

Estudio y observación de la actividad antimicrobiana de la cebolla (*Allium cepa* L.) en un laboratorio de Educación Secundaria

Study and observation of the antimicrobial activity of the onion (*Allium cepa* L.) in a compulsory education secondary laboratory

José Pedro López Pérez¹ & Raquel Boronat Gil²

1. IES Ricardo Ortega. 30320. Fuente Álamo. Murcia.

josepedro.lopez@murciaeduca.es

2. IES Antonio Menárguez Costa. 30710. Los Alcázares. Murcia.

raquel.boronat@murciaeduca.es

Recibido: 6 de mayo de 2019. Aceptado: 11 de septiembre de 2019

Publicado en formato electrónico: 30 de septiembre de 2019

Palabras clave: Actividad antimicrobiana, Cebolla, Educación Secundaria, Etnobotánica, Microbiología.

Key Words: Antimicrobial activity, Onion, Compulsory Education Secondary, Ethnobotany, Microbiology.

RESUMEN

La cebolla (*Allium cepa* L.) ha sido utilizada desde tiempo inmemorial, tanto desde el punto de vista culinario como por sus propiedades terapéuticas. En esta comunicación se ensaya (*in vitro*) y en un laboratorio de educación secundaria (con las deficiencias que esto puede conllevar en la investigación microbiológica), la propiedad antimicrobiana de este alimento frente a bacterias aisladas de la superficie de la piel de los alumnos. El trabajo describe una sencilla metodología de aislamiento microbiano y del ensayo de la actividad “antibiótica” natural de este bulbo, con resultados muy positivos en la observación y análisis por parte del discente, la evaluación por el docente, así como por ser fácilmente reproducible por el resto de la comunidad científico-educativa. La actividad permitió un aumento de la consideración y de la motivación por la materia de ciencias de los alumnos, así como el decidido trabajo cooperativo necesario para su ejecución. No obstante, requirió de una tutorización constante por parte del docente.

ABSTRACT

Onion (*Allium cepa* L.) has been used since immemorial time, both from the point of culinary view and its therapeutic properties. In this communication is tested (*in vitro*) and in a compulsory education secondary laboratory (with the deficiencies that this may lead to microbiological research), the antimicrobial property of this food against isolated bacteria from the skin surface of the students. The paper describes a simple methodology of microbial isolation and the testing of the natural “antibiotic” activity of this bulb, with very positive results in the observation and analysis by the student, evaluation by the teacher, as well as be easily reproducible by the rest of the scientific-educational community. The activity allowed an increase in the consideration and motivation for the sciences subject by the students, as well as the determined cooperative work for its execution. However, it required constant tutoring by the teacher.

I. INTRODUCCIÓN

Las relaciones entre el ser humano y las plantas que le rodean, especialmente su posible aprovechamiento en la fabricación de herramientas, como alimento sustento de la vida, como remedio curativo de ciertas enfermedades... son objeto de trabajo de una disciplina botánica de gran trascendencia en farmacología, la etnobotánica. Su estudio en las aulas de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) queda apartada por el amplísimo currículo que ha de abordarse, tal siendo el caso de las características generales de las plantas y sus funciones vitales (1º de ESO, Biología y Geología), así como los diversos aspectos de la fisiología vegetal desde un punto de vista citológico y bioquímico (1º de Bachillerato, Biología y Geología) (BOE, 2015; BORM, 2015a y 2015b). Las aportaciones sobre etnobotánica al alumnado pueden darse en (1) las salidas al campo, como principal

vía extraescolar, donde el conocimiento del hábitat de muchas comunidades de plantas silvestres o cultivadas por la actividad humana nos puede acercar algunos de sus usos, así como en (2) los trabajos en el laboratorio, esclareciendo algunas de las tradicionales propiedades por las que tanto se ha hablado en la tradición oral transmitida de padres a hijos (LÓPEZ, 2011; LÓPEZ & BORONAT, 2018). Los trabajos prácticos constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias. En palabras de A. CAAMAÑO (2010), los trabajos prácticos permiten una multitud de objetivos: “familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las clases de ciencias, el contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar, el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo, la aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teórico-prácticos y, en definitiva, la comprensión procedimental de la ciencia”.

Entre las plantas con más propiedades farmacológicas y que más se han discutido entre la comunidad científica, se encuentran la familia Liliáceas (FONT-QUER, 2007). A los ajos y cebollas se le han atribuido propiedades fabulosas desde la antigüedad. Dioscórides les asignó, en su obra magna sobre “Plantas y remedios medicinales”, atributos casi milagrosos (DIOSCÓRIDES, 1998). En la actualidad, numerosas publicaciones específicas en fitoterapia y farmacología, así como más de 100.000 entradas en un buscador genérico en Internet, con las palabras clave “propiedades farmacológicas del ajo y cebolla”, se les aplican las de antioxidante, hipolipemiente, antiteratogénica, antitrombótica, hipotensora, antimicrobiana, antifúngica, anticancerígena, antitumorogénica e inmunomoduladora (LÓPEZ-LUENGO, 2007; DOMINGO & LOPEZ-BREA, 2003; JEREZ-VILTE *et al.*, 2017; RAMÍREZ *et al.*, 2016; COLINA, 2017; y citas varias en estas referencias). FONT-QUER (2007) atribuyó las milagrosas acciones de estas plantas a su composición rica en compuestos sulfurados, caso del disulfuro de alilpropilo ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$) en el caso de la cebolla, o del disulfuro de alilo ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$) en el ajo. Pero, ¿sería posible estudiar alguna de estas propiedades por parte del alumnado de ESO, observándose y comprobándose con un material escolar rudimentario como el que puede encontrarse en un laboratorio de enseñanza media? Con ingenio y creatividad, puntos básicos del trabajo inicial con este tipo de alumnado, podemos permitirnos mostrar algunas de las acciones que se les atribuyen a estas plantas; si bien nos centraremos en la antimicrobiana.

