



Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación en aulas del CES

Sexta edición



**Primer Concurso de Proyectos
de Introducción a la Investigación
en aulas del C.E.S.
Sexta edición**

Compiladores

Claudia Cabrera Borges, Andrés Hirigoyen y Raisa López

2019

Apoya 

Este libro contiene los informes de los diez proyectos ganadores del Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación en aulas del C.E.S. en su sexta edición. Agradecemos la participación del profesor Héctor Roldós en el proceso de selección de los informes, a las profesoras Fabiana Farías y María José Neves por la edición de los abstracts, a la Mag. Prof. Virginia Gasdía y al Msc. Lic. Gustavo Riestra por el apoyo desde la organización de los Clubes de Ciencias y en especial a todos los estudiantes y docentes que año a año participan en el diseño e implementación de proyectos demostrando que el aprendizaje por investigación es posible.

Dra. Claudia Cabrera Borges, invitada por inspectores del CES organizadores del concurso, Prof. Andrés Hirigoyen y Prof^a. Raisa López, contenidistas del Portal Uruguay Educa por el CES.

Compilación, corrección de estilo, diseño y diagramación:
Claudia Cabrera Borges, Andrés Hirigoyen y Raisa López.

Fotos:
Autores de los informes.

Diseño de portada:
Daniel Gastelú.

Montevideo 2020

ISBN: 978-9915-40-280-2





**Administración Nacional de Educación Pública
Consejo Directivo Central**

Presidente del Consejo Directivo Central
Dr. Robert Silva García

Consejeros del Consejo Directivo Central
Dr. Juan Antonio Gabito Zóboli
Prof^a. Dora Araceli Graziano Marotta
Maestro Juan Pérez
Maestro Oscar Aníbal Pedrozo Cabrera

Consejo de Educación Secundaria

Directora del Consejo de Educación Secundaria

Lic. Prof^{ra}. Jenifer Cherro Pintos

Consejeros

Mag. Prof. Reina Pintos Ganón

Prof. Carlos Rivero Baptista

Inspección Coordinadora de Asignatura

Mag. Ariel Fripp

Inspecciones participantes del proyecto (2019)

Mag. Prof. Reina Pintos

Inspectora de Astronomía

Prof. Graciela Borba Mag. Prof. Daisy Imbert

Prof. Raúl Mesa Prof. Marta Villarreal

Inspectores de Biología

Prof. Antonia Gabarrot Prof. Ángeles Morales Prof. Alicia Priore

Inspectoras de Matemática

Prof. Alexandra Suárez

Coordinadora de Informática.

Prof. Mariella Marino Prof. Sandra Núñez Prof. Gabriela Zazpe

Inspectoras de Inglés

Espacio de Educación y Tecnología del CES

Prof. Richard Delgado

Ministerio de Educación y Cultura

Msc. Lic. Gustavo Riestra

Director Departamento de Cultura Científica

Mag. Prof. Virginia Gasdía

Gestora Canelones

Índice

Contenido

PRÓLOGO	6
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO 1. Información referida al Concurso	15
CAPÍTULO 2. Informes.....	25
1. ¿Avanza o retrocede? Estudiando el comportamiento de moscas para comparar repelentes naturales	26
2. <i>Allium cepa</i> como bioindicador de calidad de agua en la costa de Nueva Palmira	36
3. Análisis de una especie exótica que puede ser utilizada como desintegrador de Nylon: Caracoles degollados	45
4. Antibióticos naturales.....	58
5. Bioplástico ¿el compost del futuro?.....	63
6. Bocashi de Azolla	79
7. Consumo de azúcar invertido en Young	93
8. Resignificación del Arroyo Pantanoso y la Bahía del Cerro	111
9. SorbEATos: cambiando el presente, creando el futuro	131
10. Tras la huella de los indígenas	145

PRÓLOGO

En el presente libro digital se socializan los trabajos desarrollados por profesores y alumnos de liceos públicos y privados de Educación Secundaria del Uruguay seleccionados para integrar la Sexta Edición del “Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación”. En sus inicios las Inspecciones de Astronomía, Biología, Física y Química del Consejo de Educación Secundaria (CES) fueron las gestoras de este concurso.

Es muy grato para mí destacar que, al igual que lo sucedido con el concurso, los organizadores se han multiplicado. En estos momentos, la tarea es asumida por el Sector Ciencias Experimentales, Matemática e Informática del CES (Astronomía, Biología, Física, Química, Matemática e Informática) y cuenta para esta edición con la participación de la Inspección de Inglés (Integrante del Sector Lenguaje)

Una de las intenciones fundamentales de este proyecto es sostener y promocionar maneras diferentes de aprender y hacer ciencia por parte de los estudiantes. Al reconocerlos como sujetos de aprendizaje y partiendo de sus intereses personales, los profesores han podido acompañarlos en la aventura de investigar.

La palabra investigación proviene del latín *investigare* donde es posible detectar el prefijo *in*, en, dentro o sobre y *vestigare*, forma verbal derivada de *vestigium*, vestigio o huella. Por ello podría decir que la lectura de los diez proyectos seleccionados brinda elementos suficientes para detectar las pistas o huellas recorridas por los alumnos en la búsqueda de verdades científicas.

El lector se encontrará, por ejemplo, con **Tras la huella de los indígenas**, trabajo de indagación que relaciona fuertemente la genética con las ciencias sociales y detectará en cada uno de los proyectos un formato común de presentación que intenta respetar un protocolo de comunicación del proceso investigativo llevado a cabo. Ese proceso nace de una pregunta investigable como la que plantean los estudiantes del Liceo N°1 de Florida en el proyecto **Antibióticos naturales**. Esa pregunta sostenida inicialmente en creencias populares acerca del poder antibiótico de algunos vegetales es problematizada para provocar la respectiva investigación.

Si el lector desea tener una primera visión general de todos los trabajos aquí seleccionados, una lectura a los resúmenes de cada uno sería lo recomendable. Por ejemplo, al leer el resumen de **Análisis de una especie exótica que puede ser utilizada como desintegrador de Nylon: Caracoles degollados** tendrá una idea clara sobre el proyecto presentado.

Como ocurre en toda investigación, los estudiantes tuvieron la necesidad de determinar un objetivo general; en cada uno de los diez proyectos se evidencia precisión en la redacción del mismo. Destaco a modo de ejemplo, la elaboración de un bioplástico a base de cáscara de manzana que sea degradable en una vermicompostera. Este objetivo general pertenece a **Bioplástico ¿el compost del futuro?** del Liceo de Lascano en el departamento de Rocha. El lector podrá encontrar posteriormente un listado breve de objetivos específicos, pilares del general. A través de esos objetivos particulares es

posible también detectar la responsabilidad ciudadana de los estudiantes y cómo el proceso investigativo es engarzado en el contexto del liceo o de la localidad donde se encuentra la institución educativa. Así es como podrá leerse el proyecto del Liceo de Empalme Olmos, **Bocashi de Azolla** y apreciar el compromiso estudiantil con la comunidad y con la economía local.

Cuando al inicio de este prólogo enunciaba que el trabajo con proyectos de investigación contribuye con el proceso de aprendizaje, debo destacar que podrá observarse cómo los estudiantes al ahondar en aportes investigativos de académicos nacionales y extranjeros enriquecieron sus experiencias de aprender. Esos aportes son resumidos, en cada trabajo, en un muy bien estructurado Marco Teórico. En **Allium cepa como bioindicador de calidad de agua en la costa de Nueva Palmira** los estudiantes del liceo de esa ciudad no solo se quedaron con lo que ya conocían sino que profundizaron en aportes académicos muy bien registrados en el Marco Teórico propuesto.

Con una clara pregunta investigable como motor de la búsqueda, los objetivos bien definidos y la mirada enriquecida por el marco teórico, cada proyecto se adentra en la Metodología de investigación y los Materiales.

Importa destacar que tal vez este sea el aspecto a profundizar en posteriores ediciones pues lo que en general se presentan son las técnicas utilizadas y un muy buen detalle de los materiales empleados. Para investigar el **Consumo de azúcar invertido en Young**, los estudiantes del Liceo N°1 de esa localidad aplicaron, por ejemplo, encuestas y entrevistas. Los datos encontrados, y al decir de Sautu sembrados en el campo de investigación, son posteriormente objeto de profundos análisis de resultados. Destaco el realizado por los alumnos del Liceo N°61 de Montevideo en el proyecto **Resignificación del Arroyo Pantanoso y la Bahía del Cerro** quienes recurriendo a variados gráficos, datos numéricos y tablas realizan un análisis cuantitativo. Complementan lo hecho con el análisis cualitativo que atiende la palabra de los entrevistados; se podría decir que, sin quererlo, dieron a su trabajo un corte fenomenológico inesperado.

En cada uno de los proyectos el lector podrá acceder al apartado de las conclusiones, donde los datos analizados son contrastados con las hipótesis y objetivos previstos. Es en este lugar de los textos donde los estudiantes dando cuenta de su ética como investigadores presentan los hallazgos. Ejemplo de ello lo constituyen las conclusiones arribadas en **SorbEATos: cambiando el presente, creando futuro o ¿Avanza o retrocede? Estudiando el comportamiento de moscas para comparar repelentes naturales.**

Leonardo Da Vinci sostenía que la ciencia más útil era aquella cuyo resultado era el más comunicable. Los diez proyectos que integran este libro, dan cuenta no solo de procesos de aprendizaje, a través de la investigación, sino de una forma clara de expresarlos.

Mag. Prof. Ariel Fripp Rainiere
Inspector Coordinador de Asignatura
Consejo de Educación Secundaria

INTRODUCCIÓN

Proyectos de Introducción a la Investigación (PII) como oportunidad para realizar una evaluación formativa formadora y auténtica

En otras ediciones de la comunicación de los PII realizadas por el Consejo de Educación Secundaria (CES, 2017; CES, 2018), se ofrecen orientaciones referidas a cómo realizar este tipo de trabajos. En este caso, se hace foco en cómo la realización de estos proyectos permiten llevar adelante una evaluación que promueva mejoras en los aprendizajes.

1. Concepción de evaluación que actúa de marco

La enseñanza, el aprendizaje y la evaluación constituyen una tríada indisoluble que está determinada por las concepciones que tienen los docentes respecto a cada uno y también respecto a cómo se articulan entre sí. Enfoques actuales de la didáctica abogan por situar al aprendizaje en un lugar de privilegio (Neus Sanmartí, 2007; Fullan, Michael y Quinn, Joanne, 2017), y desde esta perspectiva la enseñanza y la evaluación se retroalimentan con el propósito de favorecer mejores aprendizajes. Si bien la evaluación generalmente ha ocupado un lugar de relevancia, no es igual que se la posicione al final de los procesos de enseñanza, a que se la ubique en el antes, durante y final de todo proceso educativo. Esta última perspectiva es coherente con caracterizar a la evaluación como formativa, formadora y auténtica.

1.1. Evaluación formativa

Existen múltiples conceptualizaciones de evaluación formativa (Camilloni, 2004; Neus Sanmartí, 2007; Anijovich y González 2016; Ravela, Picaroni y Loureiro, 2017, Anijovich y Cappelletti, 2017).

De acuerdo a lo expresado por Anijovich y González (2016, p.10), la evaluación formativa es “...un proceso en el que se recaba información con el fin de revisar y modificar la enseñanza y el aprendizaje en función de las necesidades de los alumnos y las expectativas de logro para alcanzar.” De acuerdo a lo que plantean las autoras esta forma de evaluar se constituye en una fuente de información que orienta la toma de decisiones por parte del docente con el propósito de diseñar estrategias tendientes a favorecer la mejora de los aprendizajes de los estudiantes. Según Sanmartí (2018) el proceso de evaluación consta de tres etapas: recoger datos; analizar y valorar, en procura de entender y finalmente tomar decisiones, para dar inicio a un nuevo ciclo. Para cumplir con el cometido de alcanzar la mejora resulta sustancial que en base a esa información obtenida se ofrezca retroalimentación que oriente a los estudiantes respecto a cómo realizar modificaciones en sus procesos para obtener resultados cada vez mejores.

En la misma línea, Philippe Perrenoud (en Camilloni 2004, p. 8) sostiene que: «Una evaluación es formativa si, al menos en la mente del profesor, está destinada a contribuir a la regulación de los aprendizajes en curso».

A lo mencionado Ravela y otros, (2017) agregan la identificación de estrategias características de la evaluación formativa (figura 1).

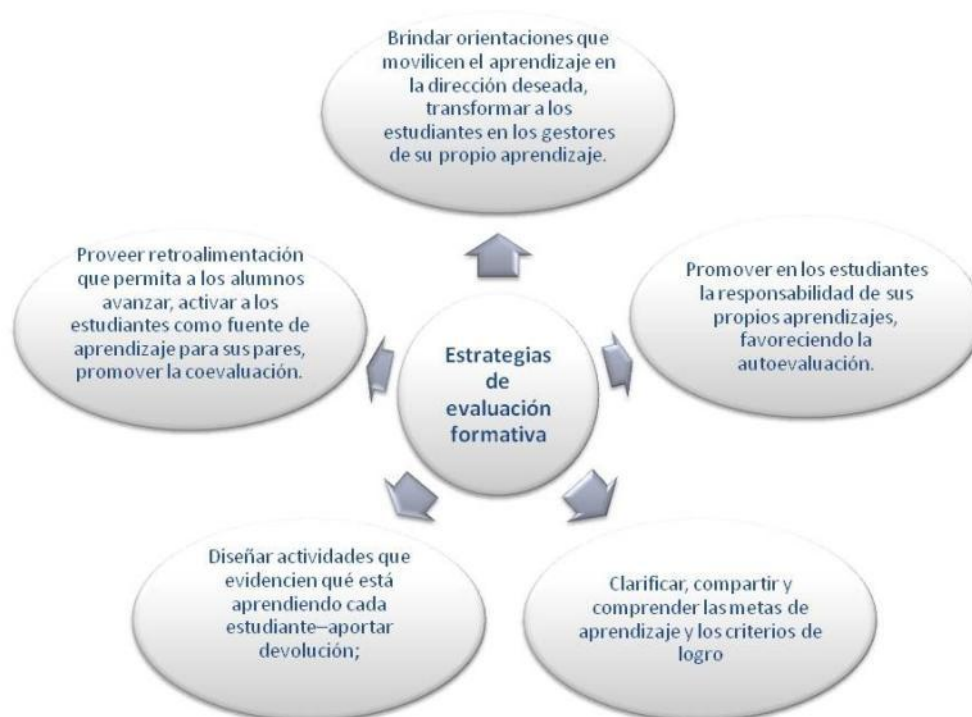


Figura 1. Estrategias de evaluación formativa. Fuente: Basado en Ravela y otros (2017)

Otro aspecto de central relevancia en este tipo de evaluación es la necesidad de explicitar los criterios de evaluación a través de instrumentos como pueden ser las rúbricas. Poner a disposición de los estudiantes que se espera de sus producciones es de enorme relevancia para orientarlos en sus procesos de producción, en tanto se brinda información relevante sobre qué será valorado (Anijovich y Cappelletti, 2017).

1.2. Evaluación Formadora

La evaluación formadora se encuentra en total consonancia con la formativa, y la complementa en tanto pone el foco en otorgar un rol protagónico a los estudiantes. Este tipo de evaluación busca preparar a los educandos para que aprendan a valorar sus propias producciones y las de sus pares, de forma tal que se desarrollen estrategias metacognitivas que les permiten reconocer sus procesos de pensamiento, con el propósito de controlarlos y así obtener mejores resultados (Maldonado, 2018).

De acuerdo a lo expresado por Perrenoud, (1999, p. 113) en este tipo de evaluación se «privilegia la autorregulación y la adquisición de las competencias correspondientes». Tanto la auto y la coevaluación permiten que el estudiante se distancie del clásico lugar de evaluado al de evaluador, con el agregado de incorporar herramientas para desencadenar procesos de reflexión (Cabrera, Imbert, Rebollo, 2019).

1.3. Evaluación Auténtica

Por su parte la evaluación auténtica, ofrece situaciones contextualizadas que requieren que los estudiantes pongan en juego procesos cognitivos complejos (Ravela y otros, 2017).

Para Herman, Aschbacher y Winters (1992, en Díaz Barriga, 2005) este tipo de evaluación supone que los educandos solucionen problemas reales para lo cual deben recurrir a sus conocimientos previos, combinándolos con sus aprendizajes recientes desarrollando múltiples habilidades. Vallejo y Molina (2014, p. 15) agregan que una evaluación auténtica «busca evaluar lo que se hace, identificando el vínculo de coherencia entre lo conceptual y lo procedimental; y, sobre todo, conduce a establecer el deseado vínculo de coherencia entre la enseñanza y la evaluación en distintos contextos de aplicación».

Proponer situaciones de evaluación auténticas sitúa a los estudiantes en un lugar activo en la producción de conocimiento y permite promover el desarrollo de competencias tanto básicas como científica.

2. La evaluación de los PII en consonancia con los tópicos teóricos de referencia

Los Proyectos de Introducción a la Investigación constituyen un claro ejemplo de propuesta que favorece la puesta en práctica de una evaluación formativa, formadora y auténtica. A continuación se detallan algunas características de este abordaje metodológico que permiten identificar cómo es posible evaluar a los estudiantes posicionándolos en un rol protagónico y convirtiéndolos gestores de sus procesos de aprendizaje.

2.1 Características de los PII que favorecen una evaluación formativa

Desde el momento de plantear la consigna de la elaboración de cada una de las etapas del proyecto se inicia el proceso de orientación. Por ejemplo, pautar con claridad qué es lo que deben tener en cuenta al formular una pregunta para que cumpla las características que permitan catalogarla como investigable, es clave para garantizar el logro de buenos resultados. Otra estrategia que puede contribuir a brindar apoyo a los estudiantes en su proceso de producción de los diferentes ítems que supone el proyecto de Introducción a la Investigación, es ofrecerles otras producciones que les permita observar cómo otros autores lo resolvieron. Para ello pueden resultar útiles las diferentes publicaciones de PII del CES. Ofrecer otras producciones elaboradas por pares resulta orientador, además, como se trata de una producción completamente creativa no es posible "copiar" lo redactado para otro problema.

También es necesario destacar la relevancia de explicitar los criterios de evaluación. Transparentar qué se espera que logren en cada sección es fundamental para que los educandos puedan saber por ejemplo qué se espera que incluyan en una discusión, o en cualquier otro apartado de la investigación. Las rúbricas son instrumentos útiles para dar a conocer lo esperado no solamente respecto al contenido de cada ítem del proyecto, sino que además pueden explicitar los criterios a considerar en cuanto al formato de la redacción del informe, o al trabajo colaborativo a realizar a la interna de un grupo, o lo que se espera que tengan en cuenta al momento de comunicar los resultados ya sea en una presentación oral, o en el diseño de un póster científico. Las rúbricas pueden ser elaboradas por el docente o pueden elaborarse en colaboración con los estudiantes y en

ocasiones que se logran altos grados de autonomía, los estudiantes pueden estar a cargo de la construcción de las rúbricas a utilizar en la evaluación.

Además de ofrecer con claridad los criterios, es relevante ofrecer una retroalimentación adecuada, para ello no basta con devolver a los alumnos la rúbrica en la que se indique los logros alcanzados. Es fundamental que se comuniqué qué es lo que se puede mejorar y brindar orientaciones que los ayude a cómo hacerlo.

Finalmente el proceso de evaluación formativa debe incluir la posibilidad de reelaboración. Los PII suponen la producción de textos académicos para lo cual es indispensable el desarrollo de diversas competencias entre las que se destaca la competencia comunicativa. Aprender a escribir, como todo procedimiento, se logra "haciendo", en este caso se logra escribiendo y re - escribiendo (Cassany, et al. 2002).

2.2 Los PII como promotores de una evaluación formadora

La evaluación formadora apunta a preparar a los estudiantes para que puedan valorar los procesos y los productos propios y de sus pares y que a partir de ello puedan pensar y proponer posibles mejoras. Por un lado la autoevaluación favorece el autoconocimiento y favorece la toma de decisiones que permiten realizar cambios en lo que aún no se ha logrado y fortalecer lo que ya se hace bien.

Un ejemplo en los PII puede ser en la elaboración de las preguntas investigables proponer a los estudiantes que las formulen y luego analicen si cumple o no con las diferentes características para ser factibles de desencadenar un proceso de indagación. El proceso de autoevaluación requiere orientaciones por parte del docente que se irán graduando de forma tal de lograr mayores grados de autonomía. Es un proceso que apela al desarrollo de la metacognición y por lo tanto el estudiante difícilmente habrá de desplegarlo en forma intuitiva, es por ello que el rol del docente cobra especial relevancia ofreciéndole pistas de qué es importante evaluar y cómo hacerlo. Resulta sustancial brindar ayuda para que los educandos sean capaces de identificar obstáculos y facilitadores que les permitan ir superándose y así realizar producciones cada vez mejores. El ejemplo mencionado, la formulación de preguntas investigables, es una clara muestra de la complejidad que conlleva su concreción, tanto para estudiantes como para educadores, por lo cual la es de enorme relevancia no solo realizarlo en sucesivas ocasiones sino que, además, es importante que cada formulación esté acompañada de un proceso de reflexión que brinde información al sujeto de cuánto se aproxima a lo deseado. Por tratarse de producciones altamente creativas no es posible usar una receta que diga está bien o mal, pero la utilización de rúbricas puede ser un recurso de gran utilidad para identificar qué debe estar presente al momento de redactar cada sección de un informe de investigación.

La coevaluación es otro componente sobre el cual hace foco la evaluación formadora. Sirve para este proceso las mismas aclaraciones que se realizaron para la autoevaluación, en tanto relevancia y necesidad de orientación. Apremiar y valorar las producciones de otros permite tener una perspectiva similar a la propia y ver a cómo otros resolvieron la propuesta. Aportar sugerencias a los compañeros es de gran ayuda para reflexionar sobre las producciones propias. Corresponde mencionar que la coevaluación posibilita trabajar otros aspectos del desarrollo de competencias, además del "saber" y del "saber hacer", en este caso es clave el "saber ser". Trabajar aspectos éticos, reflexionar sobre la importancia de qué y cómo transmitir a otro lo que puede mejorar es clave para que pueda tener efectos beneficiosos en todos los involucrados. La

coevaluación puede aplicarse para los diferentes ítems del proyecto y en algunos resulta particularmente relevante, por ejemplo promover la lectura cruzada de resultados es sustancial para asegurarse que otro comprenda lo que se pretendió comunicar, lo mismo en referencia a la discusión o a las conclusiones. La producción de textos académicos es un proceso de alta complejidad para lo cual leer y analizar lo realizado por otros es de suma relevancia.

En síntesis auto y coevaluación, promueven el desarrollo de estrategias de autocontrol de los procesos cognitivos y de autogestión del conocimiento.

Finalmente, en esto de convertirse de evaluados a evaluadores, corresponde mencionar la relevancia de ofrecer a los estudiantes la posibilidad de evaluar la propuesta de enseñanza que se les brinda y ponerlos en situación de sugerir propuestas de mejora. Cuando se los prepara en estos recorridos los adolescentes se tornan muy críticos y son capaces de realizar aportes que resultan invisibles a los ojos de los docentes.

2.3 Los PII como ejemplo de evaluación auténtica

La autenticidad de la evaluación a través de los PII parecería no requerir demasiadas explicaciones, al menos para quienes lo han aplicado parece resultar más que obvio. Algunas de las características que cumple esta modalidad de trabajo que resultan coherentes con la evaluación auténtica son:

- Contextualizar. El diseño de proyectos supone la selección de un tema por parte de los estudiantes y cada etapa que se desarrolle estará en coherencia con los propósitos que se persigan en relación al problema identificado. La selección de los tópicos por parte de los adolescentes permite que sea más fácil despertar el deseo de aprender. Si bien la elección debe estar en determinados encuadres, que en Educación Media están dados por los programas curriculares, el docente puede ofrecer grandes temas para que sean los estudiantes quienes decidan cuál es el problema que los motiva resolver. En el proceso de delimitación del problema vuelve a ser relevante la guía del docente para valorar con los educandos la viabilidad del mismo, de forma tal que no se generen frustraciones.
- Comunicar ideas. Comunicar a otros ya sea de forma oral, escrita y/o audiovisual, supone la puesta en juego de aprendizajes realizados a situaciones concretas que además permiten valorar el grado de desarrollo de la competencia científica en sus diferentes dimensiones (Franco Mariscal, 2015). A esto se suma que se pueda comunicar lo realizado a múltiples audiencias, que van desde sus pares en el espacio íntimo del aula, hasta la presentación de los proyectos en congresos liceales y/o las ferias de ciencias.
- Activar aprendizajes. Esta metodología permite diseñar situaciones de enseñanza y también de evaluación capaces de seducir a los estudiantes, para que se comprometan responsablemente en la resolución de la tarea, de esta forma la evaluación pierde su clásico estigma de fiscalizadora para convertirse en una oportunidad para aprender. A lo mencionado se suma que el lugar de aprender circula de forma tal que todos, estudiantes y docentes tienen algo para enseñar a otros y para aprender de quienes lo rodean.
- Elaborar producciones creativas. No es posible realizar dos PII iguales aunque se seleccione el mismo problema y eso hace que se trate de una oportunidad de

crear productos originales que dan cuenta de la transferencia de múltiples aprendizajes.

La autenticidad de la evaluación en el trabajo de los PII está dada principalmente en el entendido que para su realización: aprendizaje, enseñanza y evaluación están articulados de forma tal que sus fronteras se desdibujan y los dos últimos están totalmente al servicio de potenciar al primero.

Dra. Claudia Cabrera Borges

Referencias bibliográficas

- ANEP. (2018). *Libro del Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación (Cuarta edición)*. Recuperado de: <https://uruguayeduca.anep.edu.uy/recursos-educativos/2722>
- ANEP. (2019). *Libro del Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación (Quinta edición)*. Recuperado de: <https://uruguayeduca.anep.edu.uy/recursos-educativos/3137>
- Anijovich, R. y González C. (2016). *Evaluar para aprender. Conceptos e instrumentos*. Buenos Aires. Aique.
- Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad para aprender*. Buenos Aires. Paidós.
- Cabrera, C; Imbert, D; Rebollo, C (2019). *Evaluación auténtica en el marco del desarrollo de proyectos de introducción a la investigación*. Montevideo. Camus.
- Camilloni, A. (2004). “Sobre la Evaluación Formativa de los aprendizajes”. *Quehacer educativo*. N° 68. Diciembre. Montevideo.
- Cassany, D. et al. (2002). *Enseñar lengua*. Barcelona. Graó
- Díaz Barriga, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill.
- Fullan, M. y Quinn, J. (2017). *Coherencia. Los impulsores correctos en acción para escuelas, distritos y sistemas*. Montevideo, Red Global de Aprendizajes, Ceibal.
- Franco-Mariscal, A. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 231-252.
- Maldonado, A. (2018). ¿Cómo comprender mejor la evaluación? Cuatro temas para reflexionar con estudiantes en formación inicial docente». *Voces De La Educación*, 3(6), 111-125.

Sanmartí, N. (2007). *Diez Ideas clave. Evaluar para Aprender*. Madrid: Ed. Graó.

Ravela, P; Picaroni B, Loureiro, G. (2017). *¿Cómo mejorar la evaluación en el aula?* Montevideo. Ed. Magro.

Vallejo, M., Molina, J. (2014) “La evaluación auténtica de los procesos educativos”. *Revista Iberoamericana de Educación*. Nº 64 (2014), pp. 11-25 (ISSN: 1022-6508) - OEI/CAEU

CAPÍTULO 1. Información referida al Concurso

BASES del concurso 2019

Se invita a los docentes a trabajar con Proyectos de Introducción a la Investigación dentro del modelo didáctico de aprendizaje por indagación. Este modelo incluye múltiples formas de enseñar y de aprender que, a su vez, posibilitan el abordaje del conocimiento científico de manera similar a los procesos por los cuales se construye el mismo, potenciando el gusto por la ciencia, la motivación de los estudiantes, el desarrollo de la competencia científica y el logro de aprendizajes de calidad.

“La investigación está mostrando que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear el aprendizaje de las ciencias como una actividad, próxima a la investigación científica, que integre los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales” (Gil Pérez et al., 2005, p. 26).

Instancias

1. Congreso Científico Liceal
2. Feria Departamental de Clubes de Ciencia
3. Feria Nacional de Clubes de Ciencia

A continuación se exponen las pautas para los Congresos Científicos liceales.

Objetivos

- Fomentar la utilización de un modelo didáctico que atiende a la diversidad, inclusivo y posibilitador del desarrollo de competencias lingüísticas, científicas, digitales, del razonamiento lógico- matemático y del trabajo colaborativo.
- Propender a una nueva cultura en las estrategias de enseñanza que se utilizan en el aula, favoreciendo un abordaje atractivo de los temas curriculares.
- Propiciar la comunicación escrita y oral en ciencias y la difusión de los Proyectos de Introducción a la Investigación que implementan los docentes en el aula, ya sea en la lengua materna como en la segunda lengua.
- Promover el desarrollo de propuestas interdisciplinarias contextualizadas que posibiliten resolver problemáticas del interés de los estudiantes que estén vinculadas a la realidad.

Presentación de proyectos

Podrán presentarse aquellos proyectos de liceos públicos y habilitados que cumplan con los siguientes requisitos:

- El docente responsable debe hacerse cargo de todo lo pertinente a la seguridad de los trabajos experimentales verificando el cumplimiento de las normas de seguridad correspondientes al trabajo en laboratorio y salidas de campo. No permitirá la elección de temas para el Proyecto que atenten contra la salud de los estudiantes.

- Planteen un problema abierto cuya resolución se realice a partir de los datos recogidos en un trabajo de campo y/o laboratorio.
- La interrogante planteada se encuentre contextualizada al lugar donde vive el estudiante y corresponda a un tema curricular.
- La presentación deberá realizarse a través de un póster en el que conste: 1. Pregunta que orienta la investigación. 2. Resumen y “abstract” (hasta 250 palabras). 3. Hipótesis. 4. Objetivos. 5. Metodología. 6. Resultados a través de tablas y/ o gráficos. 7. Discusión y conclusiones. 8. Referencias bibliográficas.
- Presentar el informe de la investigación incluyendo: carátula, índice, resumen y abstract, introducción, problema e interrogante, hipótesis, marco teórico, antecedentes, metodología, resultados, discusión, conclusión o consideraciones finales, referencias bibliográficas (según normas APA) y anexos. El informe tendrá un máximo de 10 páginas, letra Time New Roman 12, con interlineado simple y hasta 10 páginas más de anexos.
- Para el marco teórico tener en cuenta las normas APA (ante presunción de plagio se eliminará el trabajo en cualquier instancia). Se controlarán los trabajos con software específico para detección de plagio.
- Los cuadros y figuras, constarán de título y estarán numeradas. Los cuadros llevan la leyenda en la parte superior del mismo y las figuras en la parte inferior.

Los trabajos que no cumplan con lo solicitado quedarán eliminados.

Se presentarán: el póster, cuaderno de campo, defensa del proyecto y presentación de informe.

1. En el Congreso Científico Liceal serán elegidos dos proyectos que pueden ser interdisciplinarios o de diferentes asignaturas. La elección de los proyectos en el caso que el liceo cuente con más de dos proyectos, podrá ser realizada por un tribunal integrado por docentes y un estudiante, votado por sus compañeros, que tenga experiencia en haber participado en concursos anteriores o en el trabajo con Proyectos. En el caso que corresponda el tribunal verificará que los Proyectos cumplan con los requisitos pautados. Pasan a la instancia departamental, representando al liceo, un proyecto de cada categoría y área (un proyecto de Churrinche “Social”, uno de Churrinche “Científico” y uno de Churrinche “Tecnológico”, lo mismo con Chajá). En la etapa de la Feria Departamental se procederá de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Ferias Estandarizadas de Clubes de Ciencia.
2. Los Clubes de Ciencia que obtienen en la Feria Departamental una Mención Especial pasan a la Feria Nacional de Clubes de Ciencia.

3. En la etapa Nacional se procede también de acuerdo al Reglamento de Ferias Estandarizadas de Clubes de Ciencia. Además, una comisión integrada por representantes de la Inspección del CES y otros evaluadores, seleccionará hasta 10 proyectos de Categorías Churrinche y/o Chajá, cuyos informes completos serán parte de una publicación.
4. Se publicarán los resúmenes y abstracts de todos los proyectos que hayan sido seleccionados para pasar a la instancia Nacional.
5. En la instancia Nacional, para otorgar la mención para publicar el informe completo, se realizará una evaluación ponderada que priorizará la correcta redacción del informe (de acuerdo a normas APA), sobre la evaluación del póster y la defensa.

Cronograma

Congreso Científico liceal: julio

Ferias Departamentales de Clubes de Ciencia: agosto-setiembre

Feria Nacional de Clubes de Ciencia: principios de noviembre.

Premiación

El premio consistirá en:

- Reconocimiento para los estudiantes y docentes.
- La publicación en un libro digital de los informes correspondientes a los 10 proyectos elegidos y los resúmenes y abstracts de todos los proyectos presentados en la instancia Nacional (el jurado leerá y realizará sugerencias para la corrección de los informes).

Inspectores del Sector Ciencias del CES

Mag. Prof. Virginia Gasdía y Msc. Lic. Gustavo Riestra - MEC

Referencias bibliográficas

Gil-Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (2005) (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: OREALC/UNESCO. pp 15-28. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Perez36/publication/291957119_Cual_es_la_importancia_de_la_educacion_cientifica_en_la_sociedad_actual/links/56a783ca08ae860e025566a9/Cual-es-la-importancia-de-la-educacion-cientifica-en-la-sociedad-actual?origin=publication_detail

Algunas pautas para la elaboración de los póster¹

Consideraciones generales

¹ Extraído y modificado a partir de las pautas propuestas por PEDECIBA-UNESCO. FACULTAD DE CIENCIAS.

