de las herramientas indispensables en cualquier área de acción humana.

Tuvieron que pasar algunos años más para que las PC comenzarán a integrar otras características y funcionalidades: el audio, la animación y el video, las cuales fueron determinantes para que surgiera la computadora multimedia, una nueva computadora con funcionalidades extendidas y más atractiva para otras áreas, entre ellas la educación. Desde entonces el software educativo ha evolucionado, la integración de la multimedia permite generar contenidos llamativos, atractivos y con posibilidades de enseñanza únicas (Rosseti, 2002).

Elección de la plataforma de desarrollo

Existen muchas plataformas para desarrollar software educativo, las diferencias más relevantes radican en los medios y formatos para el almacenamiento digital, es importante considerar que no es lo mismo generar aplicaciones para colocar en internet, que para distribuir por CD-ROM o DVD. Otro punto importante que

mencionar es el sistema operativo del dispositivo en el cual se va a visualizar el material de aprendizaje, pues de esto depende la compatibilidad y la portabilidad.

Debido a lo anterior se decidió optar por el desarrollo basado en una tecnología actual, vigente, robusta, accesible, compatible, adaptable y de filosofía de software libre; estamos hablando del lenguaje HTML5 y el *framework* de Bootstrap, pues este conjunto de tecnologías permite generar páginas web dinámicas y atractivas. Una característica importante consiste en la capacidad de generar sitios Web responsivos, esto significa que pueden desplegarse adecuadamente aún en dispositivos diferentes e incluso basados en distintos sistemas operativos. Dicho de otra forma, desarrollar el trabajo bajo dichas herramientas, permite que nuestro sitio web se pueda abrir en diferentes dispositivos, como celulares, tabletas, computadoras, pantallas y todas ellas con diferente orientación y resolución pues sus contenidos son adaptables a las diversas dimensiones y características de las pantallas (Guajardo, 2020).

Interactividad del sitio Web

Para la construcción de los elementos interactivos de este sitio Web se eligió el *framework* de desarrollo de contenidos basado en Javascript denominado H5P. Este entorno de desarrollo, bajo los esquemas de licencia *Creative Commons Attribution 4.0 International* y MIT, creado por el grupo “The H5P Core Team” y encabezado por la compañía Joubel, se ideó como un proyecto de software gratuito libre y mantenido por la comunidad. Es empleado para su uso en ambientes tanto comerciales como educativos (Joubel, 2021).

Una de las principales ventajas de utilizar H5P, sobre otras opciones que se analizaron, como *Hot Potatoes*, es su diseño moderno y responsivo. Permite la

integración a sitios web propios diseñados con código y a otros frameworks como *Bootstrap*. También se adapta a administradores de contenido (CMS) y sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) como WordPress, Canvas, Blackboard y Moodle.

Los objetos interactivos se crearon con el software gratuito de código abierto Lumi (Lumi Education, 2021). Lumi permite exportar fácilmente los objetos hacia H5P y HTML5 para incluir en el sitio Web del proyecto. Antes de crear un objeto interactivo se elige el tipo a desarrollar, se determinan sus objetivos y se realiza un guion. Al final de cada uno de los temas se agrega el ejercicio interactivo que permite a los visitantes del sitio Web autoevaluar sus conocimientos del tema consultado, como se puede apreciar en el siguiente enlace:

https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/medios_cultivo.html#ejercicio_interactivo

Conclusión

El trabajo multidisciplinario colaborativo permite conjuntar conocimientos de diversas áreas, por ejemplo, de Ciencias Biológicas y de Tecnologías de la Información y Comunicación, y bajo un enfoque pedagógico crear entornos de aprendizaje interactivos, adaptables a diversos dispositivos y accesibles a distancia. Estos entornos permiten al alumno adquirir y reforzar habilidades para la identificación de mohos productores de micotoxinas, con información actualizada y de fácil acceso, así como, una compilación de métodos y protocolos de laboratorio útiles y necesarios para el estudio de esta área. Al consultar el sitio Web, el alumno aprende acerca de la importancia de los efectos de las micotoxinas en la salud pública asegurando la inocuidad alimentaria. El uso de herramientas gratuitas de código abierto contribuye de manera

importante al desarrollo de materiales didácticos digitales y los contenidos interactivos permiten que el alumno practique, refuerce y potencie tanto el aprendizaje como el significado de los conocimientos adquiridos.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de UNAM-DGAPA-PAPIME con el proyecto PE-206620 y al Programa UNAM PAPIIT IT202119.

Referencias

- Frisvad, J.C., Andersen, B., Samson, R.A. (2007). *Food Mycology*. (J. Dijksterhuis & R. A. Samson, Eds.), *Food Mycology: A Multifaceted Approach to Fungi and Food*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420020984>
- García, A.L. (2018). Blended learning y la convergencia entre la educación presencial y a distancia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1): 9. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.19683>
- Guajardo, P. (2020). *Bootstrap: ¿qué es, para qué sirve y cómo instalarlo?* Recuperado el 1 de noviembre de 2021, de <https://rockcontent.com/es/blog/bootstrap/>
- Joubel. (2021). *Examples and Downloads | H5P*. Recuperado el 21 de septiembre de 2021, de <https://h5p.org/content-types-and-applications>
- Lumi Education. (2021). *Lumi*. Recuperado el 21 de septiembre de 2021, de <https://lumi.education/>
- Pavón, M.M.Á., González, A.I., Martín, S.R., García, L.T. (2012). Importancia del género *Alternaria* como productor de micotoxinas y agente causal de enfermedades humanas. *Nutrición Hospitalaria*. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.6.6017>



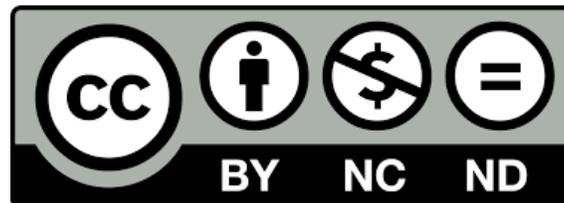
- Pitt, J.I., Hocking, A.D. (2009). *Fungi and Food Spoilage*. *Fungi and Food Spoilage*. Boston, MA: Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2>
- Rosseti, R.L. (2002). Aprender con los nuevos medios: la implementación de un laboratorio multimedia. *Reencuentro*, (35): 75–84.



D. R. © UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Excepto donde se indique lo contrario esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución No comercial, No derivada, 4.0 Internacional (CC BY NC ND 4.0 INTERNACIONAL).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



ENTIDAD EDITORA

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

FORMA SUGERIDA DE CITAR:

Pérez-Reyes, M. C. J., Sánchez-Hernández, G., Martínez- Flores, R., Espinosa-Rodríguez, J., y Garza-Rivera, J. L. (2021). Construcción de un sitio web interactivo para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la identificación de mohos productores de micotoxinas. *MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA (CONATEC)*, Año 4, No. 4, septiembre 2021 - agosto 2022. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2021/mem2021_paper6.html