1.1. Objetivos

La actividad que se plantea en esta comunicación tiene como principales objetivos de trabajo en el aula: (1) dar a conocer los aspectos básicos de la microbiología y el cultivo de microorganismos sobre placas de Petri que portan medios sólidos mediante el empleo de espesantes, caso del agar-agar, (2) discutir la bioquímica sencilla derivada del conjunto de reacciones que pueden presentarse una vez analizada la experiencia y (3) comprobar el efecto antimicrobiano de la cebolla (*Allium cepa* L.), por difusión de algunos de sus componentes en la superficie del medio de cultivo, sobre dos cepas bacterianas aisladas previamente de las manos de algunos discentes del grupo. Para ello, el alumnado tendrá que (4) manejar material básico de laboratorio, (5) confeccionar un cuaderno de trabajo donde se refleje todo el proceso de investigación requerido, así como (6) desarrollar unas conclusiones parciales que intenten dilucidar el problema objeto de estudio.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Aislamiento de bacterias

Con el objetivo de obtener una microbiota de trabajo más próxima al alumnado, se procedió con una metodología de aislamiento de microorganismos de la superficie de las manos, tal y como describen LÓPEZ (2009) y LÓPEZ & BORONAT (2018). En un matraz Erlenmeyer de 250 ml se vertieron 100 ml de agua del grifo, $\frac{1}{4}$ de cubito de caldo de carne concentrado para suministrar vitaminas y oligonutrientes, 1 g de glucosa anhidra (en su defecto azúcar de mesa) como fuente de carbono, 0.2 g de cloruro de sodio (NaCl) como sal reguladora del equilibrio iónico de la solución final y 1.2 gramos de agar-agar con el objetivo de solidificar el medio de cultivo. Tras llevar a ebullición durante 2 minutos, manteniendo las medidas oportunas para prevenir lesiones entre el alumnado, se vertieron unos 25 ml del medio aún caliente en placas de Petri estériles de 90 mm de diámetro. Antes de proceder con el vertido, será necesario la limpieza

escrupulosa del área de trabajo y de la manos de los estudiantes responsables del proceso.

Tras dejar solidificar durante 24 horas, los alumnos dispusieron los dedos sobre la superficie del medio solidificado. La incubación de las placas de Petri con el medio inoculado se llevó a cabo a temperatura ambiente, durante un tiempo de cinco (si se dispone de incubadora) a diez días, protegidas dentro de una bolsa de plástico resellable para evitar la contaminación bacteriana o fúngica exógena. Como control de la experiencia no se inoculó una placa con medio de cultivo, incubándose junto al resto. Tras el crecimiento de las colonias microbianas, con ayuda de un asa de Kolle (si bien valdría igualmente, si no se dispone de la misma, un hisopo o bastoncillo de los que se utilizan en la higiene diaria) se tomó una colonia y se extendió sobre medio virgen para obtener una gran masa de microorganismos, con la finalidad de obtener un monocultivo. En nuestro caso se aislaron dos colonias representativas y fácilmente distinguibles por su color y morfología al microscopio óptico: amarilla (sarcina lútea, *Micrococcus luteus*) y rosada (*Roseomonas* sp.). Estos últimos cultivos se iban resembrando para tener una población abundante y reciente de bacterias en fase exponencial de crecimiento, muy útil para los ensayos de antibiosis y comprobación de actividad antimicrobiana.

2.2. Observaciones al microscopio óptico

Con la ayuda de un asa de Kolle o un palillo mondadientes de cocina, se tomó una masa de colonia microbiana y se suspendió en un gota de agua del grifo dispuesta sobre un portaobjetos. Tras cubrir la preparación con un cubreobjetos se llevó a cabo su observación bajo un microscopio de campo claro (Optika B290) y objetivo 100x de inmersión en aceite. Las imágenes de los cultivos microbianos se obtuvieron mediante una cámara digital (Scope) y posterior tratamiento con el software informático adjunto a la misma (Scope-Photo).

2.3. Actividad antimicrobiana de la cebolla

En un mortero de porcelana o vidrio, perfectamente lavado con abundante agua y jabón, se frotó un algodón embebido en alcohol etílico para eliminar las formas vegetativas de bacterias e hifas fúngicas que pudieran haber colonizado su superficie. Se flameó su interior para eliminar los restos de alcohol, vertiéndose —a continuación— el contenido troceado de $\frac{1}{4}$ de cebolla blanca (*Allium cepa* L.) y homogeneizándose el material biológico con la ayuda del mango del mortero (Figura 1a).