- Deberá montar su material en papel de póster fino o cartulina. Evite los materiales pesados, esto puede ocasionar inconvenientes al suspender el póster en la superficie asignada. Si le parece apropiado, puede resultar útil montar porciones de la presentación relacionadas conceptualmente sobre fondos del mismo color, esto ayudará a los observadores a recorrer su presentación de forma más eficiente.
- El póster deberá ser lo más explícito posible, de modo de que su principal tarea sea complementar la información que este contiene. El formato de póster debe poseer la información suficiente e incluir un esquema y material visual que podrá tener apoyatura digital, que lo ayude a presentar sus argumentos.
- En el caso de proyectos interdisciplinarios con inglés, el esquema deberá estar en ésta lengua y se valorará la competencia comunicativa en la lengua extranjera.
- Cada participante deberá asegurarse de traer consigo el material que sea necesario para a la presentación.
- El/los autor/es del póster deberá/n estar disponible/s para realizar su presentación en el transcurso de la muestra.

Disposición del material

- La medida del póster debe ser de 90 cm de ancho por 120 cm de largo.
- No olvidar agregar el nombre, apellido de cada integrante del grupo, el título de su trabajo, así como el nombre del docente, liceo y departamento.
- Recordar que tanto el texto como las ilustraciones deberán verse desde una distancia aproximada de un metro. Se sugiere que el tamaño de la letra del texto sea entre 0,70 y 0,90 cm. (Times New Roman 28) y entre 2,00 y 2,50 cm (Times New Roman 48) de alto para el título e información que quiera resaltar, y preferentemente en negrita.
- Las ilustraciones y los cuadros deben ser lo más sencillos posibles, para que el observador pueda fácilmente captar el mensaje principal. Cada ilustración o cuadro deberá contar con un encabezado general breve de no más de dos líneas.
- En la porción superior izquierda del póster deberá ubicar el Resumen y abstract de su trabajo (no más de 250 palabras), y en la porción inferior derecha sus Conclusiones. En el caso de proyectos interdisciplinarios con inglés las conclusiones también deberán estar en la lengua extranjera. En los cuadrantes restantes del póster estarán los apartados siguientes: el problema planteado, hipótesis, objetivos, metodología utilizada, resultados obtenidos y discusión.

- Al decidir la disposición de su presentación en el póster, recuerde que es preferible diagramar el material en columnas y no en filas.

Rúbricas para evaluar el informe, póster y defensa en los congresos científicos liceales

Proyectos de introducción a la investigación – 6ª edición – año 2019

INFORME

Indicador	Excelente 10	Muy bueno 6	Aceptable 4	No satisface 2
1. Resumen	La información sobre el trabajo realizado está bien organizada e incluye pregunta, hipótesis, objetivos, los resultados obtenidos en forma comprensible. Redacta conjugando en pasado.	La información sobre el trabajo realizado está bien organizada, pero faltan datos y/o los resultados obtenidos no son comprensibles. Redacta conjugando en futuro.	No se comprende claramente ni el trabajo realizado ni los resultados obtenidos.	Solamente explica el trabajo realizado, en forma confusa.
2. Pregunta de investigación e hipótesis	La pregunta es relevante, contextualizada, tiene posibilidades de solución con trabajo de campo o de laboratorio, motiva la investigación y contribuye al desarrollo del conocimiento. Las hipótesis son redactadas correctamente considerando las variables.	La pregunta es relevante y tiene posibilidades de solución. Aunque motiva la investigación su contribución al conocimiento es limitada. Las hipótesis consideran las variables, pero puede mejorarse la redacción.	La pregunta es relevante, pero es cerrada. Aunque motiva la investigación su solución es predecible y su contribución al conocimiento es limitado. Las hipótesis no involucran las variables.	La pregunta tiene poca o ninguna relevancia y posibilidad de solución o se responde con el marco teórico. Su contribución al desarrollo del conocimiento es muy poco o ninguno. No motiva a la investigación. Hipótesis confusas.
3. Objetivos	Formula objetivos claros y acordes al problema delimitado.	Los objetivos se redactan con claridad, aunque en algunos casos son muy abarcativos o demasiado restringidos.	Algunos objetivos son algo confusos o no son totalmente acordes al problema planteado.	Los objetivos son muy poco claros.

<p>4. Antecedentes y marco teórico</p>	<p>Revisa antecedentes y contrasta muy bien la información de al menos <i>tres fuentes</i>. Realiza paráfrasis, citas y refiere correctamente la bibliografía consultada. Hace explícita la relación de los antecedentes con el problema de investigación. Realiza una muy buena propuesta que articula coherentemente las principales líneas teóricas que sustentan el problema. Ofrece una aproximación al conocimiento en la temática.</p>	<p>Revisa antecedentes y contrasta bien la información de <i>dos fuentes</i>. Hace explícita la relación de los antecedentes con el problema de investigación. Ofrece una buena articulación de las líneas teóricas que sustentan el problema. Realiza correctamente paráfrasis, citas, pero no refiere correctamente la bibliografía consultada en el texto.</p>	<p>Revisa antecedentes y contrasta aceptablemente la información de <i>una fuente</i>. Realiza paráfrasis, citas y no refiere correctamente la bibliografía consultada. La relación entre los antecedentes y el problema no es explícita o no es muy adecuada. Evidencia algunas dificultades para articular las líneas teóricas entre sí y/o con el problema de investigación.</p>	<p>Las fuentes consultadas no son pertinentes o no se las logra articular adecuadamente en el proyecto. Evidencia dificultades en algunas paráfrasis y/o citas, así como en las referencias bibliográficas realizando plagio. No logra articular de forma adecuada las líneas teóricas o no es explícita la relación entre éstas y el problema.</p>
<p>5. Metodología de investigación e instrumentos</p>	<p>Establece la metodología adecuada para resolver el problema, con abordaje interdisciplinario. Los instrumentos son apropiados para recabar la información necesaria.</p>	<p>Establece la metodología adecuada para resolver el problema, con abordaje desde una disciplina. Algunos instrumentos son apropiados para recabar la información necesaria.</p>	<p>Tiene dificultades para seleccionar la metodología para resolver el problema. Los instrumentos no son apropiados para recabar la información necesaria.</p>	<p>No establece la metodología a utilizar o esta no es adecuada para resolver el problema. No presenta los instrumentos.</p>
<p>6. Análisis de los resultados</p>	<p>Se analizan los resultados de acuerdo a las variables, a través de tablas y gráficos con el comentario interpretativo correspondiente.</p>	<p>Se analizan los resultados de acuerdo a las variables, a través de tablas y gráficos. Los comentarios interpretativos no son del todo claros.</p>	<p>Se analizan los resultados pero prácticamente no se utilizan organizadores gráficos de la información (tablas y/o gráficos) y los comentarios correspondientes no son muy pertinentes.</p>	<p>El análisis de resultados no es coherente con los demás ítems del informe (problema, objetivos, preguntas, discusión, conclusiones).</p>

7. Discusión y conclusión	Se presenta la discusión confrontando cada uno de los resultados con el marco teórico. En la conclusión se contrasta los resultados con las hipótesis planteadas (en caso de que existan) y/o los objetivos. Se agrega una autocrítica, una proyección y agradecimientos si correspondiese.	Se presenta la discusión (confrontando algunos de los resultados con el marco teórico) En la conclusión no se contrasta adecuadamente los resultados con las hipótesis planteadas y/o objetivos. Se agrega una autocrítica, una proyección y agradecimientos si correspondiese.	Se presenta la discusión, (confrontando de forma poco clara los resultados con el marco teórico) En la conclusión no se contrasta los resultados con las hipótesis planteadas y/o objetivos. No se agrega una autocrítica, ni una proyección y/o agradecimientos si correspondiese.	El relato evidencia dificultades para comprender qué debe incluir la discusión y/o la conclusión respectivamente.
8. Referencias Bibliográficas	Cita completa y rigurosa de la bibliografía. Las fuentes de información están documentadas y propiamente citadas siguiendo formatos establecidos por organizaciones reconocidas.	Cita completa y rigurosa de la bibliografía. Las fuentes de información están documentadas y propiamente citadas siguiendo formatos establecidos, pero con algún detalle en la rigurosidad de su presentación.	Cita de forma incompleta varios aspectos de la bibliografía.	Tiene dificultad documentando las fuentes de información o no las documenta. No utiliza los formatos establecidos. Incluye fuentes de información que no están citadas en la investigación.
9. Sintaxis y ortografía	Sintaxis y ortografía correctas, lenguaje claro y ameno. Uso correcto del vocabulario científico (preciso).	Sintaxis y ortografía correctas. Lenguaje claro, aunque poco ameno. Utiliza el vocabulario científico, aunque con algunas imprecisiones.	Comete escasos errores de ortografía y/o sintaxis. Lenguaje poco ameno. Utiliza el vocabulario científico, aunque con algunas imprecisiones.	Varios errores de ortografía y sintaxis. La lectura de los textos resulta poco amena. Utiliza poco el vocabulario científico.

PÓSTER

Indicadores	Excelente 10	Muy bueno 6	Aceptable 4	No satisface 2
1. Exposición de las ideas centrales	El póster muestra todas las ideas centrales (título, resumen, problema, objetivos, hipótesis, metodología, resultados, discusión, conclusión y referencias bibliográficas). Evidencia gran capacidad de síntesis de la información encontrada. Texto e imágenes claramente relacionados, las fotos son tomadas por el equipo. El texto continuo no excede al discontinuo permitiendo una lectura rápida y clara.	El póster muestra algunas ideas centrales. Evidencia gran capacidad de síntesis de la información encontrada. Texto e imágenes claramente relacionados.	El póster muestra pocas ideas principales. Evidencia cierta capacidad de síntesis de la información encontrada. No se asocia adecuadamente el texto con las imágenes.	No se destacan ideas y hechos principales. No evidencia la capacidad de síntesis. No se asocia adecuadamente el texto con las imágenes.
2. Organización de la información	Establece de manera organizada y progresiva los hechos / hallazgos. Aprovecha adecuadamente los espacios, sugiriendo la estructura.	Establece de manera organizada algunos hechos / hallazgos. Aprovecha adecuadamente los espacios, sugiriendo la estructura.	Establece sucesos relevantes, pero son empleados de forma desordenada. No mantiene una debida distribución de los espacios.	Establece sucesos aislados. Incorrecta distribución de los espacios. No sugiere ningún tipo de estructura.
3. Presentación visual	Emplea cada recurso para facilitar la lectura, los elementos visuales son muy atractivos y relacionados con el tema.	Emplea cada recurso para facilitar la lectura, pero los elementos visuales son poco atractivos.	Emplea recursos visuales que dificultan la lectura.	Recurre al empleo de elementos distractores.
4. Originalidad y creatividad	El póster es original, novedoso, atractivo y creativo.	El póster es original, bastante novedoso, atractivo y creativo.	El póster es relativamente original, poco novedoso, atractivo y creativo.	No es un póster original, resulta muy poco novedoso, atractivo y creativo.
5. Sintaxis y ortografía	Sintaxis y ortografía correctas, lenguaje claro y ameno. Uso correcto del vocabulario científico (preciso).	Sintaxis y ortografía correctas. Lenguaje claro, aunque poco ameno. Utiliza el vocabulario científico, aunque con algunas imprecisiones.	Comete escasos errores de ortografía y/o sintaxis. Lenguaje poco ameno. Utiliza el vocabulario científico, aunque con algunas imprecisiones.	Varios errores de ortografía y sintaxis. La lectura de los textos resulta poco amena. Utiliza poco el vocabulario científico.

DEFENSA

Indicadores	Excelente 10	Muy bueno 6	Aceptable 4	No satisface 2
1. Conocimiento del tema	El equipo demuestra un conocimiento completo sobre el tema.	El equipo cubre los diferentes aspectos del tema, algunos estudiantes están más seguros que otros.	El equipo presenta ideas correctas pero incompletas. Tiene una comprensión básica del material.	El equipo no logra desarrollar las ideas centrales. Los estudiantes no dominan la información.
2. Diseño metodológico	Explican detalladamente la metodología empleada y los resultados obtenidos.	Explican detalladamente la metodología empleada, presentan algunas dudas en los resultados obtenidos.	La explicación de la metodología empleada no es clara, conocen los resultados obtenidos.	No es clara la explicación sobre la metodología y los resultados obtenidos.
3. Participación	Los integrantes del equipo se complementan y realizan la defensa trabajando colaborativamente, participando sin diferencias en los aportes que realizan.	Los integrantes del equipo se complementan y realizan la defensa trabajando colaborativamente, participando con algunas diferencias en los aportes que realizan al presentar el trabajo.	Los integrantes del equipo no participan de la misma forma al exponer el trabajo.	Solamente un integrante del equipo explica el trabajo.

CAPÍTULO 2. Informes

1. ¿Avanza o retrocede? Estudiando el comportamiento de moscas para comparar repelentes naturales

Estudiantes

Franco Barbieri, Santiago Cabezudo, Ignacio Di Nichilo, Emilio Giandone, Rodrigo López, Martina Melgarejo, Juan Manuel Rodríguez, Mateo Rodríguez da Silveira, Victoria Salvatore, Tomás Barrenechea, Alejo Zerbino.

Profesor Orientador

Bruno da Silva Marsicano

Colegio Jesús María

Montevideo, Montevideo

Resumen

Un repelente es una sustancia que cumple la función de alejar un tipo específico de ser vivo, usualmente un insecto. En los últimos años ha crecido el interés por encontrar repelentes producidos naturalmente que presenten poca alteración química por parte del hombre. Para probar su eficacia se suelen utilizar insectos conocidos como por ejemplo *Drosophila melanogaster*. El objetivo de este trabajo fue comparar entre sí diferentes repelentes naturales a través de los cambios en el comportamiento de individuos de esta especie de mosca. Para cumplir con el objetivo se realizaron dos etapas: 1) elaboración de los repelentes: en base a alcohol, agua, un tónico para eliminar el olor a alcohol y planta aromática; 2) ensayos experimentales con moscas criadas en el laboratorio del colegio, los cuales consistieron en evaluar si las mismas avanzan o retroceden en un dispositivo tubular que contenía dentro un algodón embebido en repelente. Para cada prueba se utilizó la misma cantidad de moscas (30) y de repelente dejando fijas otras variables. Como resultado se observaron diferencias en la efectividad de los diferentes repelentes. Cabe señalar que se varió la metodología y el dispositivo de trabajo varias veces durante el proyecto para ajustar la efectividad de la prueba y así cumplir con el objetivo se discute la posibilidad de realizar pruebas con extractos puros de las plantas y sobre la forma más eficaz de aplicarlo.

Abstract

A repellent is a substance that serves to ward off a specific type of living being, usually an insect. In recent years, interest in finding naturally produced repellents with little chemical alteration on the part of man has grown exponentially. A commonly accepted method for testing the effectiveness of repellents consists of using insects known as *Drosophila melanogaster* as experimental subjects. The objective of this investigation was to compare different natural repellents among themselves through individual changes of this fly species' behaviour. To meet the objective, two stages were carried out: 1) elaboration of the repellents: based on alcohol, water, a tonic to eliminate the smell of alcohol and aromatic plants; 2) Experimental tests with flies reared in the school laboratory, which consisted of evaluating whether they advanced or regressed in a tubular device that contained cotton wool soaked in repellent. The same amount of flies (30) and repellent were used for each test, leaving other variables fixed. As a result, differences were observed in the effectiveness of the different repellents. It should be noted that the methodology and the working device were varied several times during the project to adjust the effectiveness of the test and thus meet the objective. The possibility of carrying out tests with pure plant extracts and on the most effective way to apply them was discussed.

Palabras clave

Repelentes, moscas, comportamiento

Introducción

Pregunta investigable

¿Cómo afecta el comportamiento de individuos de la mosca *Drosophila melanogaster* el variar el repelente natural al que están sometidos?

Objetivo general

- Evaluar diferentes repelentes naturales a partir de la observación del comportamiento de individuos de la mosca *Drosophila melanogaster*.

Objetivos específicos

- Observar y registrar el comportamiento de individuos de *Drosophila melanogaster* frente a diferentes repelentes naturales.
- Comparar la efectividad de los repelentes en base al comportamiento registrado.

Hipótesis

- Debido a que los repelentes naturales se diferencian de acuerdo a la combinación de sustancias químicas que son responsables de su efecto, se espera encontrar diferencias en la respuesta comportamental de las moscas al ser expuestas a cada repelente.

Marco Teórico

Concepto y elaboración de repelentes naturales

Un repelente es una sustancia que cumple la función de alejar un determinado tipo de ser vivo (RAE, 2019). En los últimos años ha crecido el interés por encontrar sustancias producidas naturalmente, que presenten poca alteración química por parte del hombre. Por esta razón, en internet aparecen muchas recetas para hacer estos productos. Por ejemplo, aparecen algunos repelentes comunes: los que se elaboran en base a albahaca, romero, menta, lavanda, eucalipto, clavo de olor, manzanilla, etc. Según Montoya et al. (2006), los repelentes naturales están compuestos por sustancias secundarias elaboradas por las plantas como resultado de las reacciones metabólicas que necesitan para vivir. Estos compuestos le proporcionan ventajas adaptativas frente a potenciales depredadores, usualmente insectos. Los procedimientos domésticos que se recomiendan para elaborar estos repelentes son cortar y machacar las hojas y ramas de las plantas para extraer la esencia a partir de una mezcla de agua y alcohol (Su Médico, 2019).

Antecedentes y modelo de estudio

En el proceso de probar la eficiencia de los repelentes para insectos, suelen usarse moscas o mosquitos, los cuales han demostrado ser buenos ejemplos experimentales (modelos) para evaluar la eficiencia del uso de los repelentes en insectos. Una de las especies que se utilizan para estos fines es *Drosophila melanogaster* Meigen 1830 (Figura 1), también llamada ‘mosca de la fruta’ o ‘del vinagre’ (Viteri Noguera, 2014; Murillo-Arango et al. 2013). Esta especie tiene la ventaja de crearse fácilmente en el laboratorio, además de poseer un ciclo de metamorfosis corto (de aproximadamente 9 días desde la eclosión de la larva hasta la eclosión del adulto de la pupa).



Figura 1. Fotografía ventral bajo lupa binocular de un individuo de la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster*. Fuente: elaboración propia.

Metodología de investigación y materiales

Para cumplir con el objetivo fueron requeridos ciertos materiales e instrumentos a la hora de llevar a cabo el trabajo en las dos etapas del proceso: 1) elaboración de los repelentes y 2) ensayos experimentales con moscas.

1-Elaboración de repelentes

Se seleccionaron cuatro plantas aromáticas conseguidas en las casas de los integrantes del equipo; albahaca, romero, menta y lavanda (todas ellas fueron mencionadas como posibles repelentes naturales en varios sitios web). El procedimiento realizado para la elaboración de los repelentes de cada planta aromática fue el siguiente:

- Con un *cuchillo* se cortó cada planta aromática y los restos generados se machacaron con un *mortero* para extraer las esencias.
- Con un *vaso de bohemia*, se agregaron 50 ml de agua y 25 ml de alcohol, este último se utilizó para extraer la esencia del repelente.
- Posteriormente se añadió un *tónico neutralizador* del alcohol elaborado con $\frac{4}{5}$ de agua oxigenada y $\frac{1}{5}$ de hipoclorito de sodio, con el cual se le quitaba el olor a alcohol a las fragancias. Con un *cuentalgotas* se agregaron dos gotas de tónico cada 20 ml de repelente.
- Finalmente los repelentes se colocaron en diferentes *recipientes* con las *etiquetas* correspondientes.

2-Ensayos experimentales con moscas

Las moscas de la especie *Drosophila melanogaster* fueron adquiridas en Facultad de Ciencias. Para cuidarlas y mantenerlas con vida en el laboratorio se utilizaron protocolos obtenidos en la Sección Genética de esta Facultad. Para criar las moscas se utilizaron *tubos falcon* de 50 ml, dentro de los cuales se colocó un medio de cultivo consistente en una mezcla de glucosa, harina de maíz, levadura seca y agar, a la que se le agregan, para evitar el crecimiento de hongos y bacterias, ácido propiónico y nipagin (Anexo 1).

Para esta etapa, se diseñó un dispositivo tubular, utilizando una manguera de plástico reciclada de aproximadamente 2.5 cm de diámetro. Este dispositivo consiste en un cilindro de aproximadamente 40 cm de largo con dos aberturas en los dos extremos (Figura 2).



Figura 2. Diseño experimental utilizado para observar el comportamiento de las moscas cada repelente.
Fuente: elaboración propia.

Cada experimento consistió en colocar un algodón embebido en repelente con una pinza larga por uno de los dos extremos del dispositivo. A continuación, se colocaban 30 moscas en el otro extremo del dispositivo. Estas moscas, eran previamente contadas y transferidas a través de un aspirador bucal desde el tubo de cría a un tubo Falcon vacío. Posteriormente, se introducía este último en el dispositivo y dejando abierto el extremo del tubo se encendía un algodón para producir humo y ahuyentar las moscas. Finalmente se observaba su comportamiento por unos minutos y se contabilizaban cuántas lograban pasar por el algodón y cuántas no. Estos pasos se muestran en la Figura 2. Por lo tanto la variable de comparación que representa la efectividad de los repelentes es el número de moscas que no atraviesan el repelente (repelente embebido en algodón). Para que las experiencias fueran comparables, se intentó controlar el resto de las variables fijas: moscas de diferentes generaciones, igual proporción de machos y hembras (supuesto en base a las condiciones de cría), misma cantidad de repelente en el algodón (embebido y escurrido de la misma manera) y humo producido en base a una misma cantidad de algodón.

Para descartar el efecto del alcohol en el comportamiento de las moscas se realizaron tres pruebas adicionales eligiendo uno de los repelentes en función de la cantidad de sustancia que sobró a los ensayos experimentales. Con los tres resultados obtenidos se realizó un promedio de las moscas que evitaban el repelente en cada caso y se comparó el valor con el obtenido en el repelente de albahaca con alcohol.

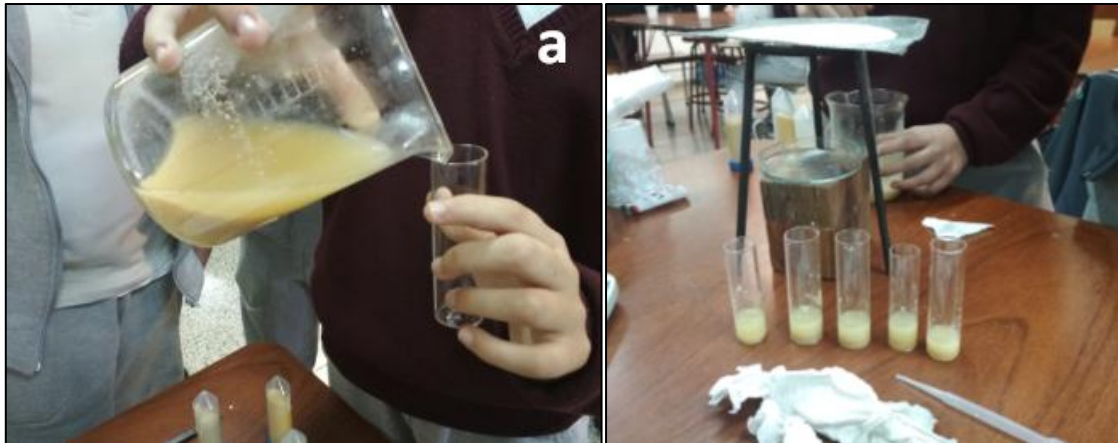


Figura 3 y 4. Elaboración del medio de cultivo y condiciones de cría de *Drosophila melanogaster*.
Fuente: elaboración propia.

Análisis de los Resultados

Se observaron diferencias en la efectividad de los cuatro repelentes. El repelente elaborado a partir de lavanda evitó que pasaran 4 moscas, el de albahaca 12 moscas, el de menta, 24 moscas y el de romero 29 moscas (Figura 5).

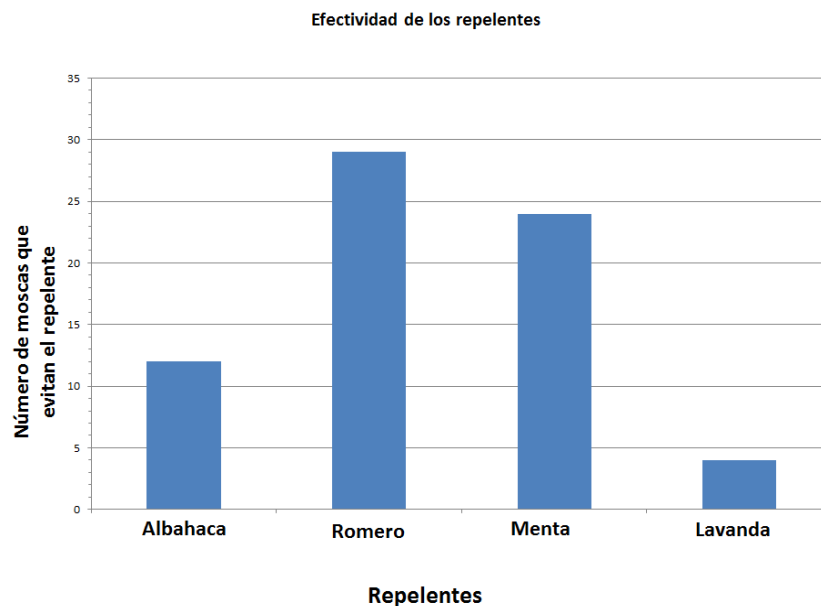


Figura 5. Efectividad de los repelentes naturales comparados en este trabajo. Se observa el número de moscas que evitan el repelente durante la huida para la albahaca, el romero y la menta. Fuente: elaboración propia.

El repelente elegido para realizar las experiencias control (desarrolladas para descartar el efecto del alcohol) fue el de albahaca. En la primera experiencia 9 moscas evitaron el repelente, en la segunda lo hicieron 12 y 16 en la tercera. El promedio de las pruebas fue de $12,333 \pm 3,5$ moscas (Figura 6), el cual coincide con el resultado observado en el repelente con alcohol. Se asume que el alcohol tampoco afectó los resultados de los demás repelentes.

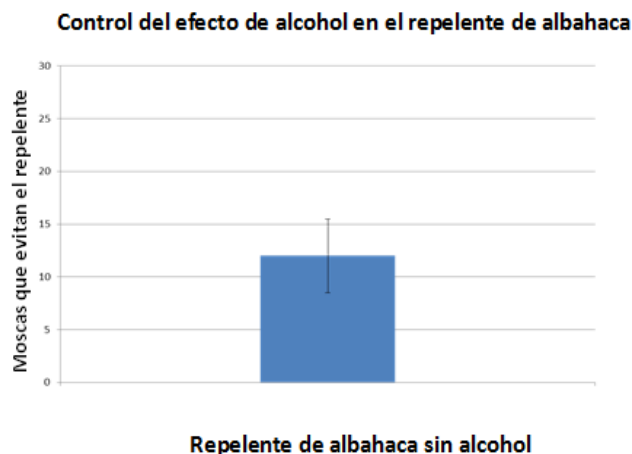


Figura 6. Control del efecto del alcohol. Número de moscas que evitaron el repelente de albahaca sin alcohol. Fuente: elaboración propia.

Discusión de los resultados

La fabricación de los repelentes naturales fue exitosa, para su elaboración se siguieron las recomendaciones aportadas por las fuentes consultadas (Su Médico, 2019), lo cual permitió obtener bajo las mismas condiciones cada uno de los repelentes a comparar. La elección de *Drosophila melanogaster* como modelo de estudio también se puede considerar un acierto del trabajo, ya que en los individuos analizados se pudo observar claramente su reacción de avance o retroceso frente a cada repelente, es decir, lo que Viteri Noguera (2014) llama “actividad locomotriz”.

Para lograr cumplir con el objetivo se varió la metodología de trabajo. En primer lugar, el dispositivo cambió para ajustarse más al tamaño de las moscas. El primer dispositivo fue realizado con maderas en forma de cruz y tenía aproximadamente 70 cm de longitud y 50 cm de ancho, sin embargo este modelo no resultó por ser demasiado grande para el recorrido que realizan los individuos de *Drosophila melanogaster* en poco tiempo. Lo que ocurría es que algunas moscas no lograban llegar nunca al algodón con el repelente, por lo que no se podía comparar efectividades. Otro de los aspectos que fue variando, en base a discusiones que fueron surgiendo durante el proyecto es el modo de incentivar a las moscas a dirigirse hacia donde estaba el algodón con el repelente. Al principio se pensó en utilizar un señuelo nutritivo ubicado en la parte final del dispositivo tubular, sin embargo, las condiciones de crianza de las moscas en el laboratorio, incluyen la presencia de nutrientes, por lo tanto, las moscas no necesariamente iban a avanzar motivadas hacia él (probablemente no estuvieran necesitadas de nutrientes). La estimulación mecánica (agitar el tubo con las moscas antes de introducir las en el dispositivo), tampoco fue una buena idea ya que el comportamiento posterior de las mismas era completamente impredecible y variaba de una experiencia a otra. Finalmente se decidió utilizar humo como un agente de estrés que estimulara a las moscas a moverse a lo largo del tubo. El tiempo en que se dejaba actuar el humo era corto, intentando minimizar la exposición de las moscas a los gases desprendidos. El hecho de que las mismas no demoraron demasiado en comenzar a moverse hace pensar que la estrategia seguida fue la correcta. Otro acierto fue colocar el algodón embebido en repelente en el medio del dispositivo tubular. El control realizado con el repelente de albahaca (comparando efectividad del repelente con alcohol y sin alcohol), sugiere que esta sustancia química utilizada para extraer la esencia de la planta

no incide en el comportamiento de las moscas o la incidencia puede considerarse despreciable.

Conclusión

Se logró cumplir con los objetivos propuestos: se logró observar y registrar el comportamiento de las moscas a través de un diseño experimental apropiado para tal fin, lo cual permitió comparar la efectividad de estos repelentes a la hora de alejar a estos insectos. Los resultados obtenidos permiten suponer que la hipótesis propuesta se verificaría: existen diferencias de efectividad entre los repelentes comparados. Sin embargo, cabe destacar que este trabajo no se propuso como objetivo encontrar el o los motivos de estas diferencias, por ejemplo qué sustancias químicas son las responsables de repeler a las moscas y por qué. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que para estas condiciones el más efectivo fue el repelente preparado con romero y el menos eficiente fue el de lavanda.

Aún resta por realizar pruebas con los mismos repelentes en diferentes contextos y por qué no, incorporar nuevos repelentes a los análisis. También sería importante realizar ensayos comparativos acerca de la manera más efectiva de aplicación del repelente de romero, el cual demostró ser el más efectivo; y evaluar su efectividad con diferentes insectos que puedan resultar molestos en el hogar.

Agradecimientos

A Beatriz Goñi y a Sabrina Clavijo (investigadoras de Facultad de Ciencias) por permitirnos adquirir las moscas y por los consejos realizados. A las familias por el apoyo constante y a los diferentes funcionarios del colegio que con su trabajo permitieron nuestra participación en las diferentes instancias.


Referencias bibliográficas

- Montoya, J. O., Giraldo, A. S., & Sousa, A. H. (2006). Efecto de repelencia de *Crotalaria juncea*, *Galactia striata* y *Cymbopogon nardus*. *Revista de biologia e ciências da terra* 6 (2) 179-185.
- Murillo-Arango W.; Pedronel Araque M.; Henao Murillo B. & Peláez Jaramillo C. A. (2013). Actividad insecticida de una emulsión aceite/agua del aceite esencial de *Eucalyptus tereticornis*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 18 (1) 109-117
- Real Academia Española (2019). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de: <https://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=repelente> (Último acceso: 8 de diciembre de 2019)
- Su Médico (2019). *5 repelentes naturales para mosquitos altamente efectivos*. Recuperado de: <https://sumedico.lasillarota.com/bienestar/5-repelentes-naturales-para-mosquitos-altamente-efectivos/309739>. (Último acceso: 8 de diciembre de 2019).
- Viteri Noguera C. (2014). *Establecimiento de un prototipo de sistema automatizado basado en la actimetría de la mosca Drosophila melanogaster*. Tesis de Grado. Universidad ICESI. Facultad de Ciencias Naturales. Santiago de Cali. Ecuador. Recuperado de: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78003/1/TG00829.pdf. (Último acceso: 8 de diciembre de 2019).

Anexos

Anexo 1. Póster presentado en la Feria Nacional de Clubes de Ciencia.


¿AVANZA O RETROCEDE? ESTUDIANDO EL COMPORTAMIENTO DE MOSCAS PARA COMPARAR REPELENTE NATURALES



Integrantes: Di Nichilo, I.; Glaudrone, E.; Rodríguez, J.M.; Zerbino, A.; Melgarejo, M.; López, R.; Barbieri, F.; Cabezudo, S.; Salvatore, M.V.; Rodríguez da Silveira, M

Nombre del club de ciencias: Insectoides

Orientador: Bruno da Silva




Introducción

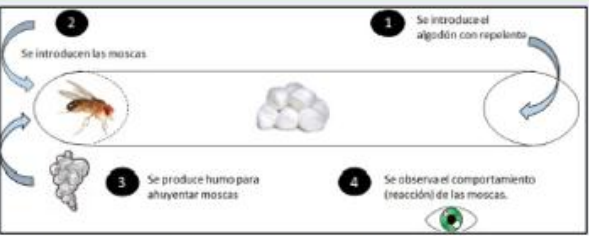
Un repelente es una sustancia que cumple la función de evitar un determinado tipo de ser vivo (RAE, 2020). Una de las especies que se utiliza para probar repelentes de insecto es *Drosophila melanogaster*, también llamada "mosca de la fruta" o "del vinagre" (Villar Noguera, 2014; Murillo-Arango et al., 2013). Esta especie tiene la ventaja de criarse fácilmente en el laboratorio, además de poseer un ciclo de metamorfosis corto (de aproximadamente 8 días desde la eclosión de la larva hasta la eclosión del adulto de la pupa).

Objetivo

El objetivo de este trabajo es comparar entre sí diferentes repelentes naturales utilizando el comportamiento de individuos de la mosca *Drosophila melanogaster*.

Materiales y métodos








Figura 2. Materiales y procedimientos realizados con las moscas. Se señalan: a), b), c) y d); proceso de preparación del medio de cultivo utilizado para el crido de las moscas; e) tubos Falcon con moscas y medio de cultivo y dispositivo experimental.

Figura 3. Fotografías de a) repelentes caseros: menta, romero, albahaca y lavanda; y de b) momento en el que se prueba la efectividad de los repelentes mediante el comportamiento de moscas una vez añadidas al dispositivo tubular.

Resultados

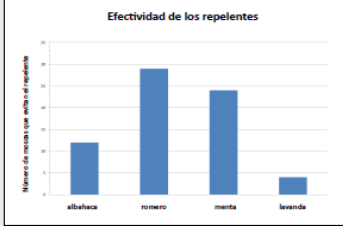


Figura 4. Efectividad de los repelentes caseros: albahaca, romero, menta y lavanda (de izquierda a derecha) teniendo en cuenta el número de moscas que los evitaron.

Se observaron diferencias en la efectividad de los diferentes repelentes. El repelente elaborado a partir de albahaca evitó que pasaran 12 moscas, el del romero 29 moscas, el de menta 24 moscas y el de lavanda 4 moscas (Figura 4). Para descartar el efecto del alcohol en el comportamiento de las moscas se realizaron varias pruebas con el repelente de albahaca, cuyos resultados fueron similares a los del repelente de albahaca con alcohol (Figura 5). Se asume que el alcohol tampoco afectó los resultados de los demás repelentes.





Figura 5. Control experimental del efecto del alcohol. Número de moscas que evitaron el repelente de albahaca sin alcohol.

Conclusiones y Discusión

- El repelente de romero fue el más efectivo y el de lavanda el menos efectivo.
- A lo largo del proceso fue necesario realizar ajustes en el diseño experimental y en el procedimiento.
- El hecho de que las moscas se detengan frente a los repelentes al ser impulsadas a moverse por causa de una situación de peligro (como podría ocurrir con el humo) implica que los repelentes (algunos más que otros) son verdaderamente efectivos.
- A futuro, se debería probar con qué insectos es efectivo el repelente de romero y las diferentes formas de aplicación del mismo.

Agradecimientos

A Beatriz Goñi y a Sabrina Clavijo (investigadoras de Facultad de Ciencias, UdelaR) por permitirnos adquirir las moscas y por los consejos emitidos para llevar adelante la investigación. A nuestras familias por el apoyo incondicional y al Colegio por facilitarnos el laboratorio de Biología (lugar donde se desarrolló el proyecto).




Referencias bibliográficas

RAE (2020). Real Academia Española. Consultado en: <http://dle.rae.es/?aj=repelente>

Sobrinho (2013). Dna web. Consultado en: <https://www.dna.bio.br/repelentes-naturais-para-mosquitos-e-bichos-de-casa/> (09/07/20).

Villar Noguera C. (2014). Establecimiento de un protocolo de cultivo automatizado basado en la eclosión de la mosca *Drosophila melanogaster*. Tesis de Grado, Universidad ICFER, Facultad de Ciencias Naturales, Santiago de Chile, Ecuador.

Murillo-Arango W., Pedraza-Ampuero M., Hervas-Muro B., & Palao-Irazola C. A. (2013). Actividad insecticida de una mezcla de aceites esenciales de *Eucalyptus terreatris* Ravenna. *Colombia de Plantas Medicinales*, 16 (1) 109-117.

2. *Allium cepa* como bioindicador de calidad de agua en la costa de Nueva Palmira

Estudiantes

Candela Domínguez
Vanesa Espeleguy
Anelís Espeleguy
Sofía González
Cindy Guinovart
Julieta Medina
Juan Rosa
Andrés Rusch
Ludmila Sayas

Profesora orientadora

Laura Vico

**Liceo Nueva Palmira
Nueva Palmira, Colonia**

Resumen

La preocupación por el aumento de contaminación en los cursos de agua es frecuente y la ciudad de Nueva Palmira que posee costas sobre el Río Uruguay no es una excepción. Ante esta situación se decidió estudiar tres puntos del río que van recibiendo, aguas abajo, diferentes contaminantes procedentes de la ciudad de Nueva Palmira y sus alrededores. Cada punto se seleccionó teniendo en cuenta que los contaminantes se van sumando. Los principales contaminantes son aguas residuales domiciliarias de la ciudad la cual no cuenta con una planta de tratamiento de aguas ni saneamiento. Se utilizó como bioindicador las raíces de cebolla de la especie *Allium cepa*. Los individuos fueron sometidos durante un período de 7 días a una muestra testigo (agua destilada) y a muestras de agua de 3 playas de la ciudad. Se observó el crecimiento de las raíces y se realiza el cálculo promedio de masa fresca de las mismas. La masa promedio de los 2 puntos que reciben mayor cantidad de contaminantes fue menor con respecto a la masa del testigo (agua destilada). El punto Toma de OSE que es el que menos contaminantes recibe creció más con respecto al testigo, lo que nos lleva a suponer que puede haber menos limitantes del crecimiento lo cual favorece el mayor desarrollo de raíz.

Abstract

Concerns about increased pollution in watercourses are frequent, and the city of Nueva Palmira, which has coasts on the Uruguay River, is no exception. In order to measure contamination levels, three downstream points on the river that receive different pollutants from the city of Nueva Palmira and its surroundings were studied. These three points were chosen because they accumulate different pollutants from household wastewater from the city. It is important to note that this city does not have a water treatment plant or sanitation. The roots of the common onion (*Allium cepa*) were used as a bioindicator. They were subjected to a control sample in distilled water and also to water samples from three city beaches for seven days. The roots' growth was observed and the average growth of fresh mass was calculated. The average mass of the two samples from the points that receive the highest amount of pollutants was lower than the mass of the control sample. The OSE Toma point sample, which is the one that receives the least amount of pollutants, grew more than the control one which leads us to conclude that there may be fewer growth limitations favouring greater root development.

Palabras clave

Contaminación del agua, raíces de *Allium cepa*, bioindicador, peso fresco de raíces.

Introducción

La ciudad de Nueva Palmira está ubicada en el departamento de Colonia sobre las costas del Río Uruguay. De este curso de agua la población hace uso para recreación y se toma agua para potabilizar.

Desde hace muchos años es frecuente escuchar hablar sobre el aumento de la contaminación de los cursos de agua y Nueva Palmira no es una excepción. Debemos tener en cuenta que el Río Uruguay es muy extenso y que recibe durante su recorrido

varios afluentes en su trayecto por Brasil y Uruguay. También debemos considerar que la ciudad no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales. Cada casa posee una fosa séptica en la que se vierten las aguas residuales domésticas, así, cuando los pozos se llenan un servicio de barométrica los retira y vierte directamente en cuatro piletas que se comunican con en el Arroyo de las Vacas. Estas aguas con contaminantes fecales, viajan por todo el curso del Arroyo y llegan finalmente al Río Uruguay (ver figura 1).

Pregunta investigable

¿Cómo afectan los contaminantes del agua de las playas de Nueva Palmira, el crecimiento de raíz de *Allium cepa*?

Objetivo general

- Comprobar el efecto en el crecimiento de las raíces de *Allium cepa*, del agua procedente de tres zonas del Río Uruguay correspondientes a las playas de Nueva Palmira.

Objetivos específicos

- Vincular el crecimiento de las raíces de los 3 puntos y el testigo, con parámetros fisicoquímicos pH, O₂ disuelto y turbidez.
- Relacionar el crecimiento de raíz de *Allium cepa* con la cantidad de contaminantes vertidos en la ciudad de Nueva Palmira.

Hipótesis

- Las raíces de *Allium cepa* modifican su crecimiento según las condiciones del agua de las playas de Nueva Palmira que reciben.

Marco Teórico

Según datos del “Digesto sobre el Uso y Aprovechamiento del Río Uruguay”, se menciona que los valores estándares para las aguas destinadas a actividades de recreación con contacto directo son:

- *Coliformes fecales* (termotolerantes): determinados mediante la técnica de la membrana filtrante y basados en un mínimo de cinco muestras igualmente espaciadas tomadas en un período de treinta días, durante la temporada balnearia no deberán exceder una media logarítmica de 200 UFC / 100 ml, ni superar los 500 UFC/100 ml en más del 20 % de las muestras.
- *Escherichia coli*: la media geométrica de al menos cinco muestras en treinta días no debe exceder los 126 UFC / 100 mL.
- *Enterococos*: la media geométrica de al menos cinco muestras en treinta días no debe exceder los 33 UFC / 100 mL. (IMPO, 1986)

También es importante tener en cuenta que la toma de agua de OSE (Obras Sanitarias del Estado) se encuentra aguas abajo de la desembocadura del Arroyo Sauce, lugar en el cual se vierten todas las aguas residuales. Aguas abajo se encuentran las playas que la población utiliza para uso recreativo durante el periodo estival como Brisas, Corbacho e Higuieritas que poseen caños de desagüe de la ciudad para los días de lluvia (Ver figura 1)

Los datos de análisis de aguas para recreación publicados por la C.A.R.U. (Comisión Administradora del Río Uruguay) en marzo 2019, Tabla 1, demuestran parámetros por encima de lo permitido con respecto a *Coliformes fecales*, *Escherichia coli* y *Enterococos*. (García, 2019, p. 8)



Figura 1. Plano de Nueva Palmira con recorrido de aguas residuales y puntos de tomas de agua para estudio. Fuente: Adaptado de GoogleEarth, 2019.

Ante esta situación decidimos utilizar como bioindicador de calidad de agua un ser vivo como *Allium cepa* (Cebolla) que es reconocido a nivel mundial por ser una herramienta útil para la detección de desechos industriales y aguas contaminadas. Es una especie sensible a modificaciones en el ambiente, de bajo costo, bianual, de rápido crecimiento sobre todo de sus raíces las cuales se pueden monitorear en períodos menores a una semana, fácil de mantener para uso en el laboratorio, sumado a una vasta bibliografía sobre test aplicados en ellas y distintas sustancias químicas. (López, 2016)

Los test ya estudiados permiten observar en *Allium cepa* rasgos macroscópicos como la inhibición o aumento del crecimiento de sus raíces cuando se presentan contaminantes en el ambiente (Cáceda, 2004). Esto obedece a que los contaminantes afectan la mitosis que ocurre en los meristemos radiculares o destruyen sus células, ya que producen alteraciones genéticas en el ADN. (Díaz & Pica, 2004)

Tabla 1. Valores de Coliformes Fecales, *Escherichia coli*, *Enterococos* y Floraciones algales en Playas de Nueva Palmira.

Nueva Palmira (ROU)
"Brisas del Uruguay"

Fecha	Coliformes Fecales (UFC/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	Enterococos (UFC/100 mL)	Floraciones algales
09/01/2019	100	100	40	4
22/01/2019	*	*	*	*
05/02/2019	40	< 10	< 10	4
19/02/2019	< 10	< 10	20	Vigilancia
12/03/2019	100	20	20	Vigilancia

* Dadas las condiciones hidrológicas (elevada altura del río), por cuestiones de seguridad, no fue posible realizar el muestreo en este sitio.

"Higueritas"

Fecha	Coliformes Fecales (UFC/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	Enterococos (UFC/100 mL)	Floraciones algales
11/02/2019	5600	1200	810	Vigilancia
19/02/2019	80	20	60	4
25/02/2019	520	180	400	Vigilancia
06/03/2019	140	40	20	Vigilancia
12/03/2019	2000	900	400	Vigilancia
Media geométrica	579	173	173	

No debe exceder las 200 UFC/100ml

No debe exceder las 126UFC/100ml

No debe exceder las 33UFC/100ml

Nota: Fuente: Adaptado de García (2019).

Metodología de investigación y materiales

Para este estudio se seleccionaron 3 puntos en la parte baja del Río Uruguay que reciben diferentes contaminantes y de los cuales se registran datos de la C.A.R.U (2019). Para la toma de muestras se utilizaron 12 vasos de bohemia de 100 ml cada uno con un bulbo de *Allium cepa* y las siguientes preparaciones:

- 3 vasos de bohemia con 70 ml de agua destilada (testigo)
- 3 vasos de bohemia con 70 ml de muestra de agua de Toma de OSE
- 3 vasos de bohemia con 70 ml de muestra de agua de Playa Corbacho
- 3 vasos de bohemia con 70 ml de muestra de agua de Playa Higueritas

Los recipientes con muestra de agua de toma de OSE (Punto D figura 1) Playa Brisas recibe aguas del Arroyo del Sauce, lugar en el que se vierte aguas residuales. Las muestras de agua de Playa Corbacho (Punto E figura 1) poseen aguas debajo de la muestra anterior, presenta un caño que recibe el agua de la ciudad en días de lluvia. Por su parte las muestras de agua de Playa Higueritas (Punto F figura 1) aguas debajo de la muestras anteriores, tiene un caño que recibe el agua de la ciudad en días de lluvia y hay retención de agua por la dársena Higueritas.

Todas las cebollas utilizadas, corresponden a la especie *Allium cepa*, fueron cosechadas en la misma zafra, pertenecen al mismo productor y tienen masa similar. Se mantuvieron todas las réplicas en el laboratorio a una temperatura promedio de 20 °C, e iguales condiciones de luz y humedad. Se observó crecimiento de raíz durante un

período de 7 días. Luego de los 7 días se registró la masa fresca de cada bulbo y se obtuvo la masa promedio por réplica.



Figura 2. Disposición de bulbos de *Allium cepa* en muestras de agua recolectadas en playas de Nueva Palmira. Fuente: elaboración propia.

Análisis de los Resultados

De acuerdo a los ensayos realizados, las cebollas en contacto con agua destilada y las presentes en muestras de agua de los puntos seleccionados, presentan raíces con un crecimiento desigual. Se cortaron las raíces de cada cebolla, se midió su masa y se realizó cálculo de promedio de masa de raíces de cada punto, que se observan en Tabla 2. Se registraron en el lugar, datos de parámetros fisicoquímicos de los puntos seleccionados que se describen en la tabla 3.

Tabla 2. Cálculo numérico de promedio de masa de crecimiento de raíces de *Allium cepa* en diferentes muestras de agua y testigo

	Agua destilada	Toma de OSE	Corbacho	Higueritas
Promedio peso fresco de raíces cebolla (g)	0,53	0,64	0,46	0,4

Nota: Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Datos de parámetros fisicoquímicos de los puntos seleccionados para extracción de muestras de agua para siembra de *Allium cepa*

Parámetros fisicoquímicos	Testigo Agua Destilada	Muestra toma de OSE	Muestra de Corbacho	Muestra Higueritas
O2 Disuelto (mg/l)	12	8.2	8.6	7.2
Temperatura (°C)	15	14	14	15
pH	7.1	6,5	8.1	8,3
Turbidez (NTU)	5	35	58	62

Nota: Fuente: elaboración propia.

Discusión de los resultados

A partir del análisis de la figura 3 y de la comparación del crecimiento de las raíces en los puntos de colecta de agua con el testigo, podemos observar que las muestras de Playa Corbacho e Higuieritas presentan una masa promedio de raíces menor al testigo (agua destilada). Estos puntos presentan valores de parámetros fisicoquímicos que se encuentran fuera de lo permitido según decreto de la CARU y valores de análisis microbiológicos de la CARU marzo 2019 (ver en Tabla 1).

La masa promedio de las raíces es mayor en el primer punto de muestra (Toma de OSE) que la registrada en el punto que recibe menos contaminantes y se aprecia mayor crecimiento que en el testigo. Se nos plantean los siguientes interrogantes ¿Hay mayor cantidad de nutrientes en Toma de OSE que favorecen el crecimiento de raíz cebolla? ¿Hay algún contaminante en los puntos Corbacho e Higuieritas que disminuyen el crecimiento de las raíces?

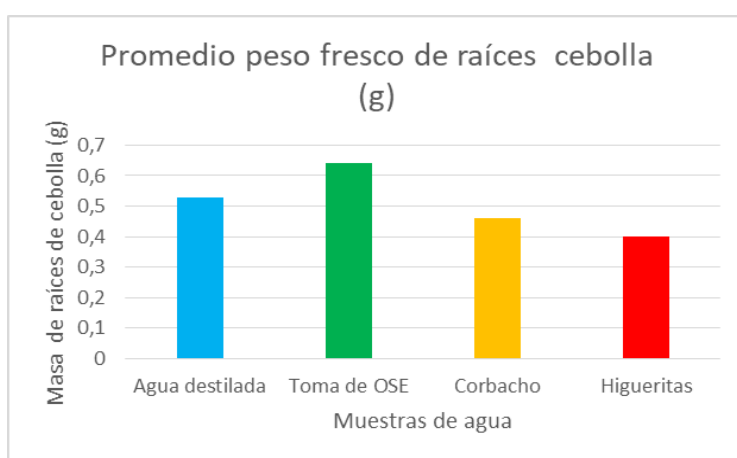


Figura 3. Gráfico con el promedio de masa de raíces de *Allium cepa* en testigo y muestras de agua del Río Uruguay. Fuente: elaboración propia.

Se observó con respecto a los parámetros fisicoquímicos, que en la muestra de agua de Corbacho e Higuieritas el pH es ligeramente básico, lo que podría disminuir el crecimiento de las raíces de cebolla. Nos preguntamos, ¿qué sustancia puede contener el agua en estos puntos que eleva el pH?

Las raíces de cebollas expuestas al agua de playa Higuieritas son las que presentan menor crecimiento, coincide el hecho con que esta zona es la que recibe mayor cantidad de contaminantes, además presenta una muralla de retención de agua, posee mayor turbidez, menor O₂ disuelto y pH ligeramente básico.

Conclusión

Se observó que en 2 de los puntos estudiados (Corbacho e Higuieritas) el crecimiento radicular es menor. Estos lugares reciben mayor cantidad de contaminantes que toma de OSE, ya que el río corre aguas abajo. Si comparamos los 2 últimos puntos con el testigo, se puede ver la inhibición en el crecimiento de la raíz. Al disminuir el crecimiento de raíces en función del aumento de contaminantes, podemos suponer que estos últimos afectan las mitosis en células de raíz y por lo tanto su ADN.

Referencias bibliográficas

- Cáceda, C. (2004). Aplicación de bioensayos en la medición de toxicidad por metales pesados en fuentes superficiales de agua para consumo humano. *Ciencia y Desarrollo*, 35-38.
- Díaz, M. y Pica, Y. (2004). *Ensayo de toxicidad agua con bulbos de cebolla Allium cepa mediante evaluación de inhibición del crecimiento promedio de raíces*. <https://micrositios.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/573/cap2.pdf>
- García, M. (2019). *Programa de vigilancia de playas del río Uruguay. Temporada 2018-19*. Recuperado de: <http://www.caru.org.uy/web/informesalgas/Informe%20Resultados%20Semana%20del%2011%20de%20marzo%202019.pdf>
- GOOGLE EARTH. (2019). *Nueva Palmira, Colonia, Uruguay*. Recuperado de: <https://goo.gl/maps/Pn4fsSRaYs3Y5Qfa9>
- IMPO. (1986). *Digesto sobre el uso y aprovechamiento del Río Uruguay. Reglamentación del estatuto del Río Uruguay*. http://www.caru.org.uy/web/pdfs_publicaciones/DIGESTO/DIGESTO%20SOBRE%20EL%20USO%20Y%20APROVECHAMIENTO%20DEL%20RIO%20URUGUAY%20APROBADO%20POR%20RESOLUCION%20CARU%20NRO%2028-19%20DE%205-12-2019.pdf
- López E., G. B. (2016). Uso de Allium cepa test como indicador de eficacia para el tratamiento de efluentes. *Ciencia y Tecnología No 16*, 81-89.

Anexos

Anexo 1. Poster presentado en la feria de ciencias.

Allium cepa como bioindicador de calidad de agua en la costa de Nueva Palmira

Plano de Nueva Palmira con puntos de recorrido de aguas residuales y de tomas de muestras para estudio

OBJETIVOS

General:- Comprobar si en tres puntos de la parte baja del Río Uruguay hay contaminantes que afectan el crecimiento de las raíces de *Allium cepa*

Específicos:-Realizar cálculo de promedio de peso fresco de raíces de *Allium cepa* que crecen en agua tomadas de 3 puntos del río comparándola con una testigo en agua destilada

- Vincular el crecimiento de las cebollas de los 3 puntos y el testigo, con parámetros fisicoquímicos pH, O2 disuelto y turbidez
- Relacionar el crecimiento de raíz *Allium cepa* con la cantidad de contaminantes vertidos en la ciudad de Nueva Palmira

HIPÓTESIS: El agua de las playas de Nueva Palmira recibe contaminantes que afectan el crecimiento de raíz *Allium cepa*

Fecha	Coliformes Fecales (MPN/100ml)	Enterobacterias coliformes (MPN/100ml)	Enterococos (MPN/100ml)	Parámetros físicos
08/07/2018	100	100	10	Temperatura
20/07/2018	100	100	10	O2 Disuelto
08/07/2018	100	100	10	pH
08/07/2018	100	100	10	Turbidez

Fecha	Coliformes Fecales (MPN/100ml)	Enterobacterias coliformes (MPN/100ml)	Enterococos (MPN/100ml)	Parámetros físicos
14/07/2018	100	100	10	Temperatura
20/07/2018	100	100	10	O2 Disuelto
08/07/2018	100	100	10	pH
08/07/2018	100	100	10	Turbidez

MATERIALES Y MÉTODOS:

- 1-Se seleccionaron 3 puntos en la parte baja del Río Uruguay que reciben diferentes contaminantes y de los cuales se registran datos de la C.A.R.U.
- 2- Se utilizaron 12 vasos de bohemia de 100 ml que fueron preparados de la siguiente manera:
 - 3 vasos de bohemia con 70 ml de agua destilada (Testigo) + 3 cebollas
 - 3 vasos de bohemia con 70 ml de muestra de agua de Toma de OSE + 3 cebollas
 - 3 vasos de bohemia con 70 ml de muestra de agua de Playa Corbacho + 3 cebollas
 - 3 vasos de bohemia con 70 ml de muestra de agua de Playa Higuieritas + 3 cebollas

Todas las cebollas utilizadas, corresponden a la especie *Allium cepa*, fueron cosechas en la misma zafra y pertenecen al mismo productor y tienen masa similar.

Se mantuvieron todas las réplicas en el laboratorio a una temperatura promedio de 20 °C, e iguales condiciones de luz y humedad. Se observó crecimiento de raíz durante un periodo de 7 días.

Se cortaron raíces de cada cebolla a los 7 días de la siembra, se registró peso fresco de cada una, y se hizo cálculo promedio de las réplicas.

RESULTADOS:

	Agua destilada	Toma de OSE	Corbacho	Higuieritas
Promedio peso fresco de raíces cebolla (g)	0,53	0,64	0,46	0,4
Parámetros fisicoquímicos	Testigo Agua Destilada	Muestra toma de OSE	Muestra de Corbacho	Muestra Higuieritas
O2 Disuelto (mg/l)	12	8,2	8,6	7,3
Temperatura (°C)	15	14	14	15
pH	7,1	6,5	8,1	8,3
Turbidez (NTU)	5	35	58	60

Promedio peso fresco de raíces cebolla (g)

DISCUSIÓN:

Al observar el gráfico y comparar los 3 puntos de colecta de agua con el testigo y vincularlo con el crecimiento de las raíces de *Allium cepa*, podemos observar que en la muestra de Playa Corbacho e Higuieritas la masa promedio de raíces, es menor con respecto a la testigo que creció en agua destilada.

La masa promedio de crecimiento de raíces es mayor en el primer punto de muestra (Toma de OSE) que es el que recibe menos contaminantes. Pero se aprecia mayor crecimiento que en el testigo. Se nos plantean los siguientes interrogantes ¿Hay mayor cantidad de nutrientes en Toma de OSE que favorecen el crecimiento de raíz cebolla? ¿Hay algún contaminante en los puntos Corbacho e Higuieritas que disminuyen el crecimiento de raíz?

También logramos observar con respecto a los parámetros fisicoquímicos que en la muestra de agua de Corbacho e Higuieritas el pH es ligeramente básico, lo que podría disminuir el crecimiento de las raíces de cebolla. Nos preguntamos ¿qué sustancia puede contener el agua en estos puntos que eleva el pH?

Las raíces de cebollas expuestas al agua de playa Higuieritas son las que presentan menor crecimiento, coincide el hecho con que esta zona recibe mayor contaminantes, y además presenta una muralla de retención de agua, posee mayor turbidez, menor O₂ disuelto y pH ligeramente básico.

Con este primer experimento podemos suponer que el agua de las costas de Nueva Palmira posee contaminantes que disminuyen el crecimiento de raíces de *Allium cepa*.

CONCLUSIONES:

Las playas de Nueva Palmira poseen contaminantes que disminuyen el crecimiento de raíces de *Allium cepa*. Se logra apreciar que en 2 de los puntos estudiados (Corbacho e Higuieritas) el crecimiento es menor. Estos lugares reciben mayor cantidad de contaminantes que toma de OSE, ya que el río corre aguas abajo. Si comparamos los 2 últimos puntos con el testigo, se puede ver la inhibición en el crecimiento de la raíz en estos dos últimos puntos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Carroll, L. (2006). *Microbiología: fundamentos y aplicaciones*. México: McGraw-Hill.

Mar, M., Pita, Y. (2016). *Procedimientos de laboratorio de microbiología ambiental*. México: Pearson Educación.

MAPA (2016). *Mapa de Nueva Palmira*. Disponible en: <http://www.municipalidadnuevapalmira.gub.uy/>

MAPA (2016). *Mapa de Nueva Palmira*. Disponible en: <http://www.municipalidadnuevapalmira.gub.uy/>

MAPA (2016). *Mapa de Nueva Palmira*. Disponible en: <http://www.municipalidadnuevapalmira.gub.uy/>

3. Análisis de una especie exótica que puede ser utilizada como desintegrador de Nylon: Caracoles degollados

Estudiantes

Cristian Silva
Milagros Martínez
Antonella Ferreira

Profesora orientadora

Gabriela Silva

**Liceo N°1 Instituto Politécnico Osimani y Llerena
Salto, Salto**

Resumen

El proyecto de investigación se centró en la alimentación del caracol *Rumina decollata* comúnmente conocido como caracol degollado. Se planteó como hipótesis inicial que los caracoles degollados, no solamente consumen caracoles de jardín (*Helix aspersa*) sino también vegetación. Se diseñaron tres hábitats de estudio: dos con caracoles degollados junto a caracoles *Helix aspersa* y un último con caracoles degollados con vegetación. Se confirmó la predilección de *Rumina* por *Helix* para su alimentación, consumiendo también vegetación y se detectó que los caracoles degollados eran consumidores de nylon y papel. Se planteó el objetivo general de corroborar el comportamiento reciclador de *Rumina* y como objetivos específicos, la comprobación del impacto que la alimentación a base de nylon tiene en el caracol degollado y detectar la degradación del nylon mediante el análisis de la materia fecal. Para estos objetivos se construyeron cuatro hábitats donde además de las variables anteriores se agregaron nylon film, papel y poliuretano. Los resultados fueron: los caracoles *Rumina* mantienen su predilección en la alimentación por caracoles de jardín, luego el papel y la vegetación, dejando por último el nylon y el espuma plast. Se observó, además, una disminución en la puesta de huevos de los caracoles que consumen nylon, y la muerte en los que consumen espuma plast, aproximadamente 15 días después. De las actividades de laboratorio se observó que la materia fecal de caracoles que consumen papel flota, mientras que las heces de caracoles que consumen nylon y vegetación se precipitan al fondo.

Abstract

The research project focused on feeding the *Rumina decollata* snail, commonly known as the decollate snail. It was proposed as an initial hypothesis that decollate snails consume not only garden snails (*Helix aspersa*) but also vegetation. To verify this, three study habitats were designed: two with decollate snails along with garden snails and one with decollate snails and vegetation. By observing them, *Rumina decollata*'s predilection for *Helix* for food was confirmed, as well as its tendency to consume vegetation. During these observations, it was detected that decollate snails were nylon and paper consumers. The general objective of corroborating the recycling behaviour of *Rumina decollata* was set. The specific objectives were to check the impact that nylon-based feeding has on the decollate snail and detect nylon degradation by analyzing stool. For these objectives, four habitats were built where, in addition to the previous variables, nylon film, paper and polyurethane were added. The results were: *Rumina* snails maintain their predilection for feeding on garden snails, then paper and vegetation, finally nylon and plastic foam. In addition, a decrease in the egg-laying of snails that consume nylon was observed and the death in those that consume plastic foam approximately 15 days later. From the laboratory activities, it was observed that the faecal matter of snails that consume paper floats, while the faeces of snails that consume nylon and vegetation fall to the bottom.

Palabras claves

Reciclador, nylon, caracol degollado *Rumina decollata*

Introducción

Rumina decollata, vulgarmente conocido como caracol degollado o caracol destructor (debe su nombre da la capacidad de ir desprendiendo partes de su caparazón a medida que crece) es una especie voraz (Criadero de caracoles 2016) . Estos caracoles tienen la capacidad de alimentarse de otros animales (moluscos, insectos pequeños o medianamente de su tamaño). Viven en pequeños grupos y son encontrados en ambientes húmedos (Criadero de caracoles 2016). Es una especie de molusco, gasterópodo, perteneciente a la familia subulinidae. Según registros, “En Europa alcanzan un tamaño de entre 29,6 y 41 mm de alto y poseen entre 11,5 y 22 mm de ancho, es una especie de gran tamaño, por lo que pertenece a los macro-gasterópodos. Estos caracoles tienen un promedio de vida de 1 a 2 años, dependiendo de las características del ecosistema” (Criadero de caracoles 2016).

Ésta especie se puede encontrar en zonas cercanas a las ciudades o sitios con concentración de población, campos de cultivo, jardines, huertas, o sitios antropizados con cierta humedad aunque soporta condiciones xéricas (El Caracol de Tierra Carnívoro *Rumina Decollata*, s.f.).

El caracol *Rumina decollata* se encontró en Piriápolis (Uruguay) donde despertó el interés de biólogos y docentes. El diario La Prensa publicó un artículo el 27 de marzo de 2019, sobre el hallazgo de estos caracoles donde un vecino del barrio La Falda, los encontró en cultivos de su pequeña quinta. Tras este descubrimiento los investigadores y biólogos que trabajan en el proyecto *Rumina* llegaron a Piriápolis para poder tener una entrevista con el vecino, mientras los docentes profundizan el tema para poder trabajar en clase (Debali, 2018).

En este proyecto se busca analizar el comportamiento y alimentación de estos caracoles terrestres exóticos, los cuales se detectó por accidente que también consumen nylon y papel, debido a que los devoraban para escapar de los hábitats fabricados para su observación.

Pregunta investigable:

¿Cómo varía la elección de *Rumina decollata* frente a diversas fuentes de alimentos: papel, nylon, caracoles, vegetación?

Objetivo general

- Analizar y comprender los hábitos alimenticios del caracol degollado.

Objetivos específicos

- Comprobar el potencial uso de *Rumina decollata* como controlador biológico del caracol de jardín.
- Analizar el comportamiento alimenticio frente al suministro de nylon y espuma plast de *Rumina decollata*
- Constatar la degradación del nylon mediante el análisis de la materia fecal.

Hipótesis

- Los caracoles *Rumina decollata* consumen vegetación además de consumir al caracol *Helix aspersa*.
- Los caracoles *Rumina decollata* son capaces de consumir nylon, al igual que vegetales sin perecer en el proceso.

Metodología de investigación y materiales

En una primera instancia se procedió a observar la alimentación del caracol degollado para comprobar si consume vegetación. Se plantean en forma inicial tres hábitats en tres recipientes diferentes, donde se emplean los materiales que se detallan a continuación:

- Recipientes de plásticos reciclados.
- Tierra
- Papel film
- Cuadernos de investigación para el registro de lo observado
- Lupas
- Cámara fotográfica
- Caracoles degollado (35 Ejemplares)
- Caracoles *Helix aspersa* (18 ejemplares)
- Vegetación

En una segunda instancia, la cual surgió a raíz de la observación del consumo de nylon y papel, se planteó la interrogante de, si pueden o no los caracoles *Rumina decollata* desempeñarse como recicladores. Para esto se diseñó el siguiente ensayo en tres recipientes: a) en un recipiente se colocó tierra, nylon film y un caracol degollado; b) en otro recipiente se agregó además de tierra y 8 caracoles degollados, vegetación y papel; c), en el tercer recipiente a la tierra y nylon film se le agregó 8 caracoles degollados.

Para este nuevo diseño se emplearon los siguientes materiales:

- Recipientes
- Tierra
- Nylon film
- Papel
- Vegetación silvestre
- Cámaras fotográficas
- Cuaderno de campo
- Caracol *Helix aspersa* (16 Ejemplares)
- Caracol *Rumina decollata* (17 Ejemplares)
- Espuma plast y poliuretano expandido

Para el registro de los resultados observados en los diferentes hábitats se plantearon dos tablas de observación (Ver anexo 1 y 2).