A continuación, sobre una placa de Petri provista de medio virgen, y con la ayuda de un hisopo, se frotó sobre su superficie el contenido de una de las colonias microbianas aisladas procedentes de una placa de cultivo bacteriano puro en “fase exponencial de crecimiento” (Figura 1b). En el centro de la misma, y con la ayuda de una cucharilla metálica (perfectamente limpia y esterilizada a la llama del mechero Bunsen) se dispuso una pequeña cantidad de cebolla machacada (Figura 1d). Las placas de incubaron a temperatura ambiente durante 4 días.

Paralelamente a esta experiencia, la cebolla sobrante se vertió en un vaso de precipitados junto a 2 ml de agua del grifo. Se calentó hasta ebullición durante 1 minuto (Figura 1c). Transcurrido este tiempo, se procedió de igual modo al descrito anteriormente, disponiéndose una pequeña cantidad de esta cebolla machacada y hervida (a temperatura ambiente) en el centro de una placa de Petri provista de una dispersión de una colonia de bacterias. Las placas de incubaron a temperatura ambiente de 4 días.

2.4. Metodología en el aula-laboratorio y características del alumnado

Se apostó por una metodología de trabajo en el aula que promoviera un entorno activo y participativo entre el alumnado. La actividad planteada en esta comunicación se llevó a cabo en dos clases independientes: 4º de ESO (opción de curso académico con iniciación al bachillerato) del IES “Antonio Menárguez Costa” de Los Alcázares (Murcia) y de 1º de Bachillerato (modalidad de ciencias) que cursaban en el IES “Ricardo Ortega” de Fuente Álamo (Murcia), constituidas por 18 y 20 alumnos, respectivamente. El alumnado se repartía en las mesas de trabajo del aula laboratorio en grupos de 4 discentes.

A lo largo de la etapa de enseñanza media y bachillerato, las salidas a lugares de interés geológico-minero, botánico y medioambiental son fundamentales en nuestro

centro de estudios como complemento del correcto proceso de enseñanza-aprendizaje en la materia de Biología y Geología. El objetivo de constatar a largo de la excursión el logro del aprendizaje sobre el empleo de algunas plantas cotidianas desde tiempos pretéritos, se complementa con actividades de laboratorio como la que se presenta en esta comunicación. La presencia de plantas con porte bulboso durante las salidas, caso de los gladiolos y ajos silvestres (*Gladiolus illyricus* y *Allium sphaerocephalon*), dan juego al docente para preguntar al alumnado algunas propiedades tradicionales que se le atribuyen a los ajos y las cebollas convencionales. De regreso al aula, en una 1ª sesión se pidió al alumnado trabajar la búsqueda de información en Internet sobre el uso terapéutico del ajo y la cebolla, como antimicrobianos naturales. Del mismo modo, fue muy importante extraer una metodología sencilla de trabajo para poder poner de manifiesto esta actividad “antibiótica” en nuestro laboratorio e inferir (mediante bibliografía) los agentes bioquímicos responsables de la misma. Tras la puesta en común, después de una semana de trabajo en casa, se acuñaron metodologías de trabajo (en una segunda sesión) basadas en extractos purificados de estos bulbos, con la problemática derivada de la contaminación exógena que se derivarían de un mal uso y la falta de condiciones asépticas en nuestro laboratorio de trabajo.

Para ello, siguiendo la metodología de trabajo propuesta por LÓPEZ & BORONAT (2018) se derivaron dos líneas de trabajo: (1) aislamiento de bacterias donde evidenciar la actividad antimicrobiana y (2) comprobación de la misma desde un punto de vista sencillo, como se ha postulado en esta comunicación. Tras la toma de decisión, se trabajó con los discentes un nivel I de indagación de trabajo práctico, averiguando el alumno el resultado de forma autónoma (HERRON, 1971). Si bien uno de los objetivos de trabajo fue demostrar la presencia de actividad antimicrobiana por parte de la cebolla, la metodología de trabajo derivó en mostrar al discente nuevas variables dependientes (temperatura ambiente o cocción de la cebolla; siendo esta última utilizada desde el punto de vista culinario) o independientes (tipo de bacteria ensayada).

Los alumnos pudieron comprobar con la presente metodología de trabajo, en una 3ª sesión, cómo la cebolla presentaba actividad antimicrobiana frente a bacterias, en las cantidades utilizadas. Es decir, si atendemos al estudio de las llamadas “balas mágicas” que Paul Ehrlich definió a principios del siglo XX: moléculas con actividad selectiva, no ofreciendo actividad frente al ser humano y sí contra patógenos (COLLARD, 1985); la cebolla presentaba esta peculiaridad tan sorprendente.

El análisis del informe de trabajo elaborado por los estudiantes, los comentarios ofrecidos en la sesión de ideas y aspectos teóricos de la experiencia, y el procedimiento desarrollado en el laboratorio fueron valiosos instrumentos de evaluación del grupo de alumnos motivados por las ciencias. Los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje que se pretendían conseguir con esta actividad práctica de trabajo en el laboratorio se especifican en la Tabla I.