En el análisis de la materia fecal de los caracoles degollados se emplearon:

- Balanza (1)
- Vaso de bohemia (3)
- Placa de Petri (3)

- Papel
- Agua (150ml)
- nylon

Se tomaron tres muestras de 0,46 gr. de materia fecal de los caracoles que consumían nylon, los que consumían vegetación y los que consumían papel, se las midió en una balanza y se procedió a sumergir las muestras en vasos de bohemia con 150 ml de agua, este proceso se repitió en dos oportunidades más, variando la cantidad de materia, una vez con 58 g. y la siguiente con 60 g.

Análisis de los Resultados

Cuando se coloca en el vaso de bohemia con 150 ml de agua, la materia fecal que es producto del consumo de papel, la misma permanece flotando en la superficie del agua. Puede percibirse a simple vista restos de papel aún antes de ser colocada en el agua. En cambio cuando se coloca en los vasos de bohemia con 150 ml de agua, la materia fecal de los caracoles degollados que consumen vegetación o nylon, la misma se precipita rápidamente hacia el fondo del recipiente.

Al sumergir la misma medida de nylon y papel en tres repeticiones (0,46, 0,58 y 0,50 gr) en tres vasos de bohemia con 150 ml de agua, se constató que el nylon permanece flotando en la superficie del agua, al igual que las muestras de papel.



Figura 1. Medida de materia fecal. Fuente: elaboración propia.

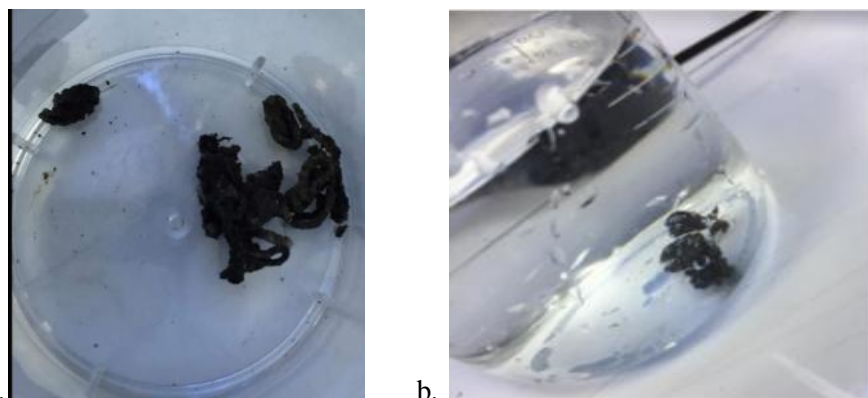


Figura 2. a) Materia fecal de caracol degollado que consume nylon. b) Materia fecal de caracoles que consumen nylon, precipitándose hacia el fondo del recipiente. Fuente: elaboración propia.

Se verificó nuestra hipótesis inicial, ya que los caracoles degollados consumen al caracol *Helix aspersa* y también se alimentan de vegetación. Así mismo se detectó que pueden consumir papel y otros desechos orgánicos.

Se comprobó que tienen hábitos nocturnos, y que reaccionan en forma negativa a la luz (fotofobia). También se verificó la capacidad recicladora de los caracoles degollados, debido a que consumen nylon (papel film) e incluso trozos de bandejas de poliuretano que fueron administradas. Por último se pudo detectar que al cabo de aproximado de 15 días los caracoles *Rumina decollata* que consumen espuma plast no sobreviven, siendo esto independiente a las condiciones externas de temperatura y humedad, ya que éstas son iguales entre hábitats. Tampoco es debido al consumo de *Helix aspersa* puesto que en las primeras investigaciones, *Rumina* manifestó un gran gusto y tolerancia por el consumo de esta especie, dejando solo un rastro de caparazones. Asimismo se comprobó los grados de predilección que tiene *Rumina* siendo *Helix* su alimento predilecto, en segundo lugar: papel, nylon, espuma plast y en última instancia vegetación, la cual consume en forma moderada, si tiene otras opciones. De esta manera se refuerza la idea de su voracidad, aunque en diferentes grados para cada alimento. Esto se puede comprobar también mediante la observación y control de los diferentes hábitats analizando qué alimento prefieren más, cuál se acaban con mayor velocidad y cual evitan o dejan de lado mientras tengan alguna otra sustancia para consumir.

Otro aspecto que se constató en la investigación fue que los caracoles que consumen nylon ponen un $\frac{1}{3}$ de los huevos menos respecto a los que ponen los que se alimentan de materia orgánica y que además estos huevos, demoran más tiempo en eclosionar.

Para el cumplimiento del tercer objetivo se sumergió la misma cantidad de materia fecal de los caracoles que consumen nylon, vegetación y papel, en la misma cantidad de agua. Constatándose que la materia fecal de los que consumen vegetación y nylon se precipita hacia el fondo, diferencia del nylon en su estado natural. Haciendo suponer que experimenta un proceso en el tubo digestivo del caracol que lo modifica a tal punto que cambia su naturaleza haciéndolo sumergirse. Proceso que por el contrario no experimenta el papel ya que nunca deja de flotar, ni cuando se sumerge solo, ni cuando se sumerge formando parte de la materia fecal.

Discusión de los resultados

Los caracoles degollados son más activos en lugares húmedos. Se analizó su comportamiento en tierra seca por una semana, y no se notó cambios; pero al hidratar sus hábitats, salían de su caparazón y se pudo percibir que reaccionan positivamente (estando más activos en sus movimientos y alimentación).

Se verificó que teniendo caracoles de jardín y vegetación en un hábitat, los caracoles degollados tienen preferencia por el caracol *Helix aspersa*; aunque de igual forma, al ser un caracol voraz, también comen vegetación. Esto confirmó que los caracoles degollados son omnívoros. Incluso, los caracoles degollados además de ingerir a *Helix aspersa* también consumían materiales naturales orgánicos como cáscaras de bananas o manzana y además de eso, orgánicos producidos por el hombre como nylon film. Es por este motivo que continuamos el análisis de estos caracoles como posibles "transformadores" o "recicladores" de materia inorgánica. Es aquí donde se comprobó que si bien su consumo es un poco más lento que con otras

sustancias pueden consumir nylon. También se pudo analizar el efecto negativo de espuma plast con esos caracoles ya que es la única variable que puede haberlos afectado debido a que temperatura, humedad y consumo de Helix ya habían sido analizadas y no manifestaron inconvenientes en otros hábitats control.

Se observó, además, que el papel a diferencia del nylon y los demás alimentos de Rumina no es totalmente digerido en su tracto digestivo y es por este motivo que flota en el agua. En cuanto al consumo de nylon no se detectó hasta el momento que pueda matarlos, pero sí produce una disminución en el número de huevos por puestas.

Todas estas características analizadas son totalmente nuevas ya que Rumina es un caracol exótico sobre el que no se encuentra información en libros y en internet es muy escasa o generalizada a algunas características en común de los gasterópodos.

Conclusión

Teniendo como base las observaciones, análisis y resultados de los últimos seis meses, se puede afirmar que los caracoles degollados son buenos controladores de los caracoles de jardín. Podemos concluir que Rumina, como toda especie introducida causa efectos negativos en el entorno invadido, encontrándose como una plaga en los jardines y en el propio domicilio.


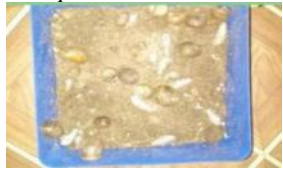

También se puede concluir de nuestra investigación que la materia fecal producto de estos caracoles que consumen nylon, no muestra presencia del mismo, (actuando posiblemente como reciclador), sino que también contribuye como abono en nuestros jardines .




Referencias bibliográficas

- Criadero de Caracoles. (2016). *Caracol degollado o destructor* recuperado el 15/05 de <http://www.criaderodecaracoles.com/caracol-degollado-odestructor/>
- Debali, G. (2019). Caracol «degollado» hallado en Piriápolis despertó el interés de investigadores, biólogos y docentes. *Semanario La Prensa*. Recuperado el 22/05 de: <http://semanariolaprensa.com/caracol-degollado-hallado-enpiriapolis-desperto-el-interes-de-investigadores-biologos-y-docentes/>
- El Caracol de Tierra Carnívoro Rumina Decollata (s.f.) recuperado el 22/05 de: <https://caracolesybabosas.com/caracoles-de-tierra/rumina-decollata/2>
- Ruppert, E.E. y Barnes R.D. (1996). *Zoología de los Invertebrados* (6ª Edición). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. México
- Zanotti M.,(2014), *Caracol Degollado (Rumina decollata)* Recuperado el 29/05 de <http://www.ecoregistros.org/site/imagen.php?id=68665> 29/05




Anexos




Anexo 1. Tabla de observaciones de primera parte de PII

Días de observación	Recipiente rotulado 1, tierra, vegetación silvestre y caracol degollado	En el recipiente número 2, se agregó además de tierra y caracol degollado, el caracol <i>Helix aspersa</i>	Recipiente número 3, a la tierra, al caracol degollado y al caracol <i>Helix aspersa</i> , se le agregó vegetación
08/05	Los 3 recipientes fueron cubiertos por papel film perforados, para evitar que los caracoles pudieran huir/salir del hábitat control.	Los 3 recipientes fueron cubiertos por papel film perforados, para evitar que los caracoles pudieran huir/salir del hábitat control.  Fuente: elaboración propia.	Los 3 recipientes fueron cubiertos por papel film perforados, para evitar que los caracoles pudieran huir/salir del hábitat control.
09/05	Se colocaron en el recipiente número 1, 17 caracoles degollados, con vegetación	En el recipiente número 2 se agregaron 11 caracoles degollados junto a 11 caracoles <i>Helix aspersa</i>  Fuente: elaboración propia.	En el recipiente número 3, colocamos 7 caracoles degollados y 7 caracoles <i>Helix aspersa</i> , con vegetación.  Fuente: elaboración propia.
14/05	Durante varios días se observó la evolución de los diferentes hábitats, en 3 turnos: En la mañana, tarde y noche. Sin detectar cambios importantes en los mismos.	Durante varios días se observó la evolución de los diferentes hábitats, en 3 turnos: En la mañana, tarde y noche. Sin detectar cambios importantes en los mismos.	Durante varios días se observó la evolución de los diferentes hábitats, en 3 turnos: En la mañana, tarde y noche. Sin detectar cambios importantes en los mismos.
14/06	Las observaciones siguen constante requiriendo nuevamente agregar vegetación en los recipientes correspondientes.	Las observaciones siguen constante	Las observaciones siguen constante requiriendo nuevamente agregar vegetación en los recipientes correspondientes.
19/06		Se detectan cada vez más caparazones vacíos de <i>Helix aspersa</i> en los recipientes números 2 y 3.	Se detectan cada vez más caparazones vacíos de <i>Helix aspersa</i> en los recipientes números 2 y 3.
25/06	Se encuentran más caparazones vacíos de <i>Helix aspersa</i> y también, caparazones de caracol degollado.	Se encuentran más caparazones vacíos de <i>Helix aspersa</i> pero también de caracol degollado.	Se encuentran más caparazones vacíos de <i>Helix aspersa</i> pero también, caparazones de caracol degollado.
03/07		Se observó que en todos los recipientes los caracoles de <i>Helix aspersa</i> fueron disminuyendo. Los caracoles degollados los devoran con gran rapidez dejando un rastro de caparazones sin vida.	Se observó que en todos los recipientes los caracoles de <i>Helix aspersa</i> fueron disminuyendo junto a la vegetación, en algunos de estos recipientes



			
		Caracol degollado consumiendo a un <i>Helix aspersa</i> . Fuente: elaboración propia.	
18/07	Tras ver que los resultados se mantenían semana tras semana se agregó papel, como prueba para comprobar el poder reciclador de estos animales.	Tras ver que los resultados se mantenían semana tras semana se agregó papel, como prueba para comprobar el poder reciclador de estos animales.	Tras ver que los resultados se mantenían semana tras semana se agregó papel, como prueba para comprobar el poder reciclador de estos animales.
22/07	Se observó que disminuyó la cantidad de papeles colocados días anteriores.	Se observó que disminuyó la cantidad de papeles colocados días anteriores.	Se observó que disminuyó la cantidad de papeles colocados días anteriores.
29/07	Se notó la falta de papel en el recipiente número 1 y 3.	Se notó que no quedó ningún papel en el recipiente número 1 y 3.	Se notó que no quedó ningún papel en el recipiente número 1 y 3.
05/08	Se nota que caracoles se han escapado tras comer el nylon film, porque se agregan pedazos de éste en pequeñas proporciones, para ver cómo reaccionaba.	Se nota que caracoles se han escapado tras comer el nylon film, porque se agregan pedazos de éste en pequeñas proporciones, para ver cómo reaccionaba.	Se nota que caracoles se han escapado tras comer el nylon film, porque se agregan pedazos de éste en pequeñas proporciones, para ver cómo reaccionaba.  Nylon que cubría hábitat destruido por acción del caracol degollado. Fuente: elaboración propia.
09/08	Tiempo después ciertos caracoles comieron partes del nylon pero no en gran cantidad cómo cuando comieron los papeles	Tiempo después ciertos caracoles comieron partes del nylon pero no en gran cantidad cómo cuando comieron los papeles. Se decide agregar desechos/ materia orgánica (cáscaras de frutas y verduras) en el recipiente 2..	Tiempo después ciertos caracoles comieron partes del nylon pero no en gran cantidad cómo cuando comieron los papeles
14/08	En el recipiente número 2 se vio que comieron gran parte de estos desechos que hemos puesto días anteriores	En el recipiente número 2 se vio que comieron gran parte de estos desechos que hemos puesto días anteriores	En el recipiente número 2 se vio que comieron gran parte de estos desechos que hemos puesto días anteriores
16/08	Cómo última revisión se concluye que además de comer caracoles <i>Helix aspersa</i> y vegetación, son capaces de comer materiales orgánicos (cáscaras de frutas, verduras y papel) e inorgánicos (retazos del nylon film)		 Rótulo de identificación del hábitat mostrando evidente deterioro producto de la acción de los caracoles degollados. Fuente: elaboración propia.

Anexo 2 .Tabla de observaciones de la segunda parte de PII

	Hábitat 1	Hábitat 2	Hábitat 3	Hábitat 4
29/08	<p>En el recipiente número 1 se colocó tierra, nylon film cortado en rectángulos de 7 y 5 cm de lado por 2 cm de ancho y 1 caracol degollado.</p>  <p>Fuente: elaboración propia.</p>	<p>En el recipiente número 2 además de tierra, se agregó vegetación silvestre, papel también cortado en rectángulos de 5 por 2 cm y 8 caracoles degollados.</p>  <p>Fuente: elaboración propia.</p>	<p>En el recipiente número 3 nuevamente colocamos tierra, nylon film con las mismas medidas que en el primero, pero esta vez con 8 caracoles degollados.</p>	<p>En un cuarto recipiente se colocó 16 caracoles <i>Helix aspersa</i> con 8 caracoles degollado y rectángulos de nylon con las medidas mencionadas.</p>
30/08	<p>Durante varios días se ha dividido el tiempo de las observaciones en dos turnos: vespertino y nocturno. Sin nuevas observaciones (papel y algunos individuos <i>Helix aspersa</i>).</p>  <p>En hábitat con nylon, el caracol degollado sigue teniendo predilección por <i>Helix aspersa</i>. Fuente: elaboración propia.</p>	<p>Durante varios días se ha dividido el tiempo de las observaciones en dos turnos: vespertino y nocturno. Sin nuevas observaciones (consumieron la vegetación silvestre, el papel y algunos individuos <i>Helix aspersa</i>).</p>	<p>Durante varios días se ha dividido el tiempo de las observaciones en dos turnos: vespertino y nocturno. Sin nuevas observaciones (consumieron la vegetación silvestre, el papel y algunos individuos <i>Helix aspersa</i>).</p>	<p>Durante varios días se ha dividido el tiempo de las observaciones en dos turnos: vespertino y nocturno. Sin nuevas observaciones (consumieron la vegetación silvestre, el papel y algunos individuos <i>Helix aspersa</i>).</p>
02/09	Se observa que se mantenían los cambios esperados, se nota un aumento en las heces de los caracoles.			
06/09	<p>Un integrante del equipo ha podido escuchar por la noche sonidos emitidos por los caracoles, al manipular el nylon para su consumo, pudiendo percatarse al día siguiente de un gran consumo del mismo.</p>		<p>Un integrante del equipo ha podido escuchar por la noche sonidos emitidos por los caracoles, al manipular el nylon para su consumo, pudiendo percatarse al día siguiente de un gran consumo del mismo.</p>	
09/09	<p>En el turno de la tarde no se ha notado cambio, pero en la noche se ha visto que consumieron parte del nylon puesto en un recipiente.</p>			
12/09	Se ha colocado nuevamente tierra, caracol y nylon manteniendo las medidas de 5 por 2 cm.			
17/09				<p>Al notar que consumían poco nylon, se decide agregar un nuevo elemento, bandejas de espuma plast y</p>

				<p>protectores de paquetes (Poliuretano expandido).²</p>  <p>Espuma plast agregado en el 4° hábitat. Fuente: elaboración propia.</p>
19/09	Se observa consumo de nylon pero en forma lenta en todos los hábitats.			
24/09	Se detecta como en los hábitats anteriores, mayor actividad y consumo durante la noche.			
26/09	Se recolecta materia fecal en todos los hábitats.			
27/09	Se utiliza materia fecal de caracol que consumió nylon como abono en el cultivo de una planta de tomate, a modo de control se coloca solamente tierra en otro germinador con la misma especie de planta y con las mismas características de recipiente, temperatura y acceso a la luz, pero sin ningún abono.			
30/09	Se observa en todos los hábitats una reducción de los materiales suministrados, lo que muestra consumo por parte de los caracoles <i>Rumina decollata</i> .			
07/10	Se continúa observando predilección por la alimentación de carne y papel, en forma secundaria eligen sustancias inorgánicas como nylon y espuma plast y en último lugar vegetación.	Se continúa observando predilección por la alimentación de carne y papel, en forma secundaria eligen sustancias inorgánicas como nylon y espuma plast y en último lugar vegetación.	 <p>Caracol degollado alimentándose de nylon. Fuente: elaboración propia.</p>	Se observa una disminución drástica del número de caracoles degollados, en el hábitat que consumen espuma plast
10/10	Se sigue recolectando materia fecal y se observan posturas de huevos en los hábitats de los que consumen papel y caracol <i>Helix aspersa</i> (De 30 a 40 huevos por caracol.	 <p>Huevos de caracoles degollados. Fuente: elaboración propia.</p>		
14/10			Se observan posturas de huevos en hábitat de <i>Rumina decollata</i> que consumen nylon pero en mucho menor cantidad	

² Se agregó en el cuarto hábitat rectángulos de 2 por 5 cm de espuma plast y protectores de paquetes de poliuretano expandido.


			(entre 8 y 9 huevos). 	
			Huevos de caracoles degollados que consumen nylon. Fuente: elaboración propia.	
17/10	Se detecta que, si bien los caracoles <i>Rumina decollata</i> consumen en forma acelerada espuma plast en el cuarto hábitats también continúan comiendo <i>Helix aspersa</i> .			
29/10	.			 Caparazones de <i>Rumina decollata</i> que consumieron espuma plast y perdieron la vida. ³ Fuente: elaboración propia.
04/11	Análisis de materia fecal para intentar comprobar mediante la flotación si se degrada el nylon y el papel en comparación con la misma cantidad de materia fecal de caracoles <i>Rumina</i> que comen solamente vegetación. ⁴			
08/11			Se observa mayor crecimiento en la planta <i>Solanum sp.</i> que se encuentra en el recipiente que contiene abono de material fecal de caracol que consume nylon .	
11/11	Se observan larvas de Caracol <i>Rumina decollata</i> , siendo el			

³ Se observó que los caracoles *Rumina decollata* que consumen espuma plast y protectores de polietileno, después de aproximadamente 15 días no sobreviven. No se detectaron variaciones con respecto a los demás hábitats de temperatura o humedad por lo que se presume que la muerte no es debido a esos factores externos ni al consumo de *Helix aspersa* por lo que se presume que es debido al consumo de polietileno.

⁴ . Se miden 46 gramos de materia fecal de los tres tipos de heces en la primera instancia y se los agrega a tres diferentes vasos de bohemia con 150 ml de agua. Luego se repite el procedimiento con 58 y 60 gramos de los tres tipos de materia fecal. Se repiten tres veces para asegurarnos de tener los mismos resultados. En el caso de la materia fecal producto de los caracoles que consumen nylon, esta se hunde totalmente en el vaso de bohemia con agua, lo mismo ocurre con la materia fecal de los caracoles que consumen vegetación. En cambio las heces de los caracoles que consumen papel, a simple viste mantienen un color blanco denotando una gran similitud con el papel normal, lo que manifiesta que no son del todo degradados. Para el caso de las heces de los caracoles que consumen papel, las mismas no se sumergen, por el contrario, flotan en la superficie del agua.

<p>tiempo de desarrollo aproximadamente 30 días. Realizaron eclosión solamente los huevos de los Caracoles que consumen vegetación y carne.⁵</p>			
---	--	--	--


Anexo 3. Posters utilizado en Feria de clubes de ciencia 2019




CARACOLES DEGOLLADOS

RESUMEN:
 Nuestro proyecto surgió por la problemática que se instaló en los alumnos, al ser detectado el caracol *Rumina decollata* consumiendo vegetación en un jardín. No obstante la información que poseíamos acerca de esta especie apuntaba a que se había introducido al país como control biológico del caracol *Helix aspersa*. Es por esto que se decidió analizar su comportamiento, siendo el objetivo general conocer su alimentación. Teniendo como hipótesis que consume vegetación además de carne. Nuestros objetivos específicos fueron: Comprobar su función como controlador biológico de *Helix aspersa* y analizar las características de su impacto como especie invasora. Para ello se los observó, durante días en diferentes condiciones. Pudiendo concluir que *Rumina decollata*, es depredador de *Helix aspersa*, pero también consume: vegetación, papel e incluso nylon. Se comprobó nuestra hipótesis y se cumplieron los objetivos. Naciendo aquí una nueva pregunta investigadora: ¿Pueden los caracoles *Rumina decollata* desempeñarse como recicladores ambientales? Para responder a la misma se analizan tres hábitats: uno con caracoles degollados, vegetación y papel. Otro con un caracol degollado y nylon film y por último uno en donde ubicamos más de un caracol con Nylon. Siendo ahora nuestro objetivo general analizar el comportamiento reciclador de *Rumina decollata*, y los específicos: comprobar que al consumir el Nylon no afecte su salud y constatar que el nylon no sea liberado intacto. Hasta el momento se pudo observar que los caracoles *Rumina decollata* son consumidores de Nylon, cumpliéndose así parte del objetivo general, pero aún queda mucho por analizar.

PRIMERA INVESTIGACIÓN



SEGUNDA INVESTIGACIÓN



RESULTADOS:
 Se observó que nuestra hipótesis tuvo un resultado positivo, ya que los caracoles degollados si bien consumen al caracol *Helix aspersa* también se alimentan de vegetación. Se detectó en forma accidental, que también consumen nylon. Para escapar de los hábitats. De las sucesivas observaciones se puede comprobar que consumen nylon film e incluso trozos de hojuelas de poliestireno. Se detectó que luego de un tiempo aproximado a los 15 días los caracoles *Rumina decollata* que consumen espuma plant no sobreviven, siendo este independiente a sus condiciones externas de temperatura y humedad, ya que están son iguales a las de los demás hábitats. Tampoco es debido al consumo de *Helix aspersa* puesto que en las primeras investigaciones *Rumina decollata* puso y sobrevivía por sus propias, podemos afirmar que no se debe al consumo de nylon porque el caracol control del hábitat uno sobrevivió perfectamente. Asimismo se comprobó los grados de plasticidad que uno *Rumina decollata* en hábitat uno sobrevivió, en segundo lugar papel, nylon, espuma plant y en último instancia vegetación. Referente de una muestra de los huevos que poseen los que se alimentan de sustancias orgánicas y además otros huevos demoran más tiempo en eclosionar. Además de esto las prácticas de laboratorio donde se intentó medir la flotabilidad de la muestra fecal producida por los *Rumina* con diferentes alteraciones, se pudo concluir luego de varias pruebas que los huevos de los que consumen nylon y vegetación se precipitan en forma accidental al fondo, mientras que los de los que consumen papel permanecen flutuando en la superficie del agua. Sendo esta una muestra de que el nylon atravesado se precipita en el tubo digestivo del caracol que ingiere a tal grado que pierde su flotabilidad. Por otro lado las semillas que fueron plantadas con tierra con abono de heces de caracol *Rumina* que consumen nylon, germinaron más rápidamente que las que usaron solamente tierra, lo que puede ser un indicio positivo de que, efectivamente el nylon es degradado e incluso sirve como abono para las plantas.

CONCLUSIONES:
 Teniendo como base, las observaciones, comprobaciones y análisis sobre el tema, se puede afirmar que los caracoles degollados son buenos controladores de plagas respecto a los caracoles de jardín, pero a la vez, es un caracol omnívoro, que también se alimenta de las plantas que están en el sitio en el que están habitando, a pesar de hacerlo en forma más lenta. Estos caracoles se pueden adaptar a distintos entornos con facilidad, con climas y características variadas, como ecosistemas de húmedales, praderas, bosques de poca densidad, entre otros. Es por este motivo que se adaptan a los hábitats que se les proporcionó en forma accidental. También se pudo observar que los Caracoles degollados además de consumir a *Helix aspersa* y a la vegetación de su entorno, consumen materiales inorgánicos como Nylon film y espuma plant. Siendo este último un comportamiento de los mismos puesto que se comprobó que tras un largo de permanecer unos 15 días consumiendo este material. En cuanto al consumo de nylon no se detectó hasta el momento que pueda eliminarse, pero sí produce una disminución en el número de huevos por puesta, disminuyendo en todos los individuos que consumen nylon su tasa de natalidad y de la normal. Podemos concluir por lo tanto que *Rumina*, como toda especie introducida causa efectos negativos en el entorno invadido, encontrándose como una plaga en los jardines y en el propio domicilio, pero se puede disminuir su impacto en forma significativa, arrojando a modo de ejemplo "una botella de leche" en pequeños troncos, en los Jardines. Disminuyendo así el número de residuos inorgánicos que va a nuestra basura, ayudando al reciclado del mismo y produciendo una notable disminución en la reproducción de *Rumina decollata*. Especie que hasta el momento viene en gran expansión con puestas de 30 a 40 huevos los cuales tienen un periodo de desarrollo de 30 días aproximadamente. También se puede concluir de nuestras investigaciones que la materia fecal producida de estos caracoles que consumen nylon, no solo no muestra presencia del mismo, actuando este como reciclado, sino que también contribuye como abono en los jardines acelerando el crecimiento de las plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Utilizamos ciertos medios de información y comunicación para saber un poco más sobre esta especie de caracol así como páginas web y libros.

- * Caracol degollado o destructor (L.) recuperado el 1998 de <http://www.ortofitocentros.com>
- * La Peste (L) de abril de 2018 Caracol degollado incluido en Proyecto de gestión de riesgos en Investigadores, técnicos y docentes.
- * El caracol de tierra caracoles Rumina decollata.
- * Zaveri R.(2014) Caracol degollado Rumina decollata.
- * Rosperly E.E. y Barnes R.S. (1995) Zoología de los Invertebrados. Edición
- * Mc Graw - H International Editors S.A. México

Cristian Silva
 Milagros Martínez
 Profe Gabriela Silva
 5^ºB4

⁵ Se presume que la alimentación a base de nylon no solo disminuye el número de huevos por puesta, sino que también influiría en el tiempo de eclosión de los mismos ya que aún no se presentan las larvas, pero para afirmarlo completamente se continuará con las observaciones. También se continuará examinando el crecimiento de las plantas para analizar la función de abono de las heces.

4. Antibióticos naturales

Estudiantes

Belén González
Palmira Prudence
Yessiana Rodríguez
Alan Rondeau
Sofía Sanner
Rocío Velazco

Profesoras orientadoras

Sandra Cabrera Maureles
Erica Bentancor

**Liceo N° 1 “Instituto Manuel Oribe”
Florida, Florida**

Resumen

El presente trabajo indaga sobre la eficacia de ciertos antibióticos naturales (sustancias químicas presentes en vegetales de uso común) por ser popularmente recomendados para combatir infecciones en general. Para ello se buscó información sobre la temática, de lo que surgió la interrogante: ¿qué eficacia presentan el jengibre, el Aloe vera y el Ajo para combatir las bacterias de la boca? Se planteó la hipótesis que el aloe y el jengibre presentan mayor efectividad contra los microorganismos de la cavidad bucal. Las bacterias cultivadas se obtuvieron de la boca de una compañera de grupo. Se realizó la siembra de bacterias en tres cajas de Petri que contenían agar y glucosa, a las cuales se les suministran las sustancias vegetales, verificando qué grado de eficacia presentan las mismas. Los elementos aplicados fueron: Jengibre (*Zingiber officinale*), Aloe (*Aloe Vera*) y Ajo (*Allium sativum*). Los dos primeros fueron macerados mientras que al último se le realizó un proceso de destilación, obteniendo así un aceite esencial. Todos fueron aplicados utilizando discos de papel sobre las Unidades Formadoras de Colonias. Luego de llevar a cabo las actividades experimentales, las que se repitieron en dos oportunidades con la finalidad de comprobar con mayor precisión los resultados obtenidos. Se concluye que ninguna de las sustancias vegetales utilizadas tuvo algún efecto sobre las Unidades Formadoras de Colonias bacterianas provenientes de la boca. Este resultado sugiere la pertinencia de realizar más investigaciones sobre las mismas sustancias, en otros cultivos de bacterias o probando nuevos antibióticos naturales.

Abstract

This work investigates the efficacy of certain natural antibiotics (chemical substances present in commonly used vegetables) as they are popularly recommended to fight infections in general. After information on the subject was sought, the following question arose: how effective are ginger, aloe vera and garlic in fighting mouth bacteria? It was hypothesized that aloe and ginger are more effective against microorganisms in the oral cavity. The cultured bacteria were obtained from the mouth of a classmate. Bacteria were inoculated in three Petri dishes containing agar and glucose, to which the plant substances are added, verifying their degree of efficacy. The added elements were: Ginger (*Zingiber officinale*), Aloe (*Aloe vera*) and Garlic (*Allium sativum*). The first two were macerated while the last one underwent a distillation process, thus obtaining essential oil. All elements were applied using paper discs on the Colony Forming Units. After carrying out the main experimental activities, all experiments were repeated twice to verify the results with greater precision. It was concluded that none of the plant substances used had any effect on mouth Bacterial Colony Forming Units. This result suggests the relevance of conducting more research on the same substances on other bacteria cultures or testing new natural antibiotics.

Palabras clave

Bacterias; Antibióticos naturales, Resistencia bacteriana

Introducción

En clase de Biología se estudió sobre las bacterias y cómo realizar el cultivo de las mismas utilizando diversas técnicas. El interés por el tema motivó la curiosidad del grupo, por lo que se decidió indagar sobre los efectos de los antibióticos. En un primer

momento fueron los comercializados en las farmacias y luego sustancias naturales consideradas con acción antibacteriana. Por esta razón se seleccionaron tres de las sustancias más comunes y de fácil acceso, el Jengibre, el Ajo y el Aloe Vera.

En la boca viven decenas de especies de bacterias distintas, suspendidas en la saliva o pegadas a la lengua y las mucosas (Jiménez, 2013). En la saliva se pueden encontrar ciertas proteínas con actividad antimicrobiana, como por ejemplo las lisozimas, que atacan a la pared celular, o las defensinas, que perforan las membranas de la bacteria. (Jiménez, 2013). En la boca puede haber bacterias aerobias y anaerobias, ambas grampositivas o gramnegativas algunas son beneficiosas, pero otras no.

Pregunta investigable

¿Qué eficacia presenta el Jengibre, el Ajo y el Aloe Vera, para combatir las bacterias presentes en la boca de una alumna de 5to año 4?

Objetivo general

- Indagar y comprender las creencias populares de nuestro entorno sobre la eficacia del Jengibre, Ajo y Aloe Vera como antibióticos naturales,

Objetivo específico

- Comprobar qué efectos tienen las sustancias naturales como: ajo, aloe y jengibre sobre las UFC bacterianas procedentes de la mucosa bucal de una compañera.

Hipótesis

- El Aloe es más efectivo que el Ajo y el jengibre para combatir las bacterias encontradas en la cavidad bucal boca de una alumna seleccionada.

Marco Teórico

Las bacterias son organismos unicelulares, procariotas con presencia de pared celular, pertenecientes al Reino Monera (Auderisk, 2003). Estos seres vivos presentan una organización simple, sin organelos membranosos y ADN simple circular, rodeados por una membrana y una pared celular constituida principalmente por polisacáridos y proteínas, además en algunos casos presentan otra envoltura denominada cápsula.

La pared celular de las bacterias está compuesta principalmente por peptidoglucanos entre otras sustancias como ácido teicoico. “La composición y estructura de la pared celular en los procariontes depende de la especie y de las condiciones de cultivo” (Anzalone, 2003, p. 128). La diferencia en la estructura de la pared celular de las bacterias se usa para su clasificación (Audersik. et al. 2003), con técnicas de coloración diferencial como la Tinción de Gram.

En bacterias Grampositivas se encuentra una pared celular que posee una capa externa de peptidoglucano sumado a los ácidos teicoicos. En el grupo de bacterias Gramnegativas la capa de peptidoglucano es más delgada y exteriormente se encuentra rodeada por una segunda membrana, esta unión ocurre por medio de lipoproteínas, lo que resulta en una estructura compleja. La presencia de esta envoltura es primordial, ya

que evita la lisis, debido a la alta presión osmótica presente en el medio intracelular. (Anzalone, 2003).

Clasificación morfológica

Pueden distinguirse 3 formas principales:

- 1- Cilíndricas o en bastones, llamadas bacilos: son las que incluyen mayor número de especies.
- 2- Esferoidales, llamadas cocos: en las cuales se presentan variaciones desde redondos, ovalados, y arriñonados (granos de café).
- 3- Cilíndricas, espiraladas: las cuales incluyen tres variedades (espirilos, vibrios y helicoidales).

Los cocos pueden agruparse en forma de cocos aislados, en parejas, como el gonococo y meningococo (diplococos), en cadena (los estreptococos), en racimos (estafilococo), en grupo de cuatro (tétradas).

Los bacilos pueden agruparse en cadenas, empalizada, letras chinas. La diferencia en la agrupación dependerá de su separación o no después de la división bacteriana y en la cantidad de planos en que esta se produzca.

En general, la mayoría de las bacterias son bacilos y poseen una longitud no superior a 5 micrómetros y 1 micrómetro de espesor. Debido a su tamaño, las bacterias no se observan a simple vista, necesitando para observarlas de microscopios ópticos que logren aumentos de 400 a 1000 veces del tamaño original (Anzalone, 2007).

Para visualizarlas mejor se colorean con colorantes simples como azul de metileno o diferenciales como la coloración de Gram. Esta última es muy utilizada, como se explicó anteriormente, porque permite clasificarlas en Gram positivas (violetas) y Gram negativas (rosadas), la diferencia de tinción se debe a la complejidad de la pared celular.

Entre las bacterias de la boca se encuentran anaerobias como lactobacillus o actinobacillus ,en el caso de las aerobias, encontramos individuos del género Staphylococcus o Streptococcus.(Jiménez Cid, 2013). Algunas de ellas son las noxas de las siguientes afecciones:

- Periodontitis: inflamación de las encías con posible degradación del hueso alrededor de los dientes)
- Caries: desmineralización del esmalte de los dientes a partir de la cual se originan orificios que pueden alcanzar la pulpa dental
- Mal aliento: Por ejemplo, ciertas gramnegativas generan compuestos de azufre responsables del mal olor.

Las bacterias pueden extender su acción más allá de la cavidad oral y a partir de su entrada al torrente sanguíneo pueden desencadenar endocarditis infecciosa, provocando inflamación de las válvulas cardíacas con riesgo de bloqueo de la sangre que riega el corazón y el cerebro. También las bacterias que entran en la cavidad oral pueden desatar infecciones respiratorias, debido a la comunicación que permite la faringe con ambos aparatos, digestivo y respiratorio. (Jiménez Cid. 2013)

Antibióticos

Estas sustancias pueden clasificarse según su acción sobre las bacterias en:

Antibióticos bactericidas

Beta-lactámicos (penicilinas y cefalosporinas).
Glicopéptidos (vancomicina, teicoplanina).
Aminoglucósidos (grupo estreptomicina).
Quinolonas (grupo norfloxacino).
Polimixinas.

Antibióticos bacteriostáticos

Macrólidos (grupo eritromicina).
Tetraciclinas.
Cloramfenicol.
Clindamicina, lincomicina.
Sulfamidas.

En numerosas especies vegetales existen metabolitos que tienen diversos efectos farmacológicos (Vera Castro, 2018, p. 3), entre ellos antimicrobianos, en esta oportunidad utilizamos los más conocidos por los integrantes del equipo, los cuales se describen a continuación.

El jengibre es una planta herbácea vivaz rizomatosa hasta de 1 m de altura, de gran porte y con hojas envainantes lanceoladas. Es medicinal originaria del sudeste asiático, con un cultivo muy difundido en los países que poseen regiones tropicales (Vera Castro, 2018). Flores irregulares, verdosas con labelo de color púrpura, agrupadas en espigas densas. Fruto en cápsula. Rizoma de olor aromático y sabor picante muy característico. Contiene: aceites volátiles, sustancias fenólicas (gingeroles, shoagoles y gingeronas), enzimas proteolíticas, ácido linoleico y vitaminas (especialmente vitamina B6 y vitamina C) y minerales (calcio, magnesio, fósforo y potasio). (Leyva. 2019) Pertenece al Reino: Plantae, Clase: Liliopsida Orden: Zingiberales. Familia: Zingiberaceae Subfamilia: Zingiberoideae Género: Zingiber Especie: *Zingiber officinale*

El Aloe vera es un arbusto en el cual sus hojas son más gruesas cerca de la raíz estas crecen hacia arriba. Su tallo tiene un aspecto rugoso y en sus bordes se pueden encontrar filamentos duros, parecidos a los de púas de cactus. Sus hojas son de color verde con manchas blanquecinas. Contiene: agua, antraquinones (Aloina, Barbaloina, Isobarbaloina, Antranolo, Acido aloético, Éster de ácido cinámico, Aloe-emodina, Emodina, Ácido crisofanico, Resistannolo), enzimas (Cyclooxygenasa, Oxidasa, Amylase, Catalasa, Lipasa, Fosfatasa Alcalina, Carboxipeptidasa), vitaminas (B1, B2, B6, B8, C, β -Carotene (precursor vitamina A), E), aminoácidos no esenciales (Histidina, Arginina, Hidroxiprolina, Ácido aspártico, Ácido glutámico, Prolina, Glicina, Alanina, Tirosina), aminoácidos esenciales (Lisina, Threonina, Valina, Leucina, Isoleucina, Fenilalanina, Metionina), oligoelementos (Manganeso, Calcio, Sorbato de Potasio, Sodio, Hierro, Zinc, Cobre, Cromo, Magnesio), sacáridos (Celulosa, Glucosa, Mannosa, L-Rhamnose, Aldopentosa), otros compuestos (Colesterol, Triglicéridos, Steroides, β -sitosterolo, Ligninas, Acido urico, Gibberellinas, Ácido Salicilico, Ácido araquidónico). (Leyva. 2019). Se la clasifica en Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Orden: Asparagales Familia: Asphodelaceae. Subfamilia: Asphodeloideae Especie: Aloe vera.

Por su parte el ajo es una planta bulbosa, vivaz y rústica. el bulbo está formado por 6-12 bulbillos, denominados “dientes”, unidos por una base formando la llamada “cabeza de ajo” (Mójica Lagarre, (2007). Contiene: calcio, folato, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, potasio, selenio, zinc, vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (Riboflavina), vitamina B3 (Niacin), vitamina C. Este vegetal se encuentra en la

División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Orden: Asparagal Familia: Amaryllidaceae.
Subfamilia: Allioideae Especie: *Allium sativum*.

Resistencia bacteriana

Las bacterias resisten la acción de los antibióticos de diversas formas:

- cambia su apariencia.
- cambios en la permeabilidad.
- absorbe el antibiótico y luego eliminarlo.
- deja entrar el antibiótico para una vez dentro desecharlo con enzimas.

Cuando se trabaja con microorganismos es de utilidad emplear con una unidad de medida, en esta ocasión se cuantifican en las unidades formadoras de colonias (UFC), que se encuentran en una muestra sólida. En un cultivo de células la colonia debe presentar un crecimiento importante para ser contadas. Las UFC son el mínimo de bacterias separables dentro del medio con agar, el cual permite el desarrollo de una colonia visible a simple vista. (Madigan et al., 2015).

Metodología de investigación y materiales

Materiales:

- 3 cajas de Petri.
- 4 grs de agar.
- 2 grs de glucosa en polvo.
- 100 grs de agua destilada.
- Vaso de Bohemia.
- Varilla agitadora.
- Mechero.
- Encendedor.
- Pinza.
- Horno de esterilización.
- Ansa de cultivo.
- Sustancia antifúngica.
- Hojas de Aloe Vera.
- Jengibre en polvo.
- Aceite de Ajo.

Materiales para la extracción de aceite esencial de Ajo y procedimiento

2 soportes. 1 balón de base plana. 2 pinzas. 2 sujetadores. 2 soportes universal. 1 vaso de bohemia pequeño. 1 refrigerante. 2 tubos de conexión (uno conectado al refrigerante y otro conectado a la canilla) .2 tapones de goma horadados. 1 calentador eléctrico.

Se procedió a la extracción del aceite esencial, para ello se armó el dispositivo de trabajo necesario para la extracción.

- 1). Cortamos bulbos de seis ajos y las colocamos en un balón que contenía agua hasta la mitad.
- 2). Sobre el calentador se encuentra el balón, el cual presenta un tapón horadado con un tubo de conexión que los une al refrigerante. El refrigerante presenta un tubo de goma que lo conecta a la canilla por donde ingresa el agua y otro tubo de goma por donde va saliendo el agua, al final del refrigerante se encuentra un vaso de bohemia cuya función es recoger el líquido destilado.
- 3). Dimos por finalizado este proceso cuando observamos que el vaso de bohemia contenía una cantidad adecuada para nuestro objetivo.
- 4) Se colocó el producto obtenido de la destilación en un frasco cerrado, previamente etiquetado.

Procedimiento

1. Con el ansa de cultivo (esterilizada) extrajimos las bacterias de la boca de la compañera y las sembramos dentro de tres cajas de Petri donde se encontraban los medios de cultivos previamente esterilizados.
2. Agregamos a los cultivos las sustancias con el fin de comprobar su acción como antibióticos, utilizando discos de papel absorbente previamente nombrados:
 - Jengibre en polvo: introducimos una cucharada dentro de un vaso de bohemia, luego lo disolvemos con cuatro cucharadas de agua caliente y dos de alcohol, agitamos. Con un papel filtramos la mezcla para que únicamente nos quede su “jugo”.
 - Aloe: con una espátula raspamos sus hojas extrayendo su pulpa, haciendo con ésta una molienda, luego la pasamos por un papel de filtro para obtener únicamente su líquido.
 - Ajo: utilizamos el aceite extraído en la destilación previa.

Análisis de los Resultados

De la experiencia se desprenden los siguientes resultados: en la caja de Petri A cuyo medio de cultivo contiene agar y glucosa se encontraron 100 UFC de hongos y 24 UFC bacteriana. Presentan tamaño variable, color blanco y amarillo, de superficie mate rugosa, con formas puntiformes, y circular de margen entero. Las sustancias aplicadas no producen cambios sobre los hongos ni las bacterias, ya que se pueden observar bacterias debajo y alrededor de cada círculo de papel impregnado con el aloe, ajo, y jengibre.



Figura 1. Cultivo de bacterias en medio con agar. Fuente: elaboración propia.

En la caja de Petri B cuyo medio de cultivo presenta agar, glucosa y antimicótico A, se evidencia la presencia de 30 UFC de hongos, a pesar de que contiene una sustancia antifúngica, lo que permite afirmar que los hongos presentes no son sensibles a estas sustancias. Con respecto a UFC de bacterias se contabilizan 70 al momento de la observación macroscópica, de tamaño medianas y grandes, de color amarillo opaco, de superficie mate lisa y rugosa, de forma circular e irregular, de margen entero y ondulado.

En la caja de Petri C que presenta agar, glucosa y antimicótico A y B, pudimos observar las 20 UFC de hongos filamentosos y 85 UFC de bacterias, de tamaño medianas y grandes, de color blanca opaca y amarilla de forma circular e irregular, de margen entero y ondulado.

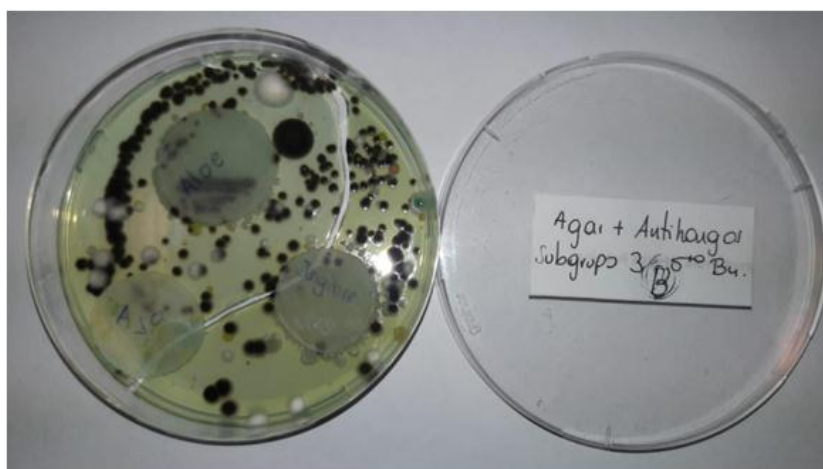


Figura 2. Cultivo de bacterias en agar con antihongos. Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Cultivo de bacterias en agar con diferente antihongos. Fuente: elaboración propia.

Conclusión

En el transcurso de nuestra investigación tuvimos la posibilidad de trabajar con bacterias extraídas de la cavidad bucal de dos alumnas. Con respecto a la hipótesis planteada, no resulta válida con respecto a los resultados obtenidos, ya que ninguna de las sustancias utilizadas tuvo el efecto esperado. A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que las sustancias naturales utilizadas no mostraron ser eficaces para combatir las bacterias provenientes de la cavidad bucal cultivadas en medio sintético. Es importante destacar que la metodología presenta imperfecciones, ya que los materiales utilizados en el laboratorio de Biología, pueden presentar contaminación con otros microorganismos no deseados. El método utilizado para la aplicación de las sustancias es muy rudimentario, factor a tener en cuenta al momento de concluir nuestro trabajo. Es de considerar la continuidad de futuras investigaciones, en donde se pueden mejorar las técnicas utilizadas, ya que la temática es muy atractiva, despertando el interés por saber más.

De estos resultados se desprenden nuevas interrogantes ¿Las sustancias naturales son efectivas para otras bacterias presentes en el cuerpo humano? ¿Cómo varía su efecto si se utilizan las mismas sustancias, utilizando otra metodología de trabajo? ¿Qué otras sustancias naturales consideradas antibióticos, servirán para combatir las infecciones bucales?

Referencias bibliográficas

- Anzalone, A. (2007). *Manual de Zoología. Tomo I*. Montevideo, Uruguay: Ediciones Ciencias Biológicas
- Audersik, T. Audersik, G. Byers, B. (2003). *Biología. La vida en la tierra*. México: Prentice Hall
- Cabrera, C., Gómez, R. y Zúñiga, A. (2007) *La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación*. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/cm/v38n2/v38n2a07.pdf>
- Jiménez Cid, V. (2013). *Las bacterias que viven en tu boca*. Recuperado de: <https://enciende.cosce.org/boletin/index.asp?item=86>
- Leyva, L. (2019). *Jengibre*. Recuperado de: <https://www.tuberculos.org/jengibre/>
- Madigan, M. et al. (2015). *Biología de los microorganismos/ 14Ed*. México: Editorial Pearson Prentice Hall
- Vera Castro, J. (2018). *Evaluación del efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de Jengibre (Zingiber officinales) y Cúrcuma (Cúrcuma longa) frente a la bacteria Staphylococcus aureus ATTC:12600*. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15045/1/UPS-CT007429.pdf>

Agradecimientos

Para la profesora de Inglés Mariángel Carreño por su colaboración en la corrección del abstract.

Para la profesora de química Erica Bentancor por su colaboración para la extracción de aceite esencial de ajo.

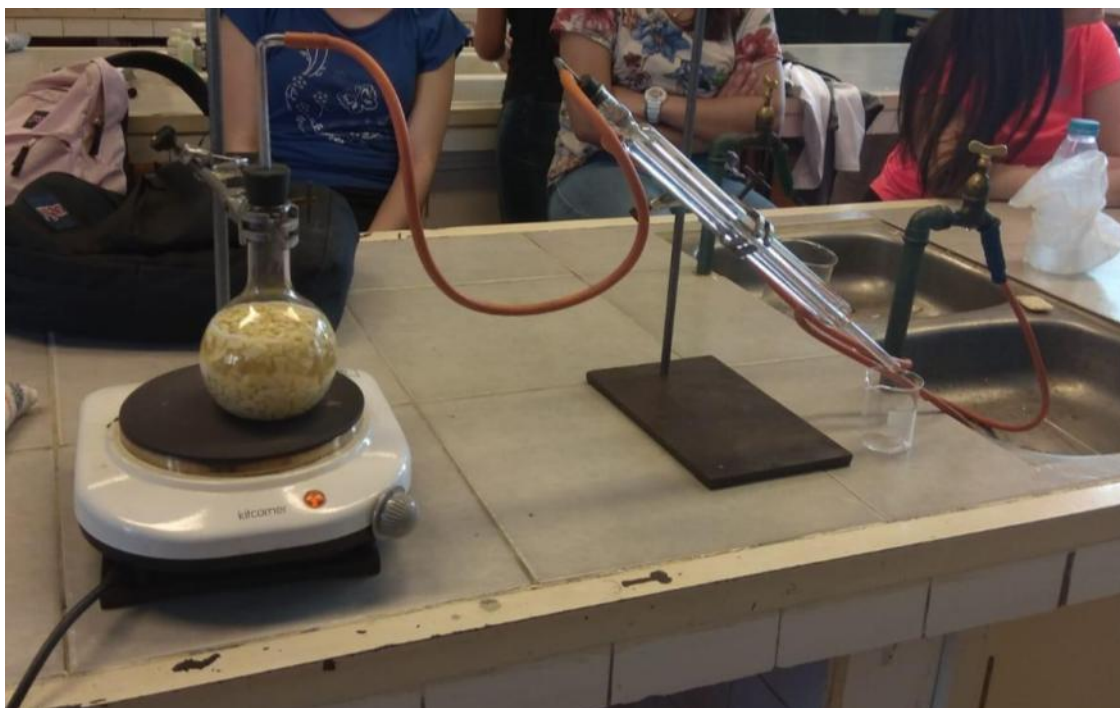
Para el Sr. Cono Santurio, por la información brindada y su cordial atención.

Para el profesor Matías Hernández y la Sra. Mariana Langon, coordinadores de Clubes de Ciencia en Florida, por su excelente disposición.

Para el Dr. Eduardo Dellacasa grado 5 de la Cátedra de Farmacognosia y Productos Naturales, por la información brindada sobre destilación y aceites esenciales.

Anexos

Anexo 1. Dispositivo de extracción de aceite esencial de ajo. Fuente: elaboración propia.



Anexo 2. Presentación del proyecto en el Congreso Liceal. Fuente: Elaboración propia.



5. Bioplástico ¿el compost del futuro?

ESTUDIANTES

Leandro Acosta, Joaquín Agesta, Victoria Álvarez, Bianca Apolinario, Belén Brun, Cecilia Fariña, Martina Ferreira, Matías Ferreira, Federico Flores, María Elisa Bresque, Tatiana García, Álvaro González, Yuri González, Tiziano Iza, Federica Larracharte, Nicolás Lemos, Iván Medina, Belén Moreno, Aníbal Miguez, Luciana Nuñez, Franco Piriz, Yazmin Sosa, Julieta Suburu, Harold Alegre, Ángela Díaz, Jalil Escamendi, Valentina Fernández, Emanuel Ferreira, Luciano Lioret, Lucia Olivera, Brian Pereira, Alana Rosano, Sofía Rotela, Carolina Suarez, Pilar Suarez, Martina Velázquez.

PROFESORAS ORIENTADORAS

Agustina Gauna, Valentina Ballesteros

**Liceo maestro Adolfo Rodríguez Mallarini
Lascano, Rocha**

Resumen

Debido al alto consumo de plásticos a nivel mundial, comienza el uso de biopolímeros biodegradables y compostables como respuesta alternativa al impacto ambiental que los plásticos generan. La presente investigación que se realizó a nivel liceal por alumnos de dos grupos (2º1 y 2º2) en clases de Biología y fue tomando diferentes caminos. El presente trabajo se basó en determinar si los bioplásticos serán el compost del futuro y mediante encuestas se relevó el consumo de plástico liceal. El objetivo general fue elaborar bioplásticos capaces de biodegradarse y ser compostables, mediante el uso cáscara de manzana para posteriormente evaluar la degradabilidad de dicho bioplástico en una vermicompostera, es decir evaluar que tan compostable resulta. Partiendo de la pregunta ¿Cómo podríamos elaborar bioplástico para intentar disminuir el impacto negativo del uso de plástico en la contaminación ambiental, que sea compostable en una vermicompostera casera? Se plantea la hipótesis, que la utilización de la cáscara de manzana, es un buen constituyente para la estructura de bioplástico y además es capaz de degradarse en una vermicompostera casera, mejorando la calidad de la tierra. La compostabilidad se midió a través de una serie de requerimientos que ha de cumplir un bioplástico para ser compostable. Finalmente se obtuvieron películas plásticas flexibles, lisas y de bajo peso, ligeramente transparentes y con un olor característico a almidón; con ello se concluye que la elaboración de bioplástico es un proceso viable.

Abstract

Due to the high consumption of plastics worldwide, the use of biodegradable and compostable biopolymers can be an alternative response to the environmental impact that plastics generate. The present investigation was carried out at high school level by students from two groups (2º1 and 2º2) in Biology classes and it took different paths. The present work tried to determine if bioplastics will be the compost of the future and through surveys, the level of consumption of high school plastic was revealed. The general objective was to develop bioplastics capable of biodegrading and being compostable, by using apple peel to subsequently assess the degradability of said bioplastic in a vermicomposter to determine how compostable it is. Starting from the question of how we could make bioplastic to try to reduce the negative impact of the use of plastic on environmental pollution, which is compostable in a homemade vermicomposter it was hypothesized that the use of apple peel is a good constituent for the bioplastic structure and is also capable of breaking down in a homemade vermicomposter, improving the quality of the soil. Compostability was measured through a series of requirements that a bioplastic must meet to be compostable. Finally, flexible, smooth and lightweight plastic films were obtained, slightly transparent and with a characteristic starch odour. So, it was concluded that the production of bioplastic is a viable process.

Palabras clave

Bioplástico, cáscara de manzana, compostable, biodegradable, almidón, pectina, vermicompostera.

Introducción

Este proyecto de investigación inicia en clases de Biología, partiendo de una tarea que consistía en traer imágenes representativas de actos voluntarios de distintas personas. El día que los alumnos muestran las fotos colectadas, una de ellas llamó particularmente la atención; se trataba de un joven tirando una bolsa de basura en un contenedor, el cual se encontraba desbordado. Frente a tal situación, el joven deja la bolsa fuera del contenedor. La bolsa mostraba algo que llamó la atención del grupo, ésta decía: “biodegradable y compostable”, ¿Se refería a lo mismo, o se refería a procesos diferentes?, si bien el concepto biodegradable era conocido por todos, no fue así con “compostable”. Se comienza a indagar lo que significaba compostable en comparación con lo que sería biodegradable. Se averigua entonces, que el compost es un fertilizante de origen natural compuesto por residuos orgánicos. A partir de aquí surgen un par de curiosidades más, como ¿qué pasará si colocamos en el patio del liceo un área de recolección de envases plásticos y envoltorios, se desbordara igual que el contenedor?, ¿cuál será el consumo plástico a nivel liceal en un plazo de una semana? A partir de estas preguntas surge la siguiente investigación.

Como primera etapa nos planteamos generar un bioplástico, entre distintas recetas, muchas de ellas utilizan como uno de sus ingredientes la cáscara de fruta. Aquí surge la idea de proponer una encuesta a nivel liceal siendo, los alumnos del liceo de Lascano la población bajo estudio; ¿Cuál es la fruta más consumida? Partiendo de las respuestas nos propusimos elaborar un bioplástico a partir residuo generado en mayor proporción en los hogares de los liceales.

En una segunda etapa nos interesó hacer foco en los conceptos de biodegradable y compostable. A partir de eso nos surge la pregunta: ¿cómo se podría obtener compost de forma casera en cualquier hogar dentro del Uruguay?, pensando en aquellos que no cuentan con un espacio de tierra en el que se pueda desarrollar esto. Surge entonces, la opción de construir una vermicompostera para analizar la compostabilidad del bioplástico elaborado.

Pregunta Investigable:

¿Cómo elaborar un bioplástico utilizando cáscara de manzana para disminuir el impacto negativo del uso de plástico y que sea compostable en una vermicompostera?

Objetivo general

- Elaborar un bioplástico a base de cáscara de manzana y que sea degradable en una vermicompostera.

Objetivos específicos

- Diseñar un proceso práctico y de bajo costo para la elaboración de un bioplástico a partir de almidón de maíz y cáscara de manzana.
- Comparar las propiedades de la estructura como elasticidad, flexibilidad, textura a partir del uso de cáscara de fruta de banana, manzana y mezcla como variables de la receta base.

- Determinar el tiempo que le lleva al bioplástico elaborado degradarse en la vermicompostera.

Hipótesis:

- El bioplástico generado a partir de cáscara de manzana es de buena calidad y es capaz de degradarse en una vermicompostera casera.

Marco Teórico

Es de público conocimiento que debido al proceso de globalización y a los cambios en los hábitos de vida de la población mundial, el consumo de productos plásticos ha aumentado considerablemente en los últimos tiempos.

La figura 1, muestra el consumo de plástico a nivel mundial en el año 2013. Cada año, más de ocho millones de toneladas de plástico terminan en los océanos. Incluso, más del 90 % del agua embotellada y el 83 % del agua que sale por las cañerías de los hogares contienen microplásticos.



Figura 1. Producción mundial de plástico en millones de toneladas año 2013 (González-Cebrián, 2013).

El tiempo de degradación de los productos plásticos supera ampliamente el tiempo de vida de la mayoría de las especies vegetales y animales, siendo esto un gran problema que nos aqueja a todos los habitantes del planeta Tierra. La mayoría demoran cientos de años en degradarse completamente. En la figura 2 se ejemplifica este proceso.

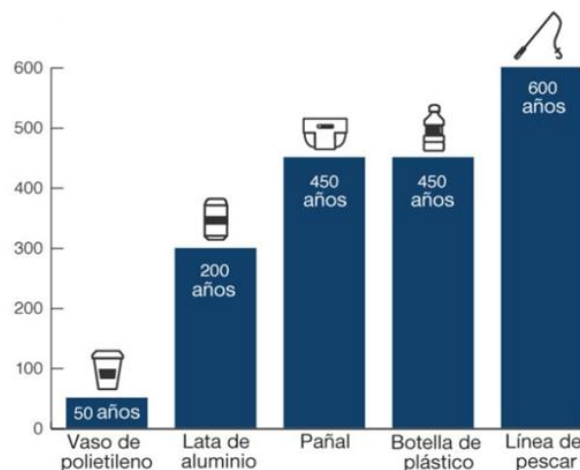


Figura 2, Tiempo estimado de degradación de distintos productos plásticos (El mostrador, 2019)

Los plásticos son el producto de una reacción entre un polímero y un plastificante. Si bien existe reciclaje que reduce en parte el problema, éste no lo elimina completamente.

Bioplásticos y compostaje

Los bioplásticos, son biodegradables y provenientes de fuentes renovables, resultan 100% degradables así como resistentes y versátiles. Un bioplástico biodegradable puede no ser compostable o no servir como abono orgánico, estas características dependen del tiempo que se tarda para llevar a cabo los dos procesos.

Un producto compostable, es aquel que se degrada biológicamente produciendo dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos y biomasa, sin dejar residuos tóxicos visibles o distinguibles. La biodegradabilidad refiere a un proceso químico habitual, mientras que la compostabilidad es un parámetro incorporado desde los humanos.

Existen pruebas para concluir si un plástico llega a biodegradarse totalmente lo suficientemente rápido en un determinado tipo de entorno, y puede ser etiquetado como “compostable”.

El vermicompost es un abono orgánico estabilizado, rico en nutrientes y de baja densidad aparente, el cual puede aplicarse al suelo para mejorar sus características químicas, físicas y biológicas. Mejora los rendimientos y sanidad de los cultivos, sin causar riesgos al medio ambiente. Este producto se obtiene a partir del proceso de vermicompostaje en condiciones, en el cual se reciclan los restos de materia orgánica con la participación de diversos microorganismos y de lombrices que se alimentan de ellos y los transforman –mediante su proceso digestivo– en sus deyecciones (heces), las cuales luego serán el humus de lombriz. Dicho proceso ocurre en una vermicompostera, de tamaño pequeño (30 litros de capacidad), ésta es un recipiente contenedor, en el cual se coloca un núcleo básico de lombrices con un poco de humus de lombriz o tierra, y se va agregando la materia orgánica a procesar. Este recipiente facilita la descomposición de la materia orgánica de una manera limpia, segura, eficiente y controlada. Este proceso se debe dar en presencia de aire, mediante la acción de micro y macro organismos, obteniéndose como resultado humus y lombrices. (IM, 2018, p. 11)

El humus de lombriz en el suelo cumple tres funciones:

- Mejora la permeabilidad, estructura y porosidad del suelo, facilitando la capacidad de retención de agua, la aireación y la penetración de las raíces de plantas.
- Provee nutrientes al suelo, los cuales se disponibilidad gradualmente para los cultivos, actuando como fertilizante.
- Aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades y contribuye al control biológico de plagas y enfermedades. El humus de lombriz tiene diferentes macro y micronutrientes, según la materia orgánica empleada y las condiciones en que se da el proceso. (IM, 2018, p.12).

Este trabajo tiene como objetivo la obtención, a escala de laboratorio, de un bioplástico a partir de almidón de maíz, cáscara de banana y cáscara de manzana entre otros, siendo todos ellos recursos naturales renovables.

La pectina es uno de los ingredientes utilizados en la elaboración de bioplástico en este trabajo de investigación, por lo que resulta interesante saber qué es y de donde

proviene. La pectina es una mezcla de polímeros ácidos y neutros muy ramificados. Es uno de los constituyentes mayoritarios de las paredes de las células vegetales, y se obtiene a partir de los restos de la industria de fabricación de zumos de naranja, limón y de la fabricación de la sidra. La pectina está constituida principalmente por una cadena de unidades de ácido galacturónico. Las cadenas del ácido galacturónico están parcialmente esterificadas con Ésteres metilos. (FOOD-INFO, 1999-2017). Pensar en la pectina como un Biopolímero, para elaboración de plásticos sería de gran importancia a nivel ecológico, por la disposición de los desechos agroindustriales, en este caso de sólidos provenientes de las industrias procesadoras de jugos, que actualmente constituyen un factor muchas veces contaminante debido a que no existe un aprovechamiento de estos residuos.

Metodología de investigación y materiales

El trabajo de investigación se realizó en el período de mayo a agosto de 2019 en la ciudad de Lascano, siendo el consumo de plástico a nivel liceal el problema que motivó el mismo. Quienes realizaron dicho trabajo fueron los alumnos de segundo año de ciclo básico bajo la tutela de la profesora de biología Agustina Gauna con la colaboración de la profesora de química e Ingeniera Agrónoma Valentina Ballesteros.

Los bioplásticos elaborados son sometidos a pruebas mecánicas para verificar su resistencia y elasticidad y así determinar sus posibles usos, como pruebas de solubilidad y permeabilidad, para saber qué tan resistentes son y si permiten o no el pasaje de agua. También se someten a pruebas de biodegradabilidad.

A continuación se detallan las encuestas realizadas, las recetas utilizadas y materiales empleados.

A nivel liceal se realizan dos acciones que brindan información necesaria para el inicio y formulación del trabajo de investigación:

- Área de Reciclaje: Se colocan dos recipientes en el hall del Liceo, uno de ellos con un cartel indicando que allí se debían depositar bolsas, envases, vasos, platos, bandejas y recipientes plásticos. El otro recipiente se destinó para que allí se depositan envoltorios de golosinas. Cada 15 días se evaluó la cantidad de residuos plásticos presentes en ambos recipientes.
- Frutas consumidas: Se elabora un cuestionario de 2 preguntas de rápida y fácil respuesta, que es realizada en cada clase presente en el Liceo Lascano, basándose en descubrir cuál es la fruta más consumida por los alumnos de dicho liceo y cuál es el destino de la cáscara.

Construcción del bioplástico

El procedimiento de construcción se realizó en 3 etapas, dentro del Laboratorio de Biología de la institución. Cabe mencionar que a lo largo de todo el proceso se involucró a todo el grupo de estudiantes. Las etapas se detallan a continuación:

1. Elaboración de prototipo para obtener el biopolímero en forma de lámina delgada.
2. Pruebas fisicoquímicas a los prototipos elaborados.
3. Verificación de biodegradabilidad del bioplástico obtenido.

Primer protocolo de elaboración - Receta de bioplástico

Para la construcción de bioplástico se utilizaron: 3 cucharadas de almidón de maíz, 250 ml de agua, 1 cucharada de ácido acético (vinagre), una cucharada de glicerina, 3 cucharadas de cáscara de frutas trituradas.

Procedimiento:

1. Triturar en licuadora la cáscara de frutas con un agregado mínimo de agua.
2. Agregar en una cacerola todos los ingredientes excepto el triturado de fruta y colocarlo a fuego, revolver constantemente hasta obtener una mezcla de consistencia pastosa.
3. Colocar la mezcla en la licuadora junto con la cáscara de fruta triturada. Licuar por 3 minutos más.
4. Extender la mezcla sobre un papel de aluminio y con una espátula se extiende una lámina de bioplástico lo más fino posible, se deja secar al sol.

Protocolo de laboratorio

Después de varias pruebas de elaboración, se realiza un protocolo de laboratorio (figura 3), que nos ayuda a ser más exactos en cuanto a proporciones y medidas de los ingredientes utilizados en la receta de bioplástico.