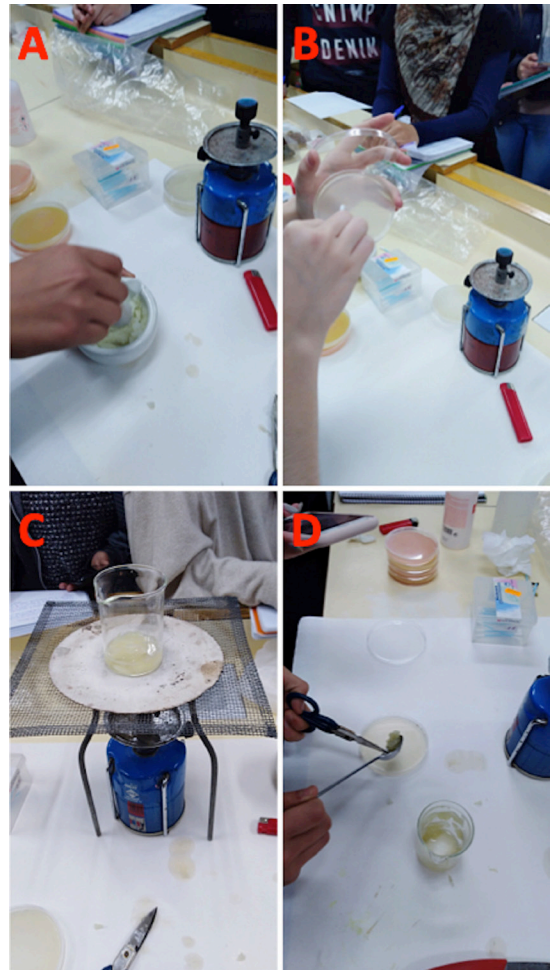


Figura 1. Metodología de trabajo diseñada para esta experiencia. (a) Triturado de la cebolla con la ayuda de un mortero. (b) Siembra con la ayuda de un hisopo, de los que se emplean en la limpieza diaria, sobre una placa de Petri provista de medio de cultivo virgen de una colonia bacteriana. Denótese en todo momento el mechero Bunsen encendido para prevenir posible contaminación exógena. (c) La cebolla sobrante después de realizar el primer ensayo se llevó a ebullición, con el objetivo de comprobar si el proceso térmico eliminaba o mantenía el poder antimicrobiano. (d) Depósito del material vegetal triturado en el centro de una placa de Petri provista de medio de cultivo e inoculada por una colonia bacteriana. Fotos: J.P. López y R. Boronat.

Tabla 1. Registro de criterios de evaluación y estándares de aprendizaje empleados en el proceso de evaluación de esta actividad.

Criterio de evaluación	Estándar de aprendizaje	
1.- Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto preciso y adecuado a su nivel.	1.1.- Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito.	Bloque 1. Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica.
2.- Buscar, seleccionar e interpretar la información de carácter científico y utilizar dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con el medio natural.	2.1.- Busca, selecciona e interpreta la información de carácter científico a partir de la utilización de diversas fuentes. 2.2.- Transmite la información seleccionada de manera precisa utilizando diversos soportes.	
3.- Realizar un trabajo experimental con ayuda de un guión de prácticas de laboratorio o de campo describiendo su ejecución e interpretando sus resultados.	3.1.- Conoce y respeta las normas de seguridad en el laboratorio, respetando y cuidando los instrumentos y el material empleado.	
4.- Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico.	4.1.- Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia.	Bloque 4. Proyecto de investigación.
5.- Elaborar hipótesis y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y argumentación.	5.1.- Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone.	
6.- Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención.	6.1.- Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.	
7.- Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo.	7.1.- Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.	
8.- Presentar y defender en público el proyecto de investigación realizado.	8.1.- Diseña pequeños trabajos de investigación sobre animales y/o plantas, los ecosistemas de su entorno o la alimentación y nutrición humana para su presentación y defensa en el aula. 8.2.- Expresa con precisión y coherencia, tanto verbalmente como por escrito, las conclusiones de sus investigaciones.	

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Aislamiento de bacterias

La incubación a temperatura ambiente durante 10 días de las placas de Petri provistas de medio inoculado por la microbiota presente en las manos de los alumnos ofreció resultados sorprendentes para el discente y que se recogen en la Figura 2. Cantidades enormes de colonias pigmentadas de bacterias, junto a material fungoso, rellenaban la superficie de la placa de Petri. El control de la experiencia dio negativo para el crecimiento de bacterias o de hongos, cuyas formas de resistencia podrían alojarse en el interior de los ingredientes (agua del grifo, agar, caldo de carne y glucosa) que configuraban el caldo de cultivo. Si se desea conocer algunas de las colonias que crecen sobre la superficie de estas placas de Petri se recomienda la lectura de LÓPEZ (2009) y LÓPEZ & BORONAT (2018). En nuestro caso, objeto de esta comunicación, nos interesamos por las colonias amarillas, mayoritarias en las placas, atribuidas a la sarcina lutea (*Micrococcus luteus*) y por un grupo de colonias rosadas que, tras las observaciones al microscopio óptico de campo claro y objetivo 100x de inmersión en aceite, se asignaron al género *Roseomonas* sp. (ver Figuras 2b, 2c y 2d). Entre las principales características para ambos grupos microbianos destacan: *Micrococcus luteus* es una especie microbiana, grampositiva, miembro habitual de la flora bacteriana humana presente en la piel (MADIGAN *et al.*, 2004). El grupo toma el epíteto de sarcina por la disposición habitual cúbica que adquieren las bacterias en el espacio (Figura 2c). Por el contrario, *Roseomonas* es un grupo de bacterias gramnegativas, con morfología colonial convexa, opaca a la luz y coloración rosa, que ha podido aislarse como microbiota habitual en el ser humano, así como en variopintos ambientes naturales (KIM *et al.*, 2017).