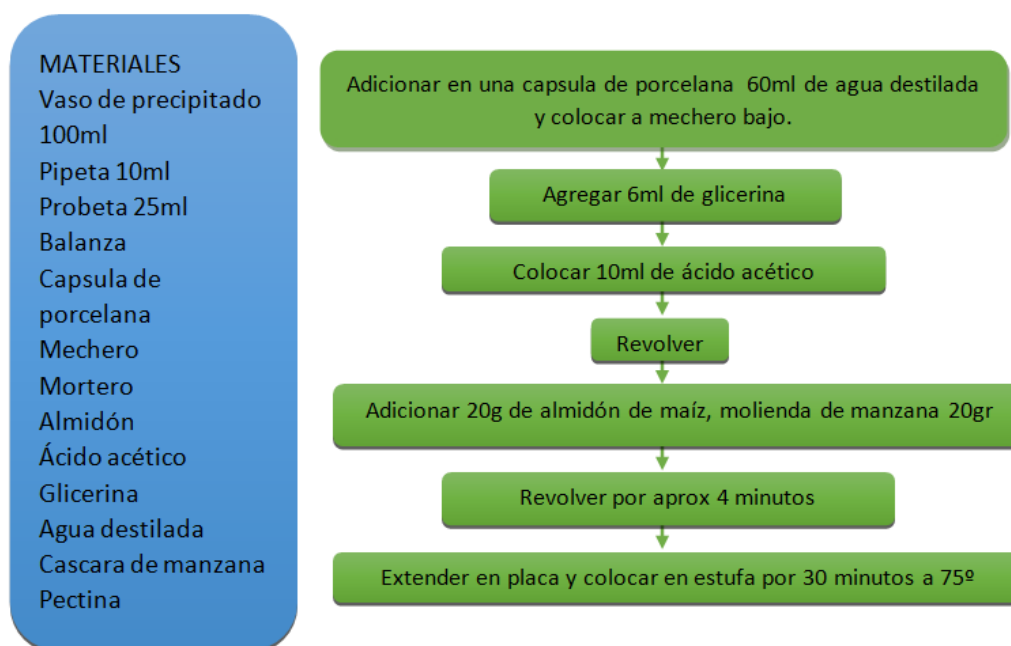


Figura 3. Protocolo de laboratorio. Fuente: elaboración propia

Al protocolo anterior no se le agregó la pectina debido a que fue la variable utilizada para evaluar las características que presentaba el bioplástico elaborado con o sin ella. Se debe tener en cuenta que después de haber ido ajustando la cantidad de pectina utilizada, se llega a estandarizar en 1 g de pectina en 50ml de agua destilada, a su vez se adiciona la cáscara de manzana molida que es rica en cutina, dos aditivos que han hecho de esta película plástica un verdadero bioplástico. Unos 4 a 6 días previos se realiza la deshidratación de la cáscara de manzana en un deshidratador solar, buscando

quitarle el mayor porcentaje de agua posible, los días que deben estar allí dependen del tipo de clima. Luego se lleva a mortero y se sigue procesando hasta obtener un polvo. Existen 3 prototipos trabajados en relación a la utilización de: pectina, estufa, preparación llevada a fuego o secado a ambiente. Este último, es el prototipo que consideramos base y a partir de él se van haciendo las combinaciones que permitan determinar la dosis óptima de pectina, de cáscara de manzana y almidón de maíz para la elaboración de bioplástico a nivel de laboratorio.



Figura 4. Instrumentos y estufa de laboratorio utilizados en la elaboración. Fuente: elaboración propia.

Vale destacar que a nivel de laboratorio se realizaron 3 protocolos para la elaboración del bioplástico, uno al que solo se le agregó pectina, otro, pectina y cáscara procesada, y otro sin pectina. La descripción de los procedimientos se encuentra en anexo.

Deshidratador solar y vermicompostera

Para la realización del deshidratador solar se utilizan dos planchas de compensado, para usar de bandeja en el interior de un cajón de colmena. Se le coloca una puerta inclinada con un vidrio para el ingreso de la luz solar. Se organizan las cáscaras de manera que queden separadas y puedan airearse en las dos bandejas presentes en la estructura, allí quedan unos 6 días hasta obtener la deshidratación completa de las cáscaras. Luego se llevan a procesarlas en mortero.

Luego de realizado los bioplásticos se procede a trabajar la propiedad compostable de los mismos, por lo que se realiza una vermicompostera. Ésta es una cubeta construida a partir de materiales sencillos, dicha cubeta opera como hábitat de las lombrices, principales encargadas de realizar la descomposición de residuos de origen vegetal. Teniendo en cuenta todo lo anterior, surge una nueva incógnita. Los materiales utilizados fueron: dos cajas de espuma plast, una botella de plástico, tierra que se usó como cama para las lombrices y un puñado de lombrices recolectadas en la casa de los alumnos. Luego de realizada la vermicompostera se procede a evaluar la degradación del bioplástico.



Figura 5. Cáscaras de manzana en deshidratador solar. Fuente: elaboración propia.

Se realizan pruebas de verificación de presencia del almidón en las cáscaras utilizadas y pruebas fisicoquímicas para observar la resistencia de los prototipos de bioplástico elaborados.

Como prueba de verificación de presencia de almidón en cáscaras se utiliza la prueba de lugol, en la que se trabaja con los siguientes materiales:

- lugol
- agua
- almidón de maíz
- cáscara de banana y manzana
- pipeta
- platos de muestras
- tubos de ensayo
- gradilla

Procedimiento de la prueba lugol: se preparan dos tubos de ensayos que actúan como testigo, uno con agua + lugol y un segundo tubo con agua + lugol + almidón. El primero queda con la coloración anaranjada y el segundo tubo color verde-azulado. Se colocan en los platos de muestras un trozo de cáscara de banana y un trozo de cáscara de manzana, se les coloca a ambos unas gotas de lugol, se espera unos minutos y se observa las coloraciones que tomaron. Se comparan con los tubos testigos. Se realiza lo mismo en 3 muestras de ambas cáscaras, se observan y se anotan resultados.

Las pruebas fisicoquímicas utilizadas son:

- Prueba de grosor: se utiliza un micrómetro, registrándose el espesor de las láminas de bioplástico obtenidas.
- Prueba de elongación: se trabaja la medida de la capacidad del biopolímero a resistir a los esfuerzos de estiramiento y presión.
- Prueba de solubilidad: se colocan trozos de bioplástico en agua y se observa su disolución en ella.
- Prueba de permeabilidad: se sostiene una tira de bioplástico y se coloca agua en forma de vapor para visualizar su permeabilidad.
- Prueba en alcohol: se colocan trozos de bioplástico en alcohol, se observa reacción.
- Prueba de humedad: se mantiene el bioplástico en un ambiente húmedo para ver cómo reacciona.

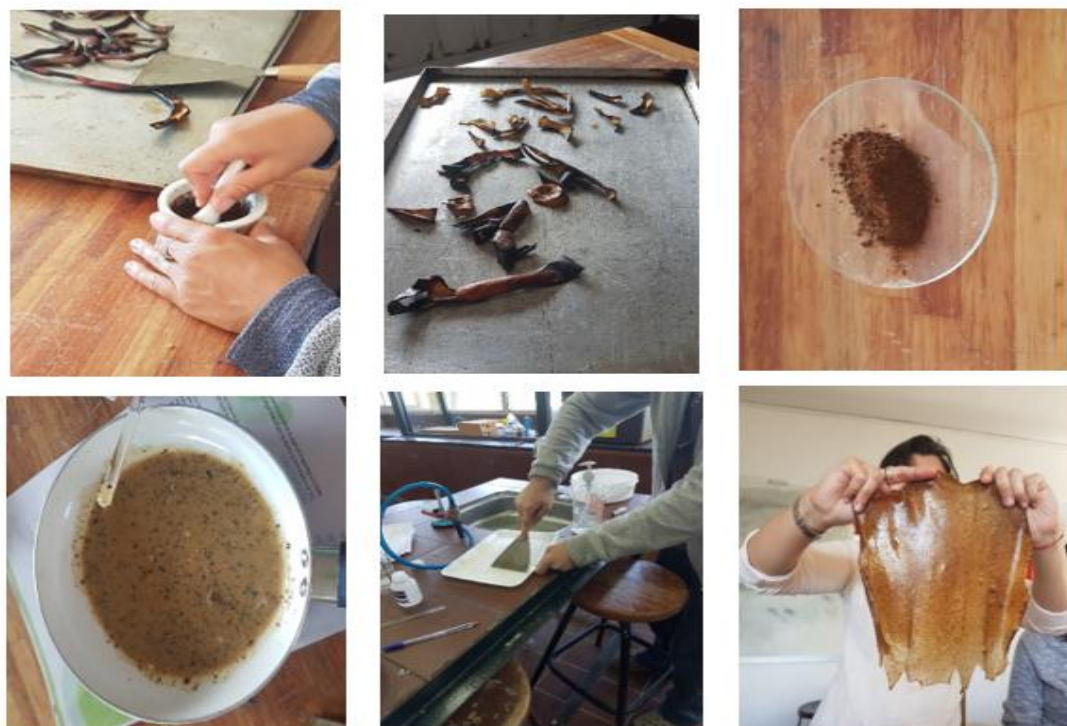


Figura 6. a) Procesado de cáscara de manzana en mortero, b) cáscara de manzana secada en estufa, c) molienda de cáscara de manzana, d) preparación de bioplástico, e) colocación de preparación en placa, f) resultado preparación y secado en estufa de laboratorio. Fuente: elaboración propia.

Requerimientos que ha de cumplir un bioplástico para ser compostable:

- **Análisis del material:** consiste en analizar el material para ver su contenido en metales pesados, carbono orgánico total, nitrógeno total, etc.
- **Biodegradabilidad:** el bioplástico como norma ha de biodegradarse al menos un 90% en seis meses.
- **Desintegración:** se comprueba si el material es capaz de degradarse físicamente, hasta fragmentos de tamaño menor de 2 mm.
- **Calidad del compost:** se realiza mediante comparación de un compost en el que se han puesto muestras de bioplástico y un blanco (compost sin testigo).

Se analizan distintos parámetros (metales, calcio, fósforo, potasio, etc.) para comprobar que el compost sea apto para agricultura. También se realizan ensayos de ecotoxicidad sobre plantas, analizando su crecimiento en sustrato al que se ha añadido compost con residuos de bioplástico y en un sustrato sin estos residuos.

Análisis de los Resultados

El resultado de la primera encuesta en la que se evalúa la cantidad de residuos plásticos generados en una semana en el liceo de Lascano fue: 6 kilos entre envoltorios, vasos y otros recipientes. De acuerdo a lo que se fue observando en forma semanal, el promedio de consumo de plástico sería en el entorno de unos 4 y 6 Kg. Se considera que

para una población estudiantil de unos 600 estudiantes es un valor importante teniendo en cuenta que los envoltorios y envases plásticos sin el contenido son muy livianos, llegando algunos hasta como peso mínimo 2g.

En base a la receta del bioplástico de libre acceso publicada en la web empleando cáscara de banana (Castillo et al), pasamos a investigar cuales serían los residuos orgánicos referidos a cáscaras generadas en mayor proporción en este entorno estudiantil, a partir de ello elaboramos una gráfica que muestra las frutas consumidas y el desperdicio de cáscaras disponibles. Es por esto que se realizan diferentes recetas de bioplástico variando la cáscara de fruta usada. Entonces se realiza una nueva encuesta, para saber cuál es la fruta más consumida por los alumnos del Liceo de Lascano y por ende el residuo orgánico generado en mayor proporción.

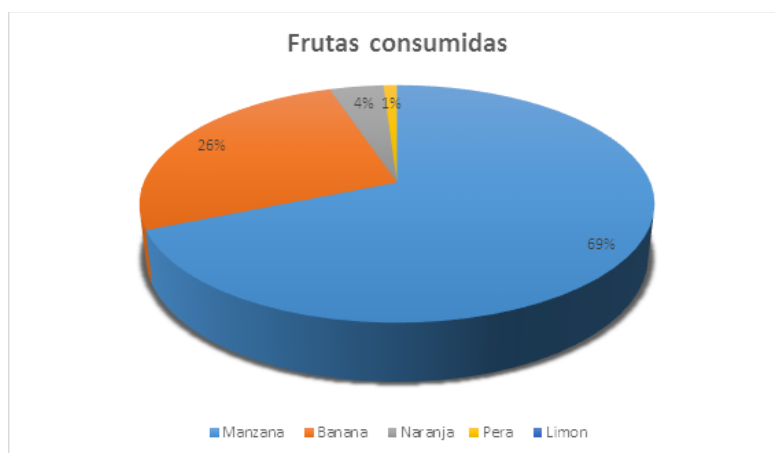


Figura 7. Gráfica Porcentaje de fruta consumida por los alumnos del Liceo de Lascano. Fuente: Elaboración propia.

Las láminas de bioplástico obtenidas con las 3 preparaciones, en todos los casos, no fueron uniformes si se comparan con un plástico común, existieron errores en la cantidad de agua utilizada, sobre todo en la trituración de la fruta y en el estiramiento de la mezcla sobre el papel, por lo que se obtuvieron láminas gruesas con dificultad en secado. Esto se fue corrigiendo en los diferentes ensayos, las variables fueron únicamente el uso de las cáscaras de manzana y banana, no se varió ningún otro ingrediente de la receta, tampoco se manejó con exactitud la cantidad de cáscara utilizada, teniendo en cuenta una proporcionalidad.

La receta testigo usaba como base cáscara de banana, es por esto que también se realizó una receta con dicho ingrediente, usando el bioplástico generado como testigo. Los alumnos realizan una nueva receta con cáscara de manzana además de la testigo y la mezcla de ambas como nueva receta. En función de los bioplásticos generados se evaluaron diferentes características físicas, las cuales se muestran en la tabla 1. Se evalúa del 1 al 10 todas las características según lo observado mediante pruebas de resistencia mecánicas a las que fueron sometidos. Significando el 1 (mínima capacidad de las diferentes características estudiadas) y el 10 (máxima capacidad).

Tabla 1. Resultados de evaluación de características físicas del bioplástico elaborado

	CÁSCARA DE MANZANA	CÁSCARA DE BANANA	CÁSCARA DE BANANA + CÁSCARA DE MANZANA
RIGIDEZ	3	6	2
SOLUBILIDAD EN AGUA	2	4	2
PERMEABILIDAD	1	1	1
SOLUBILIDAD EN ALCOHOL	1	1	1
ELASTICIDAD	6	2	3
TEXTURA	algo porosa	Lisa	Porosa

Nota: Fuente: Elaboración propia (2019)

En los 3 casos, los bioplásticos obtenidos son flexibles no rígidos, el de banana es el que presenta mayor rigidez, impermeables pero con una baja a media solubilidad en agua. Se extrae del cuadro, que el bioplástico a base sólo de cáscara de manzana es el menos rígido de los tres, son insolubles en alcohol, el que presenta mayor elasticidad es el de manzana, le sigue el de la mezcla y el menos elástico es el de banana. Con respecto a las texturas que toman el de banana se vuelve liso y brillante, en cambio el de manzana y el obtenido de la mezcla de ambas cáscaras es algo poroso y opaco. Los tres fueron secados al aire libre.

Con respecto a los resultados obtenidos con la prueba de Lugol se deduce que la manzana es la cáscara que presenta mayor presencia de almidón, ya que toma una coloración verde-azulada intensa, no así en el caso de la banana en que su coloración se torna muy suave. En las 3 muestras realizadas ocurre lo mismo, siempre la cáscara de manzana con una coloración intensa igualando a la coloración del tubo testigo agua + almidón + lugol, en el caso de la cáscara de banana se asemeja más a la coloración del tubo testigo agua + lugol.

Estos últimos resultados nos llevan a plantearnos el aporte de almidón de la cáscara de manzana, siendo el almidón, el responsable de la estructura del biopolímero. Por lo que debería obtenerse un bioplástico más firme y más resistente que en el caso del bioplástico obtenido a partir de la cáscara de banana, y donde el que se realiza con la mezcla de ambas cáscaras resultará más exitoso y más aplicable. Quedando en estudio y como proyección de este trabajo de investigación, por qué usar cáscaras de fruta en la receta de bioplástico, así como también el cambio en el procesado de la cáscara, utilizando estufa para lograr la incineración de la misma obteniendo así un polvo con ayuda de mortero pudiendo eliminar toda presencia de agua, y realizar otra prueba con cáscara fresca y mortero, y corregir en el caso de utilización de trituración con licuadora, sacar la pasta generada y colocarla en un tamizador o lienzo para quitar el exceso de agua. Evaluando así cada uno de los casos.

Análisis de resultado de los prototipos de elaboración

En los bioplásticos obtenidos con el nuevo protocolo de laboratorio se analizó: solubilidad, permeabilidad al vapor de agua, espesor, elongación y humedad. Para ello presentamos la siguiente tabla:

Tabla 2. Pruebas físicas y químicas a las que se sometió el bioplástico elaborado.

	Protocolo 1	Protocolo 2	Protocolo 3
Solubilidad	Muy soluble	No presenta cambios	Poco soluble
Permeabilidad al vapor de agua	Escasamente permeable	Impermeable	Algo permeable
Espesor	0,7mm	0,3mm	0,8mm
Humedad	70%	25%	35%
Elongación	Se fisura y se muestra algo rígido	No se fisura y adapta una buena flexibilidad	Muy flexible
Transparencia	Escasa transparencia	Buena transparencia	Muy buena transparencia

Nota: Fuente: elaboración propia (2019)

Analizando los resultados expresados en la tabla 2, decimos que el mejor protocolo sería el 2, que presenta las mejores características para la utilización que nosotros buscamos, debido a que no presenta cambios estructurales cuando se lo sumerge en agua por varias horas, es impermeable al vapor, tiene un espesor ajustado a la utilización destinada, la cual es elaborar una bolsa con separadores para el envasado de fiambre; quizás se debería hacer más fino. A su vez al estar expuesto a la ambiente humedad, un 25% de su estructura se ve afectada por una ligera flexibilidad, y no muestra fisuras.

En una descripción breve de cada prototipo, se indica, que el prototipo 1 contiene: Almidón, secado a Temperatura Ambiente, Prototipo 2: Almidón + Pectina + molienda de cascara de manzana y es secado en estufa de laboratorio, prototipo 3: Almidón + pectina y secado en estufa de laboratorio. En los últimos 2 prototipos las películas plásticas obtenidas presentan propiedades de flexibilidad, mediana resistencia y un buen grado de transparencia; con un resultado más favorable para el prototipo 1; a partir de lo cual es viable elaborar plásticos a base de biopolímeros. Se debe seguir una línea de mejoramiento para lograr una mayor resistencia y un producto totalmente aséptico sin ningún tipo de olor o sabor.

Se destaca en el prototipo 2, el uso de horno a temperatura de 75° durante aproximadamente una hora, la presencia de pectina lo hace flexible y no quebradizo, y el aporte de la manzana en mayor proporción y procesada le aporta mayor estructura de base. Se toman como precedentes los resultados obtenidos para plantearse procesos de mejoramiento.

Con respecto a la vermicompostera, se continúan realizando las observaciones debido a que ha sido corto el tiempo de colocación del bioplástico elaborado en ella. Se toman en cuenta después de 3 meses de colocados los bioplásticos elaborados las siguientes pautas para determinación de la compostabilidad: biodegradabilidad la cual se observa porque fue disuelto en un 100 por ciento, lo mismo ocurre con la desintegración (no encontrándose partículas de bioplástico en la tierra de la vermicompostera) y finalmente la calidad de compost se evalúa cultivando semillas de rúcula en las dos vermicomposteras. Una actúa como testigo solo con agregado orgánico, y la otra en la que solo se agregan bioplásticos y viendo su desarrollo y crecimiento en los días posteriores al cultivo de las mismas. Se van observando cambios poco significativos que no permiten la verificación de una de las hipótesis que se plantean en el inicio, no tenemos evidencias para poder medir qué tan compostable son los bioplásticos elaborados teniendo en cuenta los requerimientos necesarios para esa determinación.

Discusión de los resultados

El gran consumo de plásticos a nivel liceal en la localidad de Lascano, fue lo que impulsó a los estudiantes de segundo año de ciclo básico con apoyo de las profesoras de biología y química como tutoras a plantearse una solución a largo plazo que pudiera revertir, al menos en parte, la contaminación generada por productos plásticos originarios del petróleo, siendo este último un recurso no renovable.

Gracias a una encuesta generada por los mismos alumnos, la cual arrojó a la manzana como fruta más consumida, se propone realizar un bioplástico, utilizando la cáscara de manzana como uno de sus ingredientes, entendiéndose que es el residuo orgánico mayormente generado. Se realizan tres recetas, siendo la que emplea la cáscara de manzana la menos rígida, por lo que no sería la mejor opción para la realización de dicho producto, la de banana mostró mejores propiedades para su uso en distintos productos como pueden ser: bolsas de plástico, recipientes, envoltorios y bandejas de uso doméstico.

Para comprobar la capacidad de ser compostable del bioplástico se construye una vermicompostera casera, dado que ésta puede ser generada en cualquier hogar sin mayor dificultad y es compatible también con espacios reducidos como puede ocurrir en las grandes ciudades. Al momento, por falta de tiempo, no se cuenta con la información que verifica que esto realmente ocurra.

Al material obtenido se le realizaron pruebas mecánicas y fisicoquímicas, para comprobar su resistencia y porcentaje de biodegradabilidad con el fin de demostrar que es un bioplástico compostable.

Este biopolímero al ser compostado, puede descomponerse produciendo abono orgánico que sirve como fertilizante de los suelos, lo que estaría devolviendo el carbono que en nuestras zonas se consume mucho por la agricultura, siendo una zona arrosable casi en su totalidad. El uso de los polímeros biodegradables tales como el almidón puede ser una solución interesante para colaborar con el ciclo del carbono. Buscamos que esto sea aplicable en lugares que sería impensable lograr tener un compost para abonar nuestra huerta en sus diferentes modalidades, con esto nos referimos a que sea aplicable desde un terrazo de edificio hasta un cultivo más extensivo.

Con respecto a los últimos resultados obtenidos podemos mostrar que existen varias técnicas para la elaboración de estos biopolímeros, existiendo a su vez métodos enzimáticos, ácidos, químicos. Para el presente proyecto de investigación, escogimos el método de adición de sustancias lubricantes y plastificantes mediante la adición de ácido acético para mejorar su estabilidad a los cambios de temperatura. Elasticidad, flexibilidad y aportar transparencia. Los aditivos utilizados fueron la glicerina, pectina, molienda de cascara de manzana y ácido acético, ya los biopolímeros requieren componentes que aporten características de humectación, plasticidad, lubricación, extensión y resistencia.

Conclusión

El uso de bioplástico como sustituto de los plásticos de origen petrolero, surge como una opción para disminuir la contaminación ambiental. Estos bioplásticos son capaces de degradarse completamente en una vermicompostera casera presente en cualquier hogar, sin necesidad de contar con grandes superficies para tenerla. Ésta práctica garantiza que los residuos generados por la población tengan un menor tiempo

de permanencia en el planeta y que puedan afectar de forma negativa el bienestar de todos los seres vivos.

Una vez concluida la elaboración de bioplásticos a partir del almidón de maíz y evaluada su biodegradabilidad, es posible determinar la importancia que guarda el almidón como segundo biopolímero más abundante, y que este puede ser utilizado como componente esencial para la elaboración de un bioplástico, siendo un material alternativo a los plásticos que generalmente son hechos de los derivados del petróleo. Cabe mencionar que no se pudo obtener un prototipo en forma de lámina que fuera satisfactorio.

De la elaboración del plástico biodegradable se determinó que la velocidad de secado y cantidades de almidón, ácido acético, glicerina, pectina y molienda de manzana, son factores muy importantes, ya que afectan la elasticidad y estabilidad de la película a través del tiempo.

En cuanto a las pruebas mecánicas, debemos marcar que de los prototipos propuestos se obtuvieron películas plásticas flexibles y de buena resistencia al rasgado. El prototipo de almidón y pectina, así como el de almidón, molienda de manzana y pectina, necesitaron un tiempo mayor de secado, pero sus propiedades de flexibilidad y transparencia fueron mejores que la del prototipo de solo almidón. Esto indica que es viable la mezcla de estos tres biopolímeros para dar una buena película plástica. Por las características de color y olor, es indispensable perfeccionar el proceso de modificación para lograr mayor transparencia y eliminar el olor que pueda afectar los productos o materiales que puedan ser envueltos en ella. Para futuras experimentaciones se tiene la posibilidad de agregar otros aditivos para mejorar las propiedades físicas de la película, que se encuentran en estudio. Es importante analizar con posterioridad los costos que se generan para un proceso a nivel industrial. Esta alternativa natural para reemplazar la producción sintética de plástico, es un positivo comienzo desarrollar una tecnología limpia y sostenible.

Finalmente podemos enmarcar que se obtuvieron películas plásticas flexibles, lisas y de bajo peso, ligeramente transparentes y con un olor característico a almidón; con ello se concluye que es un proceso viable, y que es posible mejorar sus propiedades hasta obtener una película plástica que brinda una excelente solución para todo tipo de empaque, buscando así obtener un bioplástico de calidad.

Referencias bibliográficas

- Blanco, C. (2017). Elaboración de una película plástica biodegradable. *Revista Clic*. Vol. 1. Recuperado de: <http://www.fitecvirtual.org/ojs-3.0.1/index.php/clic/article/view/252>
- Campusano, J. F. (2018). *Regulación y normativa para biopolímeros*. Recuperado de: <http://www.plastico.com/temas/Normativas-y-regulaciones-para-polimeros-biodegradables-y-compostables+126663>
- Castillo, R., Escobar, E., Fernández, D., Gutiérrez, R., Morcillo, J., Núñez, N., & Peñaloza, S. (2015). Bioplástico a base de la cáscara del plátano. *Revista De Iniciación Científica*, 1(1), 34-37. Recuperado de: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346>
- El mostrador. (2019). *5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta*. Recuperado de: <https://www.elmostrador.cl/noticias/mundo/2017/12/11/5-graficos-para-entender-por-que-el-plastico-es-una-amenaza-para-nuestro-planeta/>
- Feippe, A. (2003) *Evaluación de la madurez de manzana sobre la base de contenido y degradación del almidón (test de yodo)*. INIA, 2003. 4 p. (Publ. On Line; 43)
- FOOD-INFO. (1999-2017). *¿Qué es la pectina?*. Recuperado de: <http://www.food-info.net/es/qa/qa-wi6.htm>
- González-Cebrián, P. (2013). *Sin título*. Recuperado de: <https://www.iagua.es/blogs/pablo-gonzalez-cebrian/produccion-mundial-plastico-cifras-presente-y-futuro>
- IM (2018) *Manual de vermicompostaje como reciclar nuestros residuos orgánicos*. Recuperado de: <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/imvermicompostajeinterior.pdf>
- Saravia G. (2011). *Todo se transforma*. Editorial Contexto.

6. Bocashi de Azolla

Estudiantes

Ezequiel Alletto, Cintia Alvariza, Agustina Arbelo, Samuel Ayala, Amalia Beltrán, Romina Chury, Sofía Correa, Belén Denis, Luciana Fleitas, Rocío Gallo, Florencia González, Katherine González, Agustín González, Milagros Hernández, Diego Lecuona, Fiana Lima, Agustín Loidi, Jimena Martínez, Agustina Scayola, Sabrina Solari, Vanina Trujillo, Facundo Umpiérrez, Oriana Urrutia, Camila Vera y Cinthia Da Cuña.

PROFESORAS ORIENTADORAS:

Rosario Cakic, Analía Budelli, Luisa Cabrera

Liceo de Empalme Olmos

Empalme Olmos, Canelones

Resumen-

La presencia de cianobacterias en nuestras costas, como un hecho cada vez más frecuente, ha sido el tema que marcó el comienzo de nuestra investigación. La búsqueda de información sobre las causas de estos florecimientos nos llevó a reconocer que más allá de los factores ambientales, las actividades agropecuarias dejan una gran cantidad de desechos que terminan en las costas. Se formuló entonces la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo cambia el crecimiento de plantas de lechuga al utilizar como fuente de fertilizante bocashi de azolla, comparado con fertilizantes industriales? La materia orgánica que se seleccionó para elaborar el bocashi es el helecho acuático *Azolla sp.*, porque el mismo es abundante en los tajamares de la zona, tanto que en muchos casos es considerado un problema, pero también resultó fundamental el hecho de que se encuentra en simbiosis con *Anabaena sp.* una cianobacteria fijadora de nitrógeno. El aprovechamiento de una planta considerada un problema por muchos agricultores y con un gran potencial por la cantidad de nitrógeno que libera al descomponerse, nos llevó a realizar una búsqueda sobre posibles métodos para obtener nuestro bocashi. Se utilizó un método de captura de microorganismos eficientes con trampas de arroz colocadas en un bosque de la zona y en una muestra de mantillo colocada en el laboratorio, con las mismas se preparó una solución madre con la que se inoculó la *Azolla sp* durante la preparación del bocashi. La cantidad elaborada se redujo a un volumen manejable en el laboratorio del liceo con materiales de fácil acceso y para la elección de los ingredientes se consideró el costo, accesibilidad y disponibilidad de los mismos.

Abstract

The presence of cyanobacteria on our coasts, as an increasingly frequent fact, has been the subject that marked the beginning of our investigation. The search for information on the causes of these blooms led us to recognize that beyond environmental factors, agricultural activities leave a large amount of waste that ends up on the coasts. The following research question was then asked: How does the growth of lettuce plants change when using *Azolla* Bocashi as a source of fertilizer, compared to industrial fertilizers? The organic matter that was selected to make the bocashi is the water fern *Azolla s.* because it is abundant in the cutwaters of the area, so much that in many cases it is considered a nuisance. However, the fact that it is found in symbiosis with *Anabaena sp.* a nitrogen-fixing cyanobacterium was also fundamental. The use of a plant considered a problem by many farmers and with great potential due to the amount of nitrogen it releases when it decomposes led us to search for possible methods to obtain our bocashi. An efficient microorganism capture method was used with rice traps placed in a forest in the area and a sample of mulch placed in the laboratory. With them a stock solution was prepared to inoculate *Azolla sp* during the preparation of the bocashi. The elaborated quantity was reduced to a manageable volume in the high school laboratory with easily accessible materials. To choose the ingredients, the cost, accessibility and availability of them were considered.

Palabras clave

Bocashi, Azolla, Cianobacterias, Microorganismos eficientes, Fijación de nitrógeno

Introducción

A comienzos del 2019, todos hemos recibido información respecto a la sobrepoblación de Cianobacterias en nuestras costas, esta tuvo lugar durante el verano, y parte del otoño. Debido a que este hecho presentó gran trascendencia y preocupación así como diversas consecuencias, el tema se comenzó a trabajar desde las asignaturas de Biología, Física y Química, a través de algunos artículos de divulgación científica. En estudios realizados por Kalff (citado en UNESCO, 2009, p 12) se expresa que las aguas pluviales arrastran sedimentos y minerales en solución que llegan a los diferentes cuerpos de agua, esto provoca un aumento de los nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno) utilizados por los organismos fotosintéticos como las cianobacterias, lo que favorece su metabolismo y reproducción. Surgió entonces la idea de producir un abono orgánico de bajo costo y de fácil elaboración considerando las actividades agrícolas de la zona y la accesibilidad y disponibilidad de los recursos, fundamentalmente la materia orgánica. En la valoración de diferentes posibilidades se encontró la opción de utilizar “plantas fijadoras de nitrógeno”, pero dado que el cultivo de dichos vegetales requiere el uso de los mismos suelos que se destinan a la agricultura se seleccionó el helecho acuático Azolla, abundante en los tajamares de la zona. Esta planta se utiliza en Latinoamérica por campesinos bolivianos como una buena opción de fertilizante natural (Adam, L. y Berwart, M, s.f.) estos producen un abono orgánico tipo Bocashi, producto de la descomposición aeróbica natural de la materia orgánica por acción de microorganismos presentes en el medio (Ramos, D. y Terry, E., 2014). El estudio de la simbiosis Azolla – Anabaena permitió reconocer la disposición de estas cianobacterias en filamentos y la presencia de heterocistos, células de mayor tamaño que realizan la fijación de nitrógeno. Estas células especializadas realizan la fijación de Dinitrógeno (N_2) del aire (gas más abundante de la atmósfera) y lo reducen a Amonio (NH_4), el cual es utilizado por las plantas (Madigan, Martino, y Parker, 2003). En los vegetales (al igual que en el resto de los seres vivos) el nitrógeno es utilizado en la síntesis de compuestos como las proteínas, por tanto un abono orgánico presenta nitrógeno en compuestos que pueden gradualmente quedar a disposición de las plantas cultivadas (Lamsfus, 2003, citado en Ramos, 2014).

Pregunta investigable

¿Cómo cambia el crecimiento de plantas de lechuga al utilizar como fuente de fertilizante bocashi de azolla, comparado con fertilizantes industriales?

Objetivo general

- Constatar la efectividad de un bocashi elaborado a partir de Azolla – Anabaena comparado con los fertilizantes industriales.

Objetivos específicos:

- Elaborar bocashi a partir de Azolla – Anabaena
- Analizar el efecto de los microorganismos en el proceso de preparación del bocashi.
- Comparar los costos de producción y la efectividad que presenta el bocashi con respecto a los fertilizantes industriales

Hipótesis

- El bocashi producido con ingredientes accesibles y de bajo costo, es un producto cuyo efecto en el crecimiento y producción de plantas de lechuga resulta superior o similar al de los fertilizantes industriales.

Metodología de investigación y materiales

Se realizó la construcción de trampas de captura para microorganismos en los domicilios de tres estudiantes (para intemperie) y en el laboratorio de Biología del liceo (para un cajón con mantillo).

Construcción de trampas de captura

Materiales (intemperie)

- 9 bollones de vidrio (de 1 litro)
- 1080 g de arroz cocido por frasco.
- 18 gasas
- 9 banditas elásticas

Materiales (cajón con mantillo)

- 3 frascos estériles de análisis clínicos
- 100 g de arroz cocido
- 3 gasas
- 3 bandas elásticas

Procedimiento

Se trabajó en 3 grupos, cada uno de los cuáles construyó las trampas de captura por triplicado. Se realizó la esterilización de los bollones de vidrio con agua en ebullición. Se cocinó 1 taza de arroz de forma tradicional en otra olla hasta evaporación total del agua, luego se dividió el arroz cocido en cada bollón y se taparon con 2 gasas ajustándose las mismas con una banda elástica. Se enterró cada trampa en un monte de la localidad “Monte del estado”, dejando la boca cubierta de gasa fuera de la tierra, se colocaron en lugares de abundante hojarasca y tierra húmeda. En el laboratorio se colocó cada frasco semienterrado en un cajón con mantillo y se cubrieron con hojarasca las gasas que los tapaban. Se preparó la solución madre con arroz de un bollón colocado en el monte y de dos frascos enterrados en el cajón con mantillo en el laboratorio (los dos que presentaron igual aspecto y color).



Figura 1. Construcción de trampas de captura. Fuente: elaboración propia.



Figura 2. Trampas con microorganismos efectivos. Fuente: elaboración propia.

Preparación de Solución Madre

Materiales

- 54 g de arroz (con microorganismos) extraído de las trampas de captura
- 1,7 l de agua destilada
- 400 g de miel
- Probeta
- Balanza
- Licuadora

Procedimiento

Se masó el arroz de las trampas (bollones) y se realizaron los cálculos para obtener las proporciones de cada ingrediente. Se midió el volumen de agua y la masa de miel. Se licuó el arroz con 1,700 litros de agua y 400 gramos de miel durante un minuto a velocidad máxima. Se reservó la solución madre para agregar al bocashi.



Figura 3. Preparación de Solución Madre. Fuente: elaboración propia.

Elaboración del bocashi

Materiales:

- Azolla - Anabaena
- Estiércol de Vaca
- Tierra
- Cenizas
- Solución madre
- Agua Destilada
- Cajones de plástico
- Bolsas
- Levadura instantánea (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Agua tibia
- Miel

Procedimiento

En primer lugar se hizo la preparación de la levadura. Se colocó en un vaso de bohemia agua apenas tibia hasta la mitad del recipiente, y posteriormente se colocó un paquete de levadura instantánea de 10 gramos en el mismo, con una cucharadita de miel. Dejamos esta mezcla reaccionar por aproximadamente 20 minutos. Se cubrió el fondo de cada cajón con bolsas para no perder material y evitar el contacto directo con el suelo. En cada cajón se colocó en capas: tierra, estiércol y azolla, se espolvoreo con cenizas y luego se regó con partes iguales de solución madre y la solución de levadura. Se mezcló el contenido de cada cajón revolviendo con las manos hasta que se logró la integración de cada ingrediente. Se colocó cada cajón en un pasillo semiabierto del liceo (lugar techado).



Figura 4. Elaboración de Bocashi. Fuente: elaboración propia.

Valoración de la efectividad del bocashi en cultivos de lechuga (*Lactuca sativa*)

Materiales

- A. Para preparación de macetas control y con fertilizantes químicos
- Tierra 4359 gramos
 - Macetas 15
 - Semillas de lechuga 75

- Agua de pozo 225 ml
- Ansas verdes 2
- Vaso de bohemia 1
- Jeringa de 5ml 1

B. Para preparación de macetas con tierra y bocashi

- Tierra 1240 g
- Bocashi 270 g
- Macetas 5
- Semillas de lechuga 25
- Agua de pozo 75 ml
- Ansas de plástico 2
- Vaso de bohemia 1
- Jeringa de 5ml 1

Procedimiento

A. Se dividió el total de tierra (4359 gramos) en 15 partes iguales, y cada una de ellas se colocó en una maceta diferente. Luego en cada una de las 15 macetas se hicieron 5 pozos con las ansas de plástico y se colocó 1 semilla de lechuga en cada uno de éstos. Se regó (con jeringa) cada maceta con 15 ml de agua de pozo. Se rotuló cada maceta (1 al 5 NPK; 1 al 5 control; 1 al 5 Urea). Observaciones: se hicieron todas las macetas de la misma manera variando la adición de fertilizantes.

B. Se mezcló la tierra con el bocashi, se dividió esta mezcla en 5 partes iguales y se colocó cada parte en una maceta. Se hicieron 5 pozos utilizando un ansa de plástico y en cada uno de ellos se colocó una semilla de lechuga (25 semillas de lechuga, 5 por maceta). Se regó (con jeringa) cada maceta con 15 ml de agua de pozo.

Análisis de los Resultados

El proceso de descomposición de Azolla en la producción del bocashi se determina con la observación del producto a simple vista y con lupa. Por otro lado se realiza un seguimiento de la temperatura y el pH. En la tabla 1 se observa la evolución de la temperatura y pH, así como observaciones cualitativas relevantes del bocashi.

Para evaluar la eficiencia del abono se controló el crecimiento de los cultivos de lechuga cuantificando las siguientes variables:

- Altura de las plántulas
- Número de hojas
- Color de las 3 hojas de mayor tamaño en su ápice
- Longitud de las 3 hojas de mayor tamaño

En la figura 5 se muestra la tasa de crecimiento de las hojas (promedio de las tres hojas mayores) en función del tiempo. Los cultivos estudiados son en tierra testigo y en tierra con bocashi para dos ensayos, uno en el mes de agosto y otro en octubre.

Tabla 1. Registro de temperatura, pH y aspecto del Bocashi.

Fecha	Temperatura °C	pH	observaciones
7/6	20	6	temperatura ambiente: 17°C
12/6	18	6	temperatura ambiente: 18°C
14/6	19	6	temperatura ambiente: 18°C
21/6	16	5	temperatura ambiente: 14°C
24/6	17	7	temperatura ambiente: 14°C
26/6	13	8	No se distinguen componentes, solamente restos de estiércol Es una mezcla homogénea a simple vista No se reconocen restos de azolla Presenta Humedad al tacto Presenta organismos descomponedores (se reconocen hifas). temperatura ambiente: 11 °C
15/7	12	7	Se mantienen las mismas características. Presenta mayor desarrollo de hongos solo sobre restos puntales de estiércol (terrones) temperatura ambiente : 13°C
17/7	12	7	Se mantienen las mismas características. 10 °C

Nota: Fuente: elaboración propia.

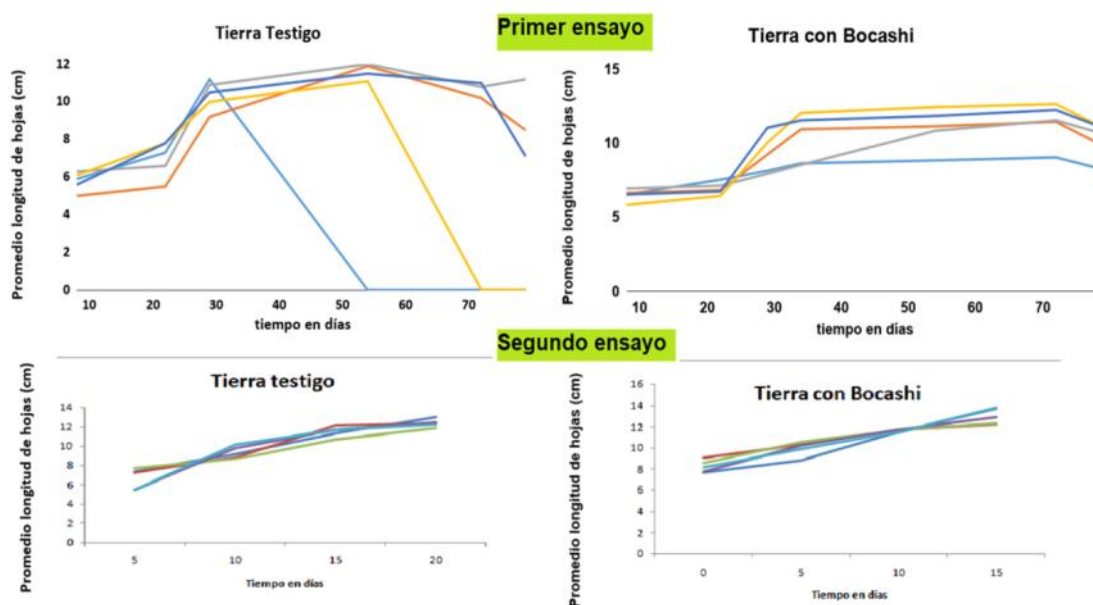


Figura 5. Crecimiento promedio de longitud de hojas en función del tiempo. Fuente: elaboración propia.

Discusión de los resultados

Al culminar la fase de preparación del bocashi, los resultados muestran un producto en el cual la descomposición ocurrió satisfactoriamente, no se observan restos de azolla, a simple vista ni con lupa (20X). Se registró una variación de la temperatura que acompañó las variaciones de la temperatura ambiente. Se considera que la cantidad de bocashi producido fue significativa para que no se produzca un aumento de temperatura importante. En cuanto a los valores de pH, la acidez se incrementó en un lapso corto de tiempo volviendo a valores neutros.

Los cultivos del mes de agosto continúan siendo estudiados hasta la fecha de entrega de este informe. Los cultivos control presentan un crecimiento pronunciado en el comienzo del seguimiento mientras que en el final decae significativamente. Por otro lado, las plantas en tierra con bocashi, presentan una rapidez en su crecimiento en un primer intervalo de tiempo, luego esta rapidez disminuye pero mantiene un constante y continuo crecimiento de las plantas.

Para ratificar resultados se hizo un nuevo ensayo con plantines en el mes de octubre con el mismo procedimiento. Los plantines en tierra con bocashi, plantados en el mes de octubre, presentan una rapidez de crecimiento moderada pero constante hasta el 4 de noviembre. Las plantas en tierra de control, en este mismo período de tiempo, mantienen también un crecimiento constante, pero la diferencia se puede observar en la rapidez del mismo. Ésta decae significativamente al final del período, mostrando incluso promedios de longitudes de hojas menores en los últimos días.

Si bien los intervalos de tiempo estudiados son diferentes para los cultivos del mes de agosto y noviembre, en ambos la masa de las plantas en tierra con bocashi es mayor que las de tierra de testeo. El promedio de incremento de masa por día entre cultivos y entre períodos es mayor en las plantas en tierra con bocashi para los dos cultivos. Sin embargo, al comparar ambos ensayos se notó que el promedio de incremento de masa por días es mayor en los cultivos de agosto que en los de octubre.

Es válido aclarar, que el objetivo inicial de poder comparar la eficacia del abono natural, bocashi de azolla, ante un fertilizante industrial no pudo ser concluido debido a que los cultivos en tierra con urea, de agosto y de octubre, en su mayoría no sobrevivieron. Resulta necesario continuar evaluando el modo de aplicación y dosis de los fertilizantes industriales con el fin de optimizar su función y poder realizar las comparaciones.

Proyecciones

En relación a los fertilizantes industriales se continuará con la preparación de solución de urea a administrar junto al riego. En relación a los talleres realizados con La Cooperativa “Entrebitos” que trabaja con Microorganismos Eficientes Nativos (MEN) se proyecta realizar una versión del bocashi utilizando los MEN capturados con las técnicas aprendidas utilizadas por dicha cooperativa.

Referencias bibliográficas

- Adam, L. y Berwart, M. (sin fecha). *Azolla Bolivia. El oro verde*. Recuperado de <https://azollabolivia.wordpress.com/bocashi-de-azolla/>
- Escalona, M. (2011). *Microorganismos efectivos: su extracción y uso*. México. Recuperado de <https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>
- Escobar Pardo, O. (2014). Extracción e identificación de microorganismos asociados al cultivo de ají (*Capsicum annum* en La Mesa (Cundinamarca). *Revista Sennova* 1(1), 156-174. Recuperado de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/sennova/article/viewFile/90/102>
- ISUSA (sin fecha) *Ficha técnica N30 Fertilizante líquido nitrogenado (30-0/0-0)*. Recuperado de <http://isusa.com.uy/files/2016-01/ficha-t-cnica-n-30.pdf>
- ISUSA (sin fecha). *NPK 15-15-15 Uso doméstico y huertas en granel*. Recuperado de: <http://isusa.com.uy/files/2016-04/informaci-n-triple-15-uso-dom-stico-y-huertas-a-granel.pdf>
- Madigan, M., Martino, J. y Parker, J. (2003). *Brock Biología de los Microorganismos*. España. Pearson.
- Ramos, D. y Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Revista Cultivos tropicales*. 35(4), 52 - 59. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007
- UNESCO. (2009). *Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión*. Sylvia Bonilla (editora). Documento Técnico PHI-LAC, N° 16

ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades

	Actividades	Fechas
Fase 1: Definición del proyecto	Búsqueda y selección de información Formulación de pregunta de investigación y objetivos Diseño experimental	Marzo – abril
Fase 2: Captura de M.E.	Preparación de las trampas para colocar en el “monte del Estado” Colocación en el bosque Preparación de las trampas y colocación en cajón con mantillo en el laboratorio Desenterramiento de bollones Preparación de solución madre	18 de mayo 18 de mayo 24 de mayo 5 de junio 5 de junio
Fase 3: Preparación del Bocashi	Obtención de azolla fresca y acondicionamiento en recipiente con agua. Planificación de la preparación del bocashi y solución madre. Distribución de tareas Elaboración de la solución madre con microorganismos efectivos. Preparación del bocashi de azolla - anabaena Medición de masa y volumen (densidad) de la azolla escurrida. Reacondicionamiento del Bocashi (en 2 cajones). Medición de temperatura en el cajón y pH (en solución: de 20 cm ³ de bocashi con agua destilada hasta completar 80 cm ³) Mezcla de la preparación.	31 de Mayo 5 de Junio 7 de Junio
Fase 3: Mediciones y registro de datos	Medición de variables y mezcla del bocashi Medición de variables y mezcla del bocashi Reacondicionamiento del Bocashi (en 1 cajón). Medición de variables y mezcla. Medición de variables y mezcla. Medición de variables y mezcla. Medición de variables y mezcla. Observación a simple vista y con lupa de textura del bocashi Acondicionamiento para su conservación Medición de variables y mezcla. Observación a simple vista y con lupa de textura del bocashi Medición de variables y mezcla. Observación a simple vista y con lupa de textura del bocashi Riego con rociador (166 ml de agua) hasta que resultó húmedo sin gotear al tomarlo en la mano. Ruptura de terrones. Se mezcla y cubre con bolsa de plastillera. Se deja en el laboratorio. Riego con rociador (100ml de agua) hasta que resultó húmedo sin gotear al tomarlo en la mano. Ruptura de terrones. Se mezcla y cubre con bolsa de plastillera. Se deja en el laboratorio. Riego con rociador (76 ml de agua) hasta que resultó húmedo sin gotear al tomarlo en la mano. Ruptura de terrones.	12 de Junio 14 de Junio 17 de Junio 21 de Junio 24 de Junio 26 de Junio 15 de Julio 17 de Julio 19 de Julio 22 de Julio 26 de Julio

Fase 4: Valoración de la efectividad	Se mezcla y cubre con bolsa de plastillera. Se deja en el laboratorio. Riego con rociador (123 ml de agua) hasta que resultó húmedo sin gotear al tomarlo en la mano. Ruptura de terrones.	2 de Agosto
	Se mezcla y cubre con bolsa de plastillera. Se deja en el laboratorio. Preparación de macetas	7 de agosto
	Siembra de lechugas Riego y mediciones del crecimiento de la plántula	14 de agosto
	Preparación de macetas Selección y trasplante de plantines	19 de agosto
	Charla con Ingeniera Agrónoma. Asesoramiento en el uso y dosis de fertilizantes químicos.	21 de agosto
	Riego, mediciones de altura y número de hojas de las plántulas y longitud de las tres hojas más largas y número de hojas de los plantines.	9 de octubre
	Fertilización de macetas	1 de noviembre
Fase 5: Segundo ensayo	Preparación de macetas Determinación de la masa de las tres plantas más grandes de bocashi y de tierra, tanto en los cultivos de agosto como en los de octubre	9 de octubre al 11 de noviembre
Comunicación	Riego, longitud de las tres hojas más grandes, número de hojas de las plántulas y determinación de color Presentación del Proyecto a la Comunidad	6 de noviembre

Anexo 2. Observación de Azolla y Anabaena con microscopio óptico 40X, 100X y 400X. Fuente: elaboración propia



Anexo 3. Preparación de Bocashi. Fuente: elaboración propia



Anexo 4. Control de germinación de lechuga y trasplante de plantines de lechuga. Fuente: elaboración propia



Anexo 5. Poster presentado en la Feria de Clubes de Ciencias



Bocashi de Azolla

Liceo Empalme Olmos, Canelones, Empalme Olmos



ALLETO, E.; ALVARIZO, C.; ARBELOA, A.; AYALA, S.; BELTRÁN, A.; CHURY, R.; CORREA, S.; DENIS, B.; FLEITAS, L.; GALLO, R.; GONZÁLEZ, F.; GONZÁLEZ, K.; GONZÁLEZ A. HERNÁNDEZ, M.; LEGUONAD, L.; LIMA, F.; LOIDL, A.; MARTÍNEZ, J.; SCAYOLA, A.; SOLARI, S.; TRUJILLO, V.; UMPIÉRREZ, F.; URRUTIA, O. VERA, C.; de CUÑA, C.
 * Alumnas de 5º Biológico * Docentes orientadores del Liceo de Empalme Olmos

Introducción

Existen cianobacterias que tienen la capacidad de fijar nitrógeno, es decir, transformar el N₂ atmosférico en NH₄⁺ debido a su metabolismo. Sabemos que el nitrógeno es uno de los macronutrientes que necesitan las plantas y que Azolla, helecho abundante en los tajamares de la zona, vive en simbiosis con una cianobacteria fijadora de nitrógeno, por lo que decidimos utilizarlo para crear un abono natural.

Metodología

Objetivo General

Producir bocashi a partir de Azolla - Anabaena y microorganismos eficientes para mejorar la calidad de los suelos agrícolas y disminuir el uso de fertilizantes químicos.

Objetivos específicos:

- Capturar microorganismos eficientes (ME) que realicen la descomposición de materia orgánica en el bocashi de Azolla - Anabaena y regulen la presencia de patógenos en el suelo.
- Obtener un abono orgánico de fácil producción y bajo costo que presente una efectividad sobre los cultivos mayor o igual que un fertilizante químico.

1. Estudio de Azolla-Anabaena

2. Recolección de azolla

3. Captura de ME





4. Preparación de la solución ME

5. Preparación del bocashi

6. Testeo de efectividad





Resultados:

- El arroz de las trampas presenta un aspecto amarillento y textura cremosa. Se observan colonias de hongos y bacterias y tiene un olor fuerte y ácido.
- Bocashi: PH: 7 Temperatura: 12°C. Se redujo su volumen, perdió agua, presenta color marrón oscuro y tiene partículas dispersas y secas. En general es de aspecto homogéneo, aunque se diferencian pequeños tallos y ramas.
- Resultados del seguimiento de los cultivos:



The figure contains six graphs. The top two are line graphs for 'Primer ensayo' (First trial) showing 'Producción vegetal de hojas (cm)' vs 'tiempo en días' for 'Tierra Trampa' and 'Tierra con Bocashi'. The middle two are line graphs for 'Segundo ensayo' (Second trial) showing 'Producción vegetal de hojas (cm)' vs 'tiempo en días' for 'Tierra Trampa' and 'Tierra con Bocashi'. The bottom two are bar charts for 'Cultivos del Primer Ensayo (30 días - 3 plantas)' and 'Cultivos del Segundo ensayo (30 días - 3 plantas)' showing 'Masa en Gramos' for 'Tierra' and 'Bocashi' treatments.

Conclusiones:

Con las trampas de arroz se logró obtener los microorganismos eficientes necesarios para la preparación del bocashi. Se obtuvo un bocashi de aspecto homogéneo, se observó la descomposición de la azolla y la integración del resto de los componentes. Además es efectivo, los plantines han crecido satisfactoriamente y es de bajo costo. Se observó un mayor crecimiento en las plantas con bocashi que en las macetas con tierra, tanto en la rapidez de crecimiento de sus hojas como en la masa total de las plantas en ambos ensayos. No se pudo realizar la comparación con fertilizantes industriales ya que la mayoría de las plantas se vieron perjudicadas por la dosis utilizada en ambos ensayos.

Agradecimientos: A 5º Científico, Prof. Gabriela Susperreguy, Ing. Ag. Gina Favette

7. Consumo de azúcar invertido en Young

Estudiantes

Zoe Botta
Estephanie De Mora
Alfonsina Casas
Teresa Fernández.

Profesoras orientadoras

Lorna Romero
Adriana Orihuela

**Liceo N°1 De Young “Mario W. Long”
Young, Río Negro**

Resumen

En el presente proyecto se investigó la posible presencia de azúcar invertido en los productos light o 0% azúcar agregada. Para ello se realizó un relevamiento de las etiquetas en dichos productos en diferentes comercios de la localidad de Young. De ellos solo fueron seleccionados los viables para la experiencia, los cuales se sometieron a una reacción con reactivo de Fehling, teniendo como fin identificar la presencia de monosacáridos. Se comprobó en varios de estos productos la presencia de azúcares. Se obtuvo azúcar invertido mediante la hidrólisis ácida en sus dos componentes α D (+)-glucosa y β D (-)-fructosa. Se realizó hemoglucotest a 10 voluntarios en 2 días consecutivos para comparar los niveles de glicemia que provoca la sacarosa en relación con los del azúcar invertido. Se realizaron entrevistas a especialistas en endocrinología, ingeniería en alimentos y nutrición, a los cuales se les preguntó aspectos tales como; si conocía el azúcar invertido, sus usos, recomendación de este tipo de azúcar, entre otras. Se visitó Azucarera del Litoral S.A. para conocer el proyecto de producción de azúcar líquido invertido, único lugar en Uruguay donde se produce azúcar invertido, esta visita permitió conocer las características del producto.

Abstract

The aim of this project was to investigate the possible presence of invert sugar in light or 0% added sugar products. In order to do this, data from the labels of these products was gathered in different shops in Young. Only the products selected for the experiment were subjected to a reaction with Fehling's reagent to identify the presence of monosaccharides. The presence of sugars was verified in several of these products. Invert sugar was obtained by acid hydrolysis into its two components α D (+) - glucose and β D (-) - fructose. Hemoglucotests were performed to 10 volunteers on 2 consecutive days to compare the levels of glycaemia caused by sucrose in relation to invert sugar. Interviews were conducted with specialists in endocrinology, food engineering and nutrition; they were asked if they knew about invert sugar, its uses, and recommendations regarding this type of sugar. Azucarera del Litoral S.A. was visited to learn about the production of invert liquid sugar and the characteristics of the product. This company was chosen because it is the only one in Uruguay where invert sugar is produced.

Palabras clave

Azúcar invertido, etiquetado, glicemia

Introducción

La industria de los alimentos es uno de los sectores económicos más importantes a nivel mundial. Dentro de los insumos relacionados con esta industria se encuentran los edulcorantes, que son utilizados como endulzantes y favorecedores de la conservación de alimentos, uno de ellos y en el cual se centra este proyecto es el azúcar invertido (AI), esta es la disgregación por hidrolización de la sacarosa en glucosa y fructosa. Se caracteriza por su alto poder endulzante que alcanza hasta 30% mayor que el azúcar común y por un potente efecto anticristalizante. Se cree que los edulcorantes, incluido el azúcar invertido, proporcionan un exceso de calorías

sin aportar nutrientes beneficiosos. Por ello, es mejor limitarlos en nuestra alimentación.

Se considera importante estudiar sobre el azúcar invertido en Young porque se percibe que el nivel de información al respecto es muy escaso, al igual que el grado de concientización en referencia a los azúcares y endulzantes agregados en los productos que se consumen diariamente.

Pregunta investigable

¿Qué alimentos libres de azúcares o 0% de azúcar agregado presentan azúcar invertido y cómo incide su consumo en el nivel de glicemia?

Objetivo general

- Identificar la presencia de azúcar invertido en los productos light y en productos 0% azúcar agregado, así como los niveles de glicemia que provoca su consumo.

Objetivos específicos

- Reconocer la presencia de azúcar invertido en productos light y 0% azúcar agregado.
- Comparar los niveles de glicemia que provoca el consumo de azúcar invertido con el del consumo de sacarosa.
- Realizar un relevamiento del etiquetado de los productos considerados light, 0% azúcar agregado.

Marco Teórico

Comúnmente se le llama azúcares a los carbohidratos o hidratos de carbono, a los compuestos orgánicos integrados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Pueden presentarse en la naturaleza como azúcares, almidones y fibras. Se les emplea comúnmente en la industria alimentaria como espesantes, gelificantes, edulcorantes, estabilizantes y pueden ser sustitutos de grasa en alimentos bajos en calorías. Estos azúcares cubren la mayor parte de las necesidades energéticas del ser humano, según datos de la FAO (s/f), suelen aportar el 50% o más de las calorías de la dieta, incluso, hasta el 80% de todos los requerimientos energéticos.

En las recomendaciones hechas por la OMS en relación con las metas nutricionales, se orienta la ingestión mínima de glúcidos del 55% del total de la energía ingerida por día y un máximo del 75%. De ellos, el 50%, como mínimo, y el 70%, como máximo, deben ser de carbohidratos complejos, en cuanto a los azúcares refinados (como la sacarosa, fructosa, dextrosa), se plantea el 0% como cifra mínima y solo el 10% como máxima. En cuanto a los glúcidos no digeribles (por ejemplo, celulosa), se recomienda un mínimo de 16g por día y un máximo de 24 gramos por día. (Cardellá & Hernández, 2005).

Existe una asociación de lo dulce con lo placentero, en la industria alimenticia se trabaja con una gran gama de endulzantes que puedan inducir dicha sensación de placer.

Dentro de los edulcorantes, aquellos compuestos (naturales o sintéticos) con un poder energético nulo o insignificante en comparación con la sacarosa, se les denomina edulcorantes de alta intensidad. Dichos edulcorantes pueden clasificarse de acuerdo con dos factores comunes, el contenido calórico que aportan en el consumo y el origen propio del edulcorante. (Basado en: Santillán & otros, 2017)

Tabla 1. *Clasificación de los edulcorantes*

Clasificación:		
Calóricos	Naturales	Glucosa, sacarosa, fructosa, dextrosa, maltosa, galactosa, miel, jarabe de arce, azúcar de palma, jarabe de sorgo.
	Artificiales	Jarabe de maíz de alta fructosa, caramelo, azúcar invertido.
No calóricos	Naturales	Sorbitol, xilitol, manitol, eritritol, maltitol, lactitol, glicerol, isomaltulosa, estevia, taumatina, pentadina, monelina.
	Artificiales	Aspartame, sucralosa, sacarina, neotamo, acesulfame K, ciclamato, neohesperidina DC, alitamo, advantano.

Nota: Fuente: Santillán, A., & otros. (2017). Impacto de la sustitución del azúcar de caña por edulcorantes de alta intensidad en México. Chapingo, Texcoco. México: Universidad Autónoma Chapingo. p. 33.

La sacarosa es el endulzante por excelencia, si este sufre una hidrólisis, se obtiene glucosa y fructosa, a lo que se le llama “azúcar invertido”, con poder endulzante también.

La glucosa o dextrosa, tiene un alto valor nutricional en la elaboración de alimentos, porque permite formar otros hidratos de carbono complejos. Tiene un poder edulcorante mucho menor (0,8) que la sacarosa, pero con el mismo valor calórico que la sacarosa (4 kcal gr-1). Es un tipo de azúcar usado en pastelería para determinados preparados y que ofrece mejores resultados que la sacarosa, debido a que no se cristaliza con la misma facilidad. La función principal de la glucosa es proporcionar diversas características a un producto, como son: el cuerpo, la textura, la dulzura, el equilibrio adecuado de azúcares, el brillo, la viscosidad, la depresión del punto de congelamiento y humectación (Santillán & otros, 2017). En el organismo, la D-glucosa es el principal combustible para la obtención de energía metabólica en todas las células.

La fructosa, más asociada con las frutas, tiene un poder endulzante mayor, siendo el más dulce de los azúcares naturales. En cuanto a su metabolismo Santillán & otros (2017) sostiene que se: “metaboliza más lentamente que la glucosa, y por esto es ampliamente utilizada en productos para diabéticos” (p.40). Brinda 4 Kcal gr-1 con un poder edulcorante 1,8 veces mayor que la sacarosa. La fructosa intensifica el sabor y el color del producto produciendo una elevación más lenta de los niveles de glucemia.

La glucosa y la fructosa forman parte del azúcar de mesa, la que se consume diariamente en todos o casi todos los hogares, es extraída de la caña de azúcar o la remolacha azucarera. Se trata de un disacárido compuesto de α D (+) glucopiranososa y

β D (-) fructofuranosa. Su hidrólisis parcial se aprovecha comercialmente en la elaboración de azúcar invertido empleado en bebidas debido a que se reduce el porcentaje de azúcar necesario para proporcionar un dulzor determinado. Se compone principalmente por 50% glucosa y 50% fructosa. Tiene funciones estructurales y de imagen, según en el alimento que se aplique, ya que aumenta la viscosidad del medio, aportando volumen y textura, y da lugar a reacciones de caramelización que genera colores deseados en algunos productos (Santillán & otros, 2017).

Actualmente, se ha ampliado también el uso tanto domiciliario como industrial de otros productos que proporcionan sabor dulce, sin aportar tantas calorías o reduciéndolas en comparación con la sacarosa, la glucosa o fructosa. Debido a la creciente demanda de la población que por motivos de salud deben dejar de consumir azúcares, la industria comenzó a desarrollar y ofrecer una serie de productos light que prometen mismo sabor (dulce) y una reducción en las calorías.

Según Ross, Caballero Tucker & Zigler (2014), un producto light es aquel al que se le ha reducido el contenido de azúcares, sodio, grasa o calorías, como mínimo en un 30%. Para conseguir elaborarlos, habitualmente se sustituyen los componentes alimentarios, químicos o naturales que aportan calorías por otras sustancias que no las aportan o en menos cantidad energética. Si bien los productos light podrían estar reducidos en azúcares, eso no es seguro, porque la denominación podría referirse a otros componentes como ser grasa.

Santillán & otros (2017) sostienen que: “el empleo de edulcorantes no calóricos, también llamados acalóricos, como sustitutos de todo o parte del contenido en azúcares en alimentos y bebidas, ha tenido su máxima expansión en los últimos 35 años” (p. 50). Dentro de los usos principales se encuentran: endulzar alimentos, conservantes en mermeladas y gelatinas, intensificar el sabor en carnes procesadas, fermentar los panes y salsas agrídulces, dar volumen a las cremas heladas, dar cuerpo a las bebidas carbonatadas, pastillas de menta, bebidas de café, cereales, bebidas de té, chicles, bebidas con alcohol, sodas, bebidas con leche, jugos empaquetados, gelatinas, suplementos alimenticios, postres congelados, yogurts, medicamentos y laxantes. Los edulcorantes nutritivos aportan energía a la dieta e influyen sobre niveles de insulina y glucosa. Los edulcorantes no nutritivos son endulzantes potentes, su aporte energético es mínimo y no afectan los niveles de insulina o glucosa.

Ahora bien, el azúcar invertido se usa para la elaboración de productos que requieren ciertas características, como humedad o impedir el congelamiento. Debido a la presencia de fructosa, el azúcar invertido es un 30% más dulce que la sacarosa. (Hernández, 2014) Podría esperarse que este azúcar invertido se use en productos light o 0% azúcares agregados, ya que aporta menos calorías que la sacarosa, posee un mayor poder endulzante, y se usaría en menos cantidades que en productos “reducidos” en azúcares.

Metodología de investigación y materiales

Para el estudio se aplicaron dos tipos de técnicas:

- Encuestas a personas de entre 14 y 70 años de la localidad de Young, como antecedente para justificar el problema.
- Entrevistas a profesionales: especializados en nutrición, medicina, ingeniera en alimentos. A través de estas entrevistas se obtuvo información de profesionales, valiosa para el proyecto (Anexo 1).

Además, se visitó una azucarera de la zona, en adelante llamada “azucarera A” para conocer el proyecto de producción de ALI (Azúcar líquido invertido).

Actividades de clase

*Obtención de azúcar invertido mediante hidrólisis ácida (F 2).

*Relevamiento de etiquetado: Se visitaron góndolas de diferentes supermercados y se analizaron las etiquetas de los productos light y 0% azúcar agregado.

*Reconocimiento de azúcar invertido en productos light y 0% azúcar agregado mediante ensayo de Fehling (F 4).

*Determinación de glicemia capilar luego de consumo de sacarosa y de azúcar invertido (F 3).

Elaboración de azúcar invertido

Ingredientes:

- Azúcar 375 g
- Agua mineral 150 ml
- Una cucharada de zumo de limón
- Una cucharadita rasa de bicarbonato de sodio

Procedimiento

Se agrega en un recipiente el agua, el azúcar y el zumo de limón, se revuelve con una espátula y se coloca al fuego, se deja cocer a fuego medio-alto durante 10 minutos. Se espera que enfríe durante unos 15 minutos, revolviendo suavemente de vez en cuando, y cuando el jarabe alcanza los 50°C, se añade el bicarbonato y se remueve bien.



Figura 1. Obtención de azúcar invertido. Fuente: elaboración propia.

Se observa la formación de una capa blanquecina en la superficie a medida que el azúcar invertido se va enfriando, se retira con una cuchara o espátula y se guarda el en un frasco.

Se realizó el reconocimiento de azúcar invertido en alimentos light y 0% azúcar agregado mediante el reactivo de Fehling, y posteriormente se hará un relevamiento en el polarímetro para las soluciones (productos) que den positiva la reacción para obtener un sentido de rotación de -20° C.