En los cultivos microbianos también se hallaron signos de actividad antibiótica por parte de algunas colonias de aspecto liqueniforme, atribuidas al género *Bacillus* sp. (LÓPEZ & BORONAT, 2014), recordando aspectos de serendipia como el llevado por A.

FLEMING (1929) en el descubrimiento de la penicilina.

3.2. Actividad antimicrobiana de la cebolla. Efecto de la temperatura

La Figura 3 muestra la incubación de un confluente bacteriano, durante 4 días a temperatura ambiente, de *Micrococcus luteus* y *Roseomonas* sp. en presencia de un macerado de cebolla natural y de otro de cebolla cocida. Se destaca en la imagen la presencia de una zona de inhibición o halo donde la bacteria, independientemente de su género microbiano, es incapaz de acercarse a la inmediatez de la maceración del bulbo de cebolla (placas de la izquierda). LÓPEZ (2011) describe un efecto similar encontrado en la sarcina lutea, con la metodología ensayada, cuando la misma se enfrenta a los productos de excreción de un macerado de ajo (*Allium sativum*). Incluso este mismo autor describe la actividad antimicrobiana de este mismo alimento sobre hongos imperfectos de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus* (LÓPEZ & BORONAT, 2018); actividad que ya discutían DAVIS *et al.* (2003) con metodologías complejas *in vitro* de laboratorio.

La actividad antimicrobiana de la cebolla ha sido detallada en la bibliografía a raíz de los trabajos de GARCÍA (2007), ADESHINA *et al.* (2011), SABLE *et al.* (2014), así como citas varias en estas referencias. En todos los casos se trabaja con extractos acuosos o disoluciones alcohólicas de este bulbo, cepas bacterianas patógenas para el ser humano y que ofrecen resistencia a antibióticos (con el peligro que esto conlleva), bajo condiciones de asepsia típica de un laboratorio de investigación. La presente metodología, al contrario, describe y permite la observación directa al alumnado de enseñanza media de la actividad antimicrobiana de la cebolla, sin necesidad de trabajar con extractos de plantas que pueden entrañar dificultad en su extracción y en el manejo del instrumental complejo.

Los compuestos volátiles sulfurados presentes en la composición química de las Liliáceas son los responsables directos de la actividad antimicrobiana (FONTQUER, 2007; LÓPEZ, 2011). Entre los mismos, la alicina, el disulfuro de alilpropilo o el disulfuro de dialilo son las moléculas que se brindan esta capacidad bactericida (YADAV *et al.*, 2015). Clásicos trabajos llevados a cabo con alicina ponen de manifiesto que la actividad antimicrobiana se debe a una inhibición total de la síntesis de ARN, sumado a una inhibición parcial de la síntesis de ADN y de proteínas (FELDBERG *et al.*, 1988). Su volatilidad queda demostrada en la segunda experiencia llevada a cabo. El tratamiento térmico a la cebolla troceada permite la eliminación de todo un conjunto de sustancias con actividad antimicrobiana, permitiendo que las bacterias de los géneros descritos en esta comunicación se desarrollen en las inmediaciones del bulbo tratado (Figura 3, placas derecha). Esta característica da mucho que pensar en cuanto al modo de procesamiento

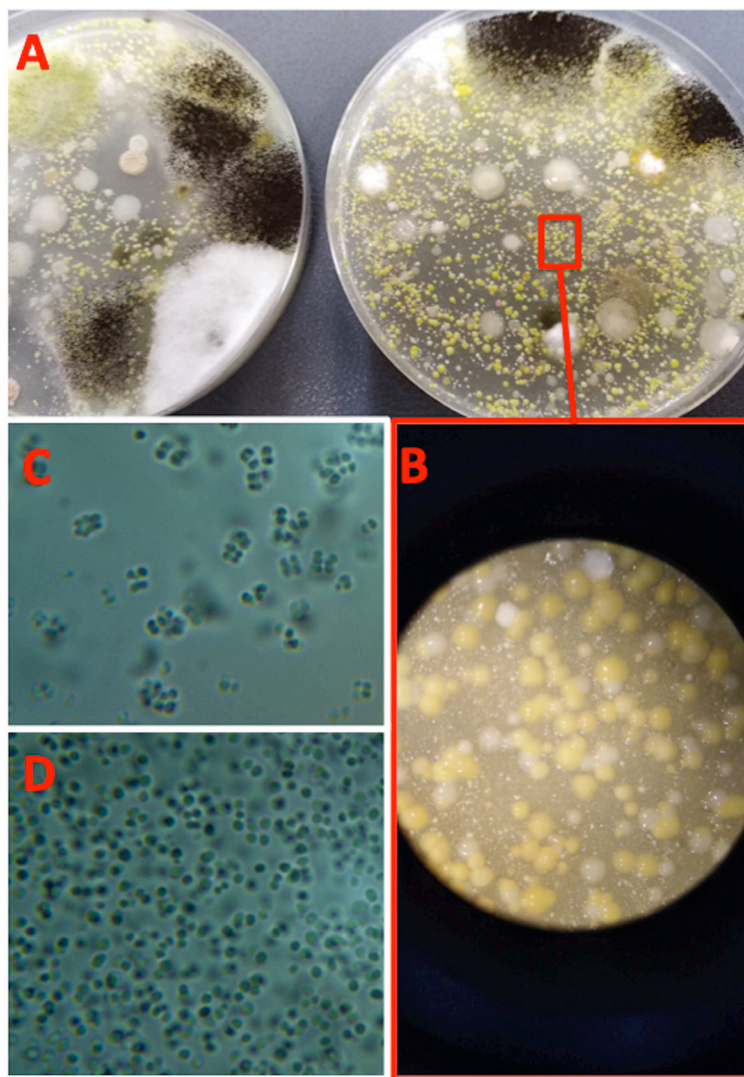


Figura 2. (a) Placas de recuentos de viables heterótrofos procedentes de la superficie de los dedos de las manos de cinco alumnos de enseñanza media. (b) Ampliación de un campo de una de las placas de Petri a la lupa estereoscópica (10x). Imagen tomada con la cámara del Smartphone de un alumno. (c) y (d) Morfología de la colonia amarilla de sarcina lutea (*Micrococcus luteus*) y rosa (*Roseomonas* sp), respectivamente, vistas al microscopio óptico de campo claro y objetivo 100x e inmersión en aceite. Fotos: J.P. López.

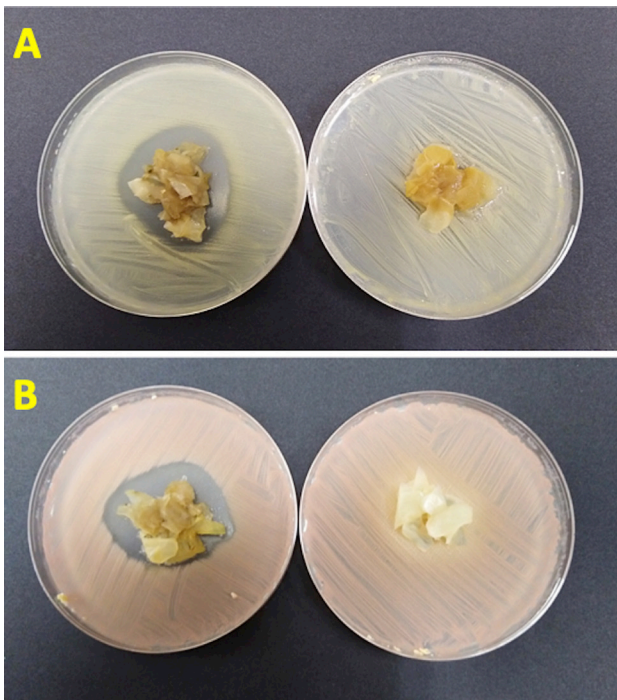


Figura 3. Actividad antimicrobiana de la cebolla (*Allium cepa*) sobre cepas de *Micrococcus luteus* (a) y *Roseomonas* sp. (b) aisladas de placas de recuentos de viables heterótrofos en las manos de los alumnos de enseñanza media. Denótese el halo de inhibición generado en las placas de la izquierda. Cuando la cebolla fue cocinada durante 2 minutos, las bacterias crecieron en su inmediación (cultivos derecha), indicando la pérdida o termolabilidad de los posibles compuestos antibacterianos. Fotos: J.P. López.

de este tipo de alimento y la pérdida de algunas de las cualidades atribuidas, entre las que destaca la antimicrobiana. Además, el uso de compuestos antimicrobianos naturales está teniendo especial interés -en los últimos años- en la industria agroalimentaria como medida de conservación, ya que el uso de elevadas concentraciones de agentes químicos convencionales, caso de los sulfitos, están acarreando daños importantes en la salud de los consumidores (RODRÍGUEZ, 2011).

3.3. El trabajo práctico en el aula

Los trabajos prácticos experimentales son considerados como una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias (NICOLÁS, 2016; LÓPEZ & BORONAT, 2018). Tal y como nos indicó CAAMAÑO (1992), los trabajos prácticos se han empleado siempre en el aula como un tipo de metodologías activas que permiten enseñar el uso instrumental o las técnicas de experimentación. Además, este tipo de actividades van más allá, englobando la resolución de una gran cantidad de problemas científicos (CARMEN, 2000).

La actividad presentada en esta comunicación permitió la motivación directa del alumnado con un tipo de trabajos prácticos de laboratorio distintos, alejados de los rutinarios presentados hasta el momento en el aula y que se describen convencionalmente en los libros de texto utilizados por los docentes, permitiendo un conocimiento vivencial del fenómeno propuesto (cercanía del alimento y mostrar la actividad antimicrobiana ensayada), la búsqueda de variables y su significación (dependencia e independencia, caso del tipo de bacteria testada y la temperatura). Además, y en

palabras de CAAMAÑO (2010), la actividad ofreció contrastar y comprobar la hipótesis (de si el alimento mostraba o no actividad antimicrobiana), proporcionando para ello el manejo de un instrumental sencillo y el uso de una técnica básica de laboratorio. También se permitió con ello la posibilidad de acercarse al discente la metodología y los procedimientos propios de la indagación (CAAMAÑO, 2012), a través del planteamiento del problema (comprobación de la actividad antimicrobiana en algunos alimentos), la planificación del método, la realización experimental, la evaluación y la comunicación mediante un informe de trabajo. Todos estos aspectos han sido trabajados en esta experiencia de laboratorio, fomentándose una amplia comprensión procedimental de la ciencia.