Tabla 2. *Listado de materiales y de alimentos a analizar*

<u>Materiales</u>		<u>Alimentos</u>
Peras de goma	Pipetas	Mayonesa
Agua destilada	Vidrio de reloj (1)	Yogur
Balanza (1)	Vaso de bohemia (8)	Azúcar invertido
Probetas (4) apreciación $\pm 0,1$ y $\pm 1,0$	Espátulas	Barrita de cereal
Embudo de vidrio (1)	Polarímetro	Endulzante con sucralosa
Reactivo Fehling (2)	Mortero (1)	Refresco cola sin azúcar
Mechero	Pinzas	Jugo light
Gradilla	Tubos de ensayo	Galletitas sin azúcares agregados
Soporte	Papel de filtro	Endulzante con Stevia

Nota: Fuente: elaboración propia.

Procedimiento

1. Se masan 5,0 g del producto y se pasan al mortero donde se machacan bien.
2. Se agregan los 5,0g en el matraz volumétrico de 250.0 ml, se le añade agua hasta completar un volumen de 50,0 ml.
3. Se vierte el contenido en un vaso de precipitados y se somete a ebullición, después de la ebullición se deja enfriar hasta 15° C.
4. La solución se devuelve al matraz volumétrico y se completa el volumen hasta 50,0 ml con agua destilada.
5. Se filtra la solución, se introducen 05,0 ml del filtrado en otro matraz volumétrico de 50,0ml.
6. Se vuelve a completar el volumen hasta 50,0 ml con agua destilada.
7. Se toman 25 ml de la solución de Fehling A y se vierte en un vaso, se le añaden otros 25 ml de solución de Fehling B y se obtienen 10,0 ml de reactivo azul intenso.
8. Se introducen 5ml de reactivo azul en el matraz de 10,0 ml. Se coloca el matraz en un calentador. Se llena una bureta con la solución al 2% del producto. Se añaden 10,0 ml de la solución del producto al reactivo de Fehling. Se ponen a ebullición, cuando hierva, se adiciona más solución del producto hasta que el color del reactivo se aclare. Se añaden 3 gotas de solución acuosa azul de metileno al 1%. Se continua la titulación hasta que el color se convierte en rojo sucio.

Determinación y registro de glicemia capilar

Para la elección de los voluntarios se consideró que fueran mayores de 18 años, sin patologías alimenticias y/o crónicas, no consumidores de medicamentos y con ayuno mínimo de 8 horas.

Ingredientes:

- Agua 100 ml por unidad.
- 25g de sacarosa por unidad.
- 25g de azúcar invertido por unidad.

Materiales:

- Glucómetro.
- Guantes.
- Tirillas reactivas.
- Probetas.
- Lancetas (agujas).

El procedimiento se realizó en 2 etapas:

- Día 1, 10 voluntarios se sometieron a un análisis de glicemia capilar en ayuno, luego del análisis, consumieron 25 g de sacarosa disuelta en 100 ml de agua. A los 30 minutos se volvieron a realizar el análisis registrándose datos iniciales y finales.
- Día 2, los mismos 10 voluntarios volvieron a someter a un análisis de glicemia capilar en ayuno, luego de éste consumieron 25 g de azúcar invertido (AI) disuelto en 100 ml de agua, a los 30 y 60 minutos se realizó el análisis registrándose así datos iniciales y finales.

Todo el procedimiento fue acompañado y monitoreado por personal de la Salud (Aux. en enfermería Darina Sosa)



Figura 2. Determinación de glicemia capilar en voluntarios, previo consentimiento informado y con la colaboración de personal de salud. Fuente: elaboración propia.

Análisis de los Resultados

Como punto de partida y antecedente se realizó una encuesta (anexo 7) abierta a la población. Se encuestó a un total de 112 personas (92 son de género femenino y 16 de género masculino) de entre 14 y 70 años. De éstos, 44% admitieron consumir productos light o 0% azúcar agregada con diferente frecuencia. Entre quienes consumen este tipo de productos, mayormente lo hacen por “ser más saludable”, para bajar de peso o por problemas de salud. Entre los problemas de salud que más mencionan se hallan la obesidad y la diabetes. El 87% de los encuestados dice desconocer qué es el azúcar invertido, así como su uso (anexo 8).

Por otra parte en lo que respecta al trabajo experimental se logró hidrolizar sacarosa para obtener azúcar invertido. Se presume que se logró la hidrolización de toda la sacarosa, ya que, pasado unos días se comenzó a cristalizar, a diferencia de ALI de la azucarera A donde se obtiene 60-70 % de hidrolización para evitar dicha cristalización.

No se pudo concluir con la práctica de polarimetría debido a que los alimentos elegidos no eran sustancias específicas, por lo tanto, no eran aptas para el polarímetro. Sin embargo, la prueba realizada con el azúcar invertido dio un resultado de -9° , en el producto de la azucarera A el resultado de polarimetría para una hidrólisis de 60-70% es de $+14$ por lo que el -9 que obtenido podría corresponder a una hidrólisis total.

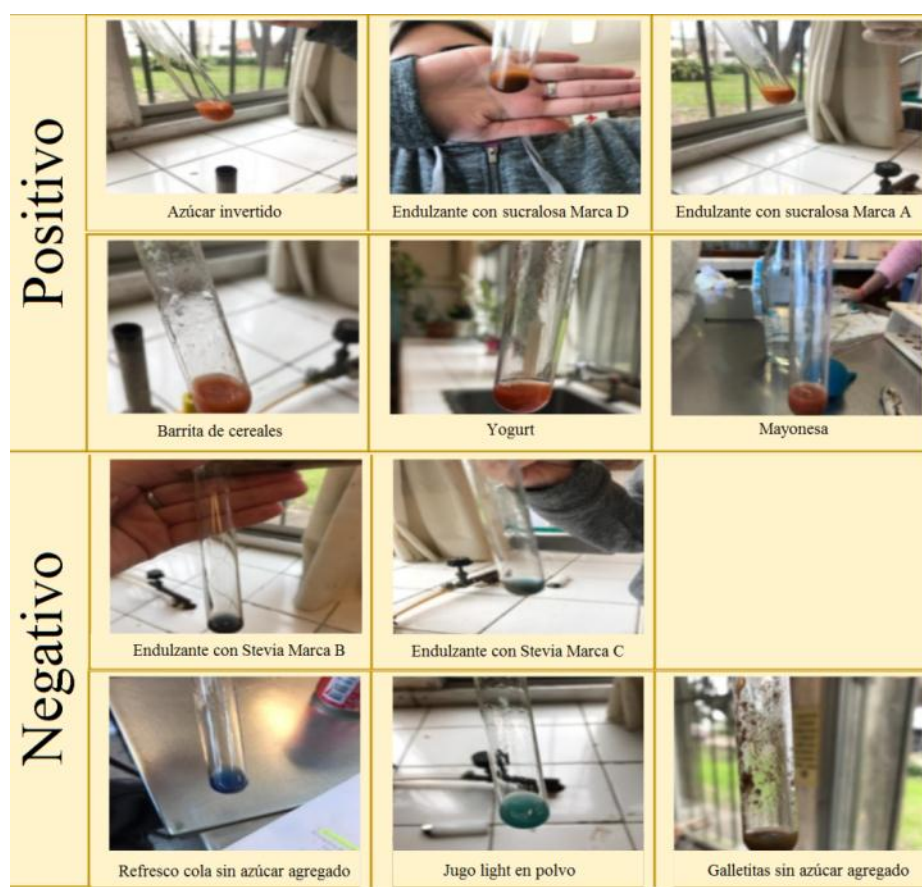


Figura 3. Resultados de los ensayos con Fehling en productos light y 0% azúcar agregado. Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Análisis de etiquetado

Alimentos:	Ingredientes en etiqueta:	Prueba de Fehling (para azúcares reductores).
Refresco cola sin Azúcar	Agua carbonatada, color caramelo, ácido fosfórico, aspartame, acesulfame k, cafeína, benzoato de sodio, citrato de sodio y fenilalanina.	Este alimento dio negativo en la prueba, lo que indica que no hay azúcares reductores en su composición como indica su etiqueta.
Yogur descremado batido sin azúcares agregados.	Leche descremada pasteurizada, proteína de leche, fibra dietética: polidextrosa, almidón modificado, vitaminas E, A y D3, fermentos lácteos, estabilizantes: gelatina y goma guar, edulcorantes: sucralosa y acesulfame k.	Este alimento dio positivo en la prueba, lo que indica que hay azúcares reductores en su composición. No sabemos específicamente cual es el azúcar reductor, al contener leche hay una gran posibilidad de que contenga lactosa, la cual es un azúcar reductor.
Mayonesa light	Agua, aceite de girasol, almidón modificado,	Este alimento dio positivo en la prueba, lo que

	huevo líquido pasteurizado, azúcar, vinagre y alcohol, sal, aceite esencial de mostaza, jugo concentrado de limón, estabilizante: goma xántica, colorante: betacaroteno.	indica que hay azúcares reductores en su composición. En el etiquetado se aclara que hay presencia de azúcar, pero no especifica qué tipo de azúcar.
Barrita de cereal light	Copos de cereal, cobertura sabor chocolate, cacao en polvo, lesitina de soja, poligriserol, jarabe de glucosa, azúcar, pulpa de frutilla, azúcar morena, pasas de frutillas, grasa de palma, frutilla y glicerina.	Este alimento dio positivo en la prueba, lo que indica que hay azúcares reductores en su composición, esto pudo ser porque hay jarabe de glucosa y/o por la pulpa de frutilla que es posible que contenga fructosa. En el etiquetado se debería de aclarar a qué carbohidrato se hace referencia con el término 'azúcar'.
Jugo sin azúcares	Maltodextrina, jugo de naranja deshidratado, vitamina C, ácido cítrico, aspartame, acesulfame k, aromatizantes, citrato de sodio, dióxido de titanio, y goma guar.	Este alimento dio negativo en la prueba, lo que indica que no hay azúcares reductores en su composición como indica su etiqueta.
Endulzante con sucralosa - Marca A	Dextrosamonohidrato, sucralosa y dióxido de silicio.	Este alimento dio positivo en la prueba, lo que indica que hay azúcares reductores en su composición. No sabemos específicamente cual es el azúcar reductor, sin embargo, el dextrosamonohidrato es un azúcar derivado de la glucosa.
Galletitas sin azúcar	Harina de trigo enriquecida, polidextrosa, aceite de girasol alto oleico, cacao, sal, leudantes químicos, bicarbonato de sodio, lecitina de soja, sucralosa.	Este alimento dio negativo en la prueba, lo que indica que no hay azúcares reductores en su composición como indica su etiqueta.
Endulzante de mesa con Stevia - Marca B	Edulcorantes naturales (eritritol y glicósidos de estevioletes), antihumectante: dióxido de silicio, polialcohol.	Este alimento dio negativo en la prueba, lo que indica que no hay azúcares reductores en su composición como indica su etiqueta.
Endulzante a base de Stevia - Marca C	Sorbitol, extracto de stevia y silica.	Este alimento dio negativo en la prueba, lo que indica que no hay azúcares reductores en su composición como indica su etiqueta.
Endulzante con sucralosa - Marca D	Agua, ciclamato de sodio, sacarina de sodio, dextrosa, ácido cítrico	Este alimento dio positivo en la prueba, lo que indica que hay presencia de azúcar reductores en su composición, esto puede explicarse porque la dextrosa es un azúcar reductor, por lo tanto, la etiqueta corresponde.

Nota: Fuente: elaboración propia.

El endulzante con sucralosa de Marca A dio positivo a Fehling por lo que tiene algún componente que es reductor, sin embargo, la sucralosa es derivada de la sacarosa la cual no es reductora porque el OH anomérico no está libre, pero la dextrosamonohidrato es reductora y es derivada de la glucosa. El endulzante marca D dio positivo y corresponde con su etiqueta, los resultados de estos dos edulcorantes indican que no por ser edulcorantes quiere decir que en su composición no contengan algún tipo de azúcar, en este caso glucosa.

Barrita de cereal: tiene una gran cantidad de azúcar, su peso total es de 22g, pero 15g son solo de azúcares, y la información indica que más de la mitad del peso neto son carbohidratos. La etiqueta engaña porque lo light hace referencia a las grasas y no al azúcar. El término light puede inducir a que se consuman más porciones sin conocer su carga calórica.

Mayonesa: en la industria alimenticia el uso de la palabra "azúcar" sin ningún acompañamiento hace referencia a la sacarosa, lo cual no corresponde con los resultados obtenidos debido a que la sacarosa no es reductora, el alimento a que "azúcar" hace referencia.

Entrevista a Doctora en Endocrinología

La profesional destaca que: *“los azúcares son nutrientes necesarios para el organismo, la glucosa, fructosa y sacarosa son carbohidratos simples, que aumentan el azúcar en sangre y trabajan a nivel celular, y deben consumirse moderadamente. El azúcar invertido como el azúcar común se debe de consumir moderadamente porque sigue siendo un azúcar.”*

Según la Dra. el azúcar invertido cambia la glicemia, hay dos maneras de medir la glicemia, una de ellas es mediante la extracción de sangre (venosa), y la otra es capilar (con glucómetro). Por otro lado, se aclara la duda de si la fructosa es más dañina que la glucosa, diciéndonos que: *“la frutas tienen fructosa, y aun así son más saludables que la glucosa pura; la fructosa se metaboliza más lento y diferente a la glucosa, se degrada menos porque nuestro organismo no posee enzimas para su total degradación”*

Recomienda que siempre se lean las etiquetas porque ‘light’ no es sinónimo de mejor y a veces los productos son 0% azúcar agregado, pero son altos en grasa. Explicó que, si bien es aconsejable el consumo de productos light, se puede llegar a consumir una mayor cantidad que de un producto común. Los productos light no están libres de azúcar, son reducidos en ellas (en algunos casos). La Dra. nunca ha hecho la recomendación del uso de azúcar invertido en alimentos a un paciente.

Entrevista a Licenciada en Nutrición:

La nutricionista destaca que en Uruguay ha aumentado el consumo de azúcares y es uno de los países con mayor tasa de consumo. Los alimentos que otorgan más azúcar a los niños son las golosinas y los refrescos; en los adolescentes son refrescos, golosinas y bollería, y en los adultos son postres y bollerías.

Agrega que: *“no por ser light quiere decir que estén libres de azúcar. Los productos light están hechos para cierta población, como diabéticos, obesos, el resto no tenemos por qué comerlos. El azúcar ingerido de manera moderada no es perjudicial para la salud, es necesario. Se consideran los carbohidratos como fuentes de energía, una vez en nuestro cuerpo se simplifican mediante la digestión, metabolismo y absorción hasta llegar a la molécula simple de glucosa, que es el sustrato energético que el cuerpo necesita para realizar tareas.”*

La profesional conoce el uso del azúcar invertido, pero no lo recomienda a pacientes porque lo desconoce como algo cotidiano. No se puede recomendar el azúcar invertido a personas con diabetes y con obesidad, porque son monosacáridos y su absorción es rápida y aumentaría la glicemia. El azúcar invertido no se debería usar para bajar de peso porque se absorbería rápidamente y aumentaría el nivel de glucosa en sangre. Las personas que no sufren trastornos alimenticios pueden consumirla con moderación. Considera que las personas no tienen conocimiento con respecto al uso de distintos azúcares, que las personas no suelen leer las etiquetas y no conocen el azúcar invertido. Y afirma: *“El etiquetado frontal en una manera de combatir el consumo erróneo de productos. La mayoría de las personas no saben lo que comen, se refleja en los altos índices de obesidad que tiene el Uruguay en comparación a otros países de Latinoamérica.”*

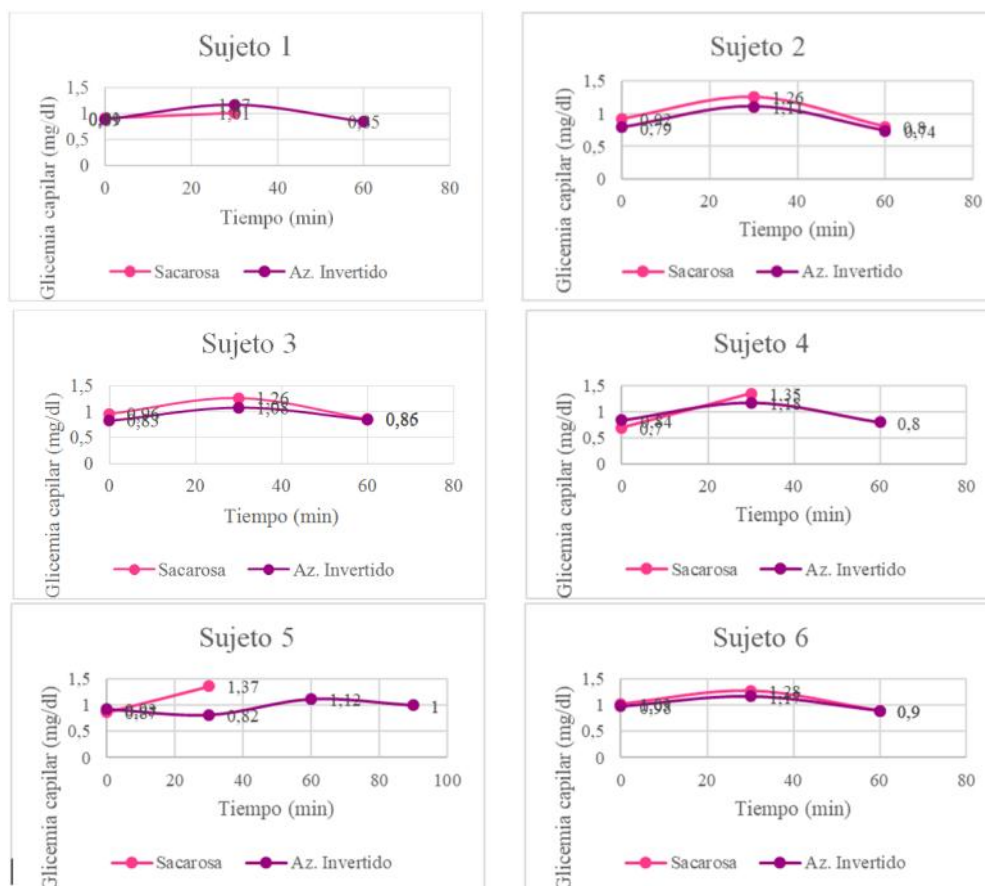
Entrevista a Ingeniera en Alimentos

Consultada respecto a la manera más rigurosa de determinar el contenido de azúcares en un alimento, la profesional explica: “*gran parte de los productos alimenticios contienen azúcar, la técnica para determinar la cantidad de carbohidratos en los productos es muy compleja, debido a esto se determinan las cantidades de todos los demás ingredientes del producto y se resta del total, el resultado obtenido se presume que son azúcares.*”

Respecto al azúcar invertido expresa que: “*es mejor en comparación con los jarabes de alta glucosa y fructosa, debido a que las concentraciones de estos jarabes están distribuidas de tal modo que pueden llegar a propiciar la obesidad y diabetes por exceso de fructosa. Sin embargo, la distribución de glucosa, fructosa y sacarosa en el AI de producción nacional es de 33%, lo que hace menos perjudicial su consumo*”

Análisis de glicemia capilar

A continuación se presentan los gráficos con la medida de glicemia capilar de 10 sujetos y la variación de glicemia capilar en los primeros 30 minutos, de cada uno, con sacarosa y con azúcar invertido.



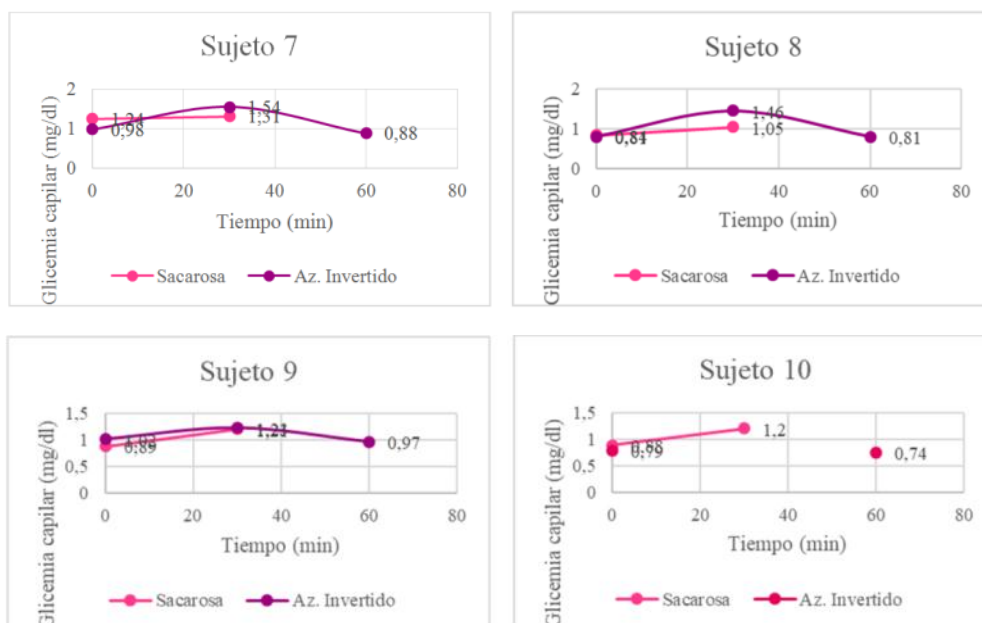


Figura 4. Gráficos de la medida de glicemia capilar de cada sujeto analizado. Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos de la medida de glicemia capilar, luego de la ingesta de una solución de azúcar invertido (medidas tomadas al antes de la ingesta, luego de 30 minutos y luego de 60 minutos de haberlo ingerido) muestra una tendencia a los mismos valores que se registraron para la misma cantidad de sacarosa en solución. Se descartaron aquellos voluntarios cuyos valores fueron muy variables.

Tabla 3. Variación de glicemia capilar

	Variación de glicemia capilar en los primeros 30 minutos (mg/dl)	
	Con sacarosa	Con azúcar invertido
Sujeto 1	0,1	0,28
Sujeto 2	0,34	0,32
Sujeto 3	0,3	0,25
Sujeto 4	0,65	0,34
Sujeto 5	A los 30 min baja nivel de glicemia y sube a los 60 min	
Sujeto 6	0,25	0,19
Sujeto 7	0,07	0,57
Sujeto 8	0,21	0,65
Sujeto 9	0,32	0,21
Sujeto 10	Se descarta por falta de valores	

Nota: Fuente: elaboración propia.

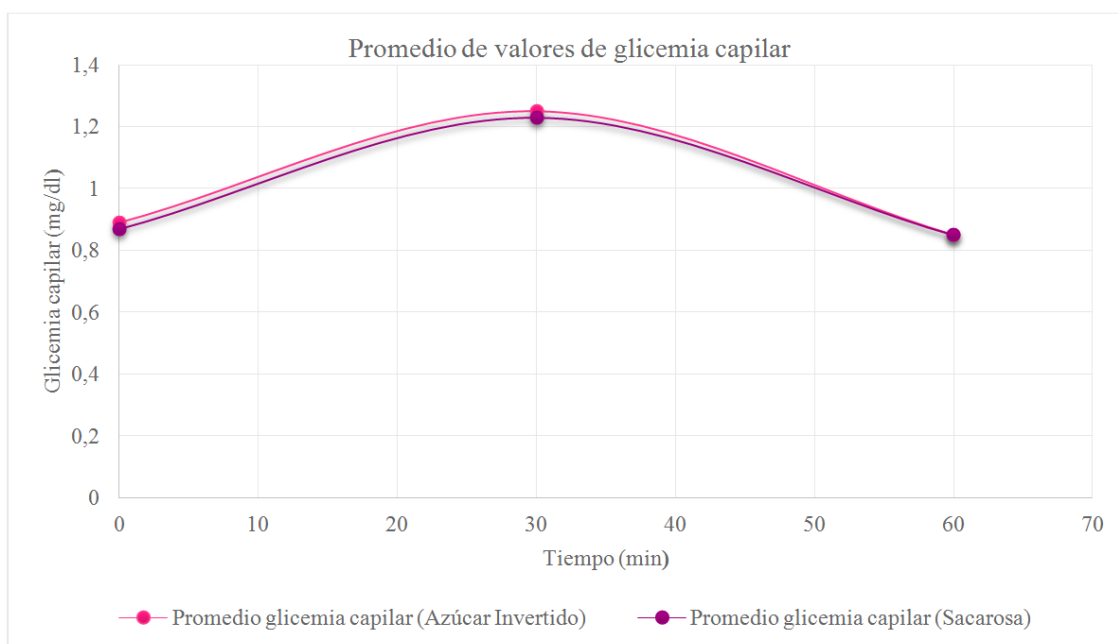


Figura 5. Comparación de los promedios de glicemia capilar que provoca el consumo de sacarosa y de azúcar invertido. Fuente: elaboración propia.

Validez y limitaciones

- Poca variedad de productos light o 0% azúcar agregado para la reacción de Fehling, esto también afectó en la polarimetría debido a que no se pudieron obtener soluciones a partir de los productos elegidos.
- No se pudieron realizar todas las medidas de glicemia capilar necesarias debido a la falta de voluntarios y material para realizar un mayor número de pruebas.
- Poca información sobre el azúcar invertido y uso de técnicas para reconocimiento de azúcares en alimentos complejos.
- Hay margen de error para todas las medidas:
- Fehling: Error humano a la hora de medir y trabajar con soluciones. El uso de alimentos muy complejos pudo haber afectado los resultados obtenidos.
- Elaboración de azúcar invertido: Posible error en las concentraciones utilizadas, la temperatura de la reacción no fue controlada, no conocíamos el valor de pH que debía tener la solución.
- Glicemia capilar: Margen de error del glucómetro, posible contaminación de las tirillas reactivas. Los voluntarios podrían no haber seguido las horas de ayuno indicadas, el número de horas de ayuno de cada voluntario pudo haber influido en las medidas. Las concentraciones de sacarosa y AI tienen margen de error, no se conoce la pureza de ambas sustancias utilizadas.
- No poder consultar a más de un especialista de cada ámbito para corroborar la información.
- Los resultados y conclusiones obtenidos son válidos únicamente para los productos y muestras examinadas.

Conclusión

En los productos light se verifica la presencia de azúcares reductores, aunque no se puede determinar cuáles. En los productos 0% azúcar agregado no hay presencia de azúcares reductores. Los etiquetados no son 100% fiables o pueden llevar a la confusión del consumidor. El consumo de AI provoca casi los mismos niveles de glicemia capilar que el consumo de sacarosa, la diferencia puede considerarse dentro del margen de error. Las personas consumen los productos light y 0% azúcar agregado, sin tener información adecuada sobre ellos. La cantidad de productos light o 0% azúcar agregado es muy reducida en el mercado.

Agradecimientos

- *Profesora de Química Lucrecia Rivero.*
- *Lic. en Nutrición Mónica Galán.*
- *Dra. en Endocrinología Milena Vignolo.*
- *Ingeniera en Alimentos Magdalena Irazoqui.*
- *Ingeniera en Alimentos (Referente del proyecto de producción de ALI) Lucia Maidana.*
- *Lic. en Química agrícola y medio ambiental_ Macarena Eugui.*
- *Directora de la Sede Río Negro del CenUR Litoral Norte María Ingold.*
- *Hospital de Young.*
- *Profesora de Inglés Alice Zapata.*

Referencias bibliográficas

- Cardellá, L., & Hernández, R. (2005). *Bioquímica Médica Tomo IV*. La Habana. Cuba: Ciencias Médicas.
- Escobar, V., & Hernández, F. (2016). *Extracción y determinación de la fructosa en zumo de manzana*. Uruguay: Consejo de Educación Técnico Profesional, Universidad Del Trabajo Del Uruguay.
- FAO. (s/f). *Macronutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas*. Recuperado de: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/005/w0073s/W0073S01.pdf>
- Hernández, M. (2014). *Desarrollo de cuatro formulaciones de helados a base de agua con bajo contenido de azúcar y enriquecidos con vitamina C*. Guatemala.
- Ross, C., Caballero, B., Tucker, K., & Ziegler, T. (2014). *NUTRICIÓN en la salud y la enfermedad (111 edición)*. Barcelona.España: Wolters Kluwer Health.
- Santillán, A., & otros. (2017). *Impacto de la sustitución del azúcar de caña por edulcorantes de alta intensidad en México*. Chapingo, Texcoco. México: Universidad Autónoma Chapingo.

ANEXOS

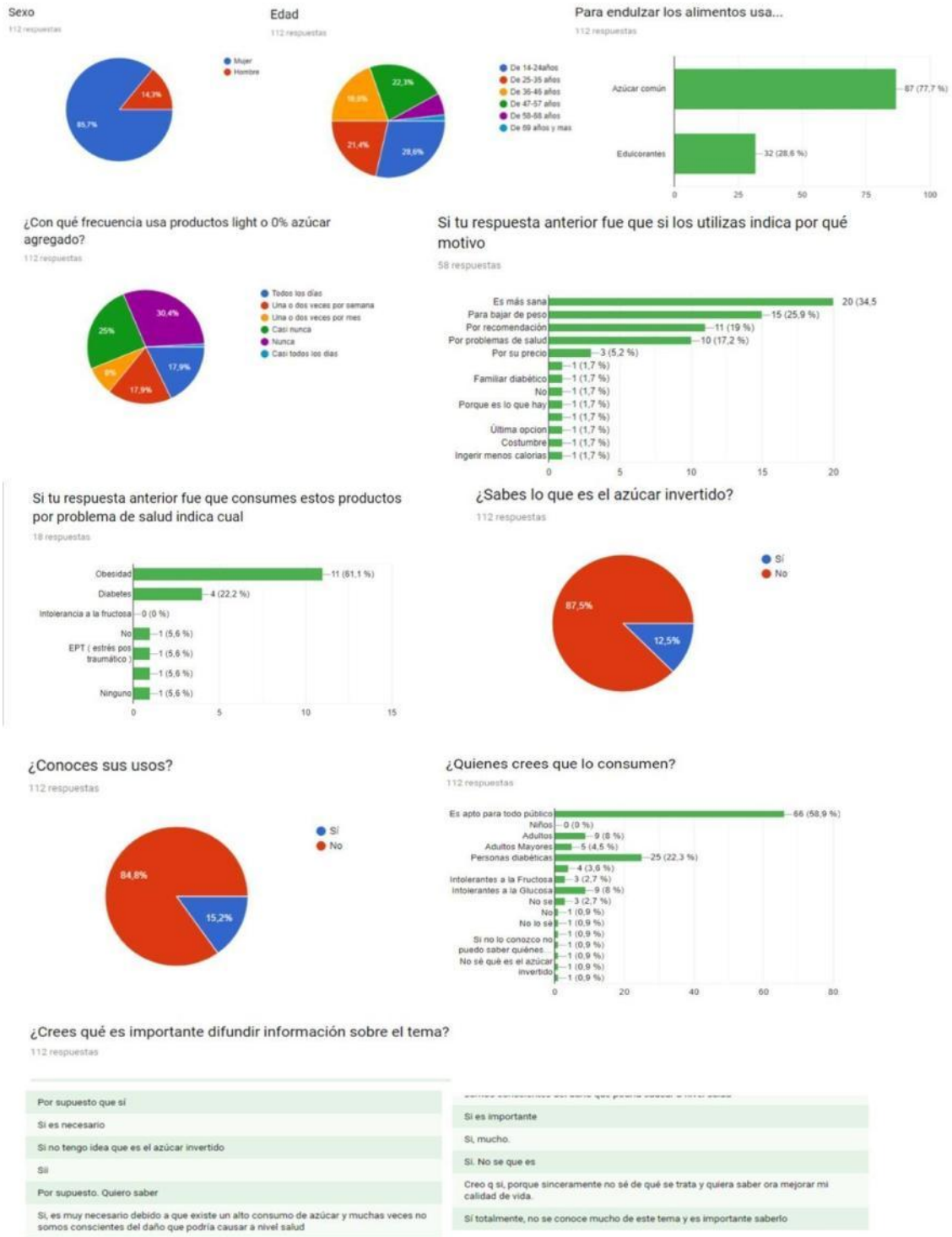
Anexo 1. Guiones de entrevistas a Dr. Endocrinólogo, Lic. en Nutrición e Ing. en alimentos

- ¿Qué son los azúcares?
- ¿Qué parte de la población consume un porcentaje mayor de azúcar? ¿Por qué?
- ¿En qué alimentos o productos alimenticios se consume más azúcar?
- ¿En qué se diferencian los productos alimentarios ordinarios de los productos alimentarios light?
- ¿Es preferible el consumo de los productos light o 0% azúcar agregado? ¿Por qué?
- ¿Qué provocan las azúcares en nuestro cuerpo?
- ¿Cómo metabolizamos a la glucosa, fructosa y sacarosa? ¿Es bueno consumir dichos glúcidos?
- ¿Conoce el azúcar invertido? ¿Qué es? ¿Cómo actúa en nuestro cuerpo?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del azúcar invertido?
- ¿El azúcar invertido podría recomendarse a personas con diabetes y con obesidad?
- ¿El azúcar invertido aporta calorías?
- ¿Conoce el uso del azúcar invertido en la industria alimenticia? ¿A qué cree que se deba?
- ¿El azúcar invertido es beneficioso para bajar de peso?
- ¿Recomienda su uso? ¿Por qué?
- En su experiencia ¿Cree que en Young se tiene conocimiento con respecto al uso de los distintos azúcares en la industria alimenticia? Y ¿El uso del azúcar invertido?
- ¿Considera que las personas de nuestra comunidad manejan el nivel de información adecuado en cuanto al tema que estamos tratando?
- Hablando de mayorías ¿Las personas saben realmente lo que están consumiendo y sus consecuencias a corto y largo plazo?

- ¿Qué es un ingeniero/a en alimentos? ¿Dónde y cómo trabaja?
- ¿En qué sector de la industria alimenticia trabaja o del cual tiene más conocimiento?
- ¿Cómo se endulzan los alimentos? ¿Existe un control?
- ¿Hay alguna forma de medir el grado de azúcar que contienen los alimentos? ¿Cuál? ¿Es posible medir el poder endulzante