El registro de criterios de evaluación y estándares de aprendizaje (Tabla 1) fue muy positivo en las dos clases, de dos centros de enseñanza secundaria distintos, con los que se trabajó. El gran problema encontrado con este tipo de actividades de laboratorio es la necesidad constante del profesor de aula para la asignación del procedimiento de estudio en el laboratorio y el análisis de los resultados. No obstante, el alumnado agradeció muy positivamente este tipo de nuevas prácticas de laboratorio, consiguiéndose con ello una gran motivación durante la realización de la actividad, así como el trabajo cooperativo requerido para conseguir el objetivo final.

4. CONCLUSIÓN

Esta comunicación pone de manifiesto una técnica de laboratorio sencilla para demostrar la actividad antimicrobiana de algunos alimentos, caso de la cebolla. El modelo permite observar y comentar con el alumnado los conceptos básicos del halo de inhibición y las posibles causas de su formación, así como su analogía con los antibiogramas clásicos utilizados en clínica. La inhibición se lleva a cabo de forma independiente al tipo de cepa microbiana ensayada y dependiente a la temperatura de

tratamiento del bulbo (no mostrando actividad sobre las bacterias detalladas con su cocción).

Esta actividad práctica pretende contribuir a un mejor conocimiento de la ciencia como asignatura cercana y posible de llevar a cabo en laboratorios convencionales de Educación Secundaria, favoreciendo con ello una mayor cercanía científica, una mejor comprensión y aportando nuevas herramientas didácticas para el docente.

El desarrollo de la experiencia con alumnos de estos grupos académicos permitió definir: (1) la tutorización constante por parte del docente para el correcto proceso de la actividad, (2) la consideración muy positiva por parte del alumno de este tipo de trabajos prácticos en el laboratorio, (3) la importante motivación lograda durante la realización de la misma y (4) el decidido trabajo cooperativo para conseguir el objetivo final.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su más profundo agradecimiento a los alumnos de 1º de Bachillerato de las materias de Biología-Geología y Anatomía aplicada del IES "Ricardo Ortega" de Fuente Álamo (Murcia), y a los de 4º de ESO de Cultura Científica del IES "Antonio Menárguez Costa" de Los Alcázares (Murcia), curso 2018-2019, por el interesante trabajo desarrollado que ha culminado en la elaboración de esta comunicación y su difusión al ámbito docente y científico.

BIBLIOGRAFÍA

- ADESHINA, G., JIBO, S., AGU, V.E. & EHINMIDU, J.O. 2011. Antibacterial activity of fresh juices of *Allium cepa* and *Zingiber officinale* against multidrug resistant bacteria. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 2(2): 289-295.
- BOE. 2015. Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3: 169-546. <<https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>> [Consulta 3-3-2019].
- BORM. 2015a. Decreto nº 220/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *Boletín Oficial de la Región de Murcia*, 203: 30729-31593. <[https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=21221&IDTIPO=100&RASTRO=c77\\$m4507,3993](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=21221&IDTIPO=100&RASTRO=c77$m4507,3993)> [Consulta 3-3-2019].
- 2015b. Decreto nº 221/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *Boletín Oficial de la Región de Murcia*, 203: 31594-32545. <[https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=21239&IDTIPO=100&RASTRO=c77\\$m4507,3993](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=21239&IDTIPO=100&RASTRO=c77$m4507,3993)> [Consulta 3-3-2019].
- CAAMAÑO, A. 1992. Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula de Innovación Educativa*, 9: 61-68.
- 2010. Los trabajos prácticos en ciencias. En: JIMÉNEZ, M.P., CAAMAÑO, A., OÑORBE, A., PEDRINACI, E. & PRO, A. de. Coords. *Enseñar ciencias*. Editorial Graó. Barcelona: 95-118.
- 2012. ¿Cómo introducir la indagación en el aula?: los trabajos prácticos investigativos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 18(70): 83-91.
- CARMEN, L. 2000. Los trabajos prácticos. En: PERALES, F.J. & CAÑAL, P. Eds. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Editorial Marfil. Alcoy: 267-282.
- COLINA, C. 2017. *Evaluación de las propiedades antiinflamatorias, antioxidantes e hipolipidémicas de cebolla procesada como ingrediente funcional in vitro y en modelo animal*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- COLLARD, P. 1985. *El desarrollo de la microbiología*. Editorial Reverté. Barcelona. 175 págs.
- DAVIS, S.R., PERRIE, R. & APITZ-CASTRO, R. 2003. The *in vitro* susceptibility of *Scedosporium prolificans* to ajoene, allitridium and a raw extract of garlic (*Allium sativum*). *Journal of Antimicrobial and Chemotherapy*, 51: 593-597. <<https://academic.oup.com/jac/article/51/3/593/897284>> [Consulta 5-4-2019].
- DIOSCÓRIDES. 1998. *Plantas y remedios medicinales (De materia médica)*. Libros I-III. Editorial Gredos. Madrid. 486 págs. <<http://archive.org/details/DioscoridesPlantasYRemediosMedicinalesLibrosIIIIIGredos>> [Consulta 4-4-2019].
- DOMINGO, D. & LÓPEZ-BREA, M. 2003. Plantas con acción antimicrobiana. *Revista española de quimioterapia*, 16(4): 385-393. <<http://www.seq.es/seq/0214-3429/16/4/385.pdf>> [Consulta 4-4-2019].
- FELDBERG, R.S., CHANG, S.C., KOTIK, A.N., NADLER, M., NEUWIRTH, Z. & SUNDSTROM, D.C. 1988. *In vitro* mechanism of inhibition of bacterial cell growth by allicin. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 32: 1763-1768. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC176014/>> [Consulta 5-4-2019].
- FLEMING, A. 1929. On the antibacterial action of cultures of a *Penicillium*, with special reference to their use in the isolation of *B. influenzae*. *British Journal of Experimental Pathology*, 10: 226-236. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2048009/>> [Consulta 10-1-2019].

- FONT-QUER, P. 2007. *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*. Ediciones Península. Barcelona. 1033 págs.
- GARCÍA, R.O. 2007. Evaluación de la inhibición del crecimiento de cinco cepas bacterianas patógenas por extractos acuosos de *Allium sativum*, *Allium fistulosum*, *Allium cepa*: estudio preliminar in vitro. *Revista Bistua*, 5: 69-79.
- HERRON, M.D. 1971. The nature of scientific inquired. *School Review*. 79:171-212.
- JÉREZ-VILTE, A., DÍAZ DE OROPEZA, R., VARGAS, M. & RAMÍREZ, N. 2017. Estudio de las propiedades benéficas en la cebolla (*Allium cepa* L.) en el departamento de Tarija. *Ventana Científica*, 8(13): 7-12. < http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rvc/v8n13/v8n13_a03.pdf> [Consulta 5-4-2019].
- KIM, D.U., LEE, H., KIM, S.G. & KA, J.O. 2017. *Roseomonas terricola* sp. nov., isolated from agricultural soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67(11): 4836-4841. <<https://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijsem.0.002389#tab2>> [Consulta 10-1-2019]
- LÓPEZ-LUENGO, M.T. 2007. El ajo. Propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas. *Ámbito Farmacéutico. Fitoterapia*, 26(1): 78-81.
- LÓPEZ, J.P. 2009. Microbiología básica en la educación secundaria obligatoria: el lavado de las manos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2): 319-324. <<https://revistas.uca.es/pre/index.php/eureka/article/download/3708/3295/+&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=es>> [Consulta 3-3-2019].
- 2011. Observación de la actividad antimicrobiana del ajo (*Allium sativum*) en el laboratorio de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(Núm. Extraordinario): 491-494. <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92022427017>> [Consulta 3-3-2019].
- LÓPEZ, J.P. & BORONAT, R. 2014. Serendipia en el laboratorio de educación secundaria. La antibiosis. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3): 410-415. <<https://reuredc.uca.es/index.php/eureka/article/download/2893/2570+&cd=6&hl=es&ct=clnk&gl=es>> [Consulta 5-4-2019].
- (2018). *Prácticas de microbiología básica en el laboratorio de educación secundaria. Una experiencia de 12 años de trabajo*. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Consejería de Educación, Juventud y Deportes. Murcia. 184 págs. <[http://www.carm.es/web/pagina!DCONTENIDO=17499&IDTIPO=246&RASTRO=c2709\\$m4331,4330](http://www.carm.es/web/pagina!DCONTENIDO=17499&IDTIPO=246&RASTRO=c2709$m4331,4330)> [Consulta 3-3-2019].
- MADIGAN, M.T., MARTINKO, J.M. & PARKER, J. 2004. *Brock. Biología de los microorganismos*. 10ª edición. Editorial Pearson/Prentice-Hall. New York. 1096 págs.
- NICOLÁS, C. 2016. “Salud y enfermedad” mediante trabajos prácticos: una propuesta de innovación educativa desarrollada en un grupo de 3º de ESO. Trabajo fin de máster. Universidad de Murcia.
- RAMÍREZ, H., NARCEDALIA, L. & MARTÍNEZ, E. 2016. Efectos terapéuticos del ajo (*Allium sativum*). *Salud y Administración*, 3(8): 39-47. <http://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol3num8/A4_Efectos_Terapeuticos_Ajo.pdf> [Consulta 5-4-2019].
- RODRÍGUEZ, E. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, 7(1): 153-170. <<http://www.redalyc.org/pdf/461/46116742014.pdf>> [Consulta 4-4-2019].
- SABLE, M., PUTTEWAR, T. & PATIL, R.Y. 2014. Investigation of antibacterial activity of *Allium cepa* (onion) and *Zingiber officinale* (ginger). *International Journal of Current Research*, 6(9): 8768-8778. < <https://www.journalcra.com/sites/default/files/issue-pdf/6076.pdf>> [Consulta 5-4-2019].
- YADAV, S., TRIVEDI, N. & BHATT, J. 2015. Antimicrobial activity of fresh garlic juice: An in vitro study. *An International Quarterly Journal of Research in Ayurveda*, 36(2): 203-207. < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4784133/>> [Consulta 6-4-2019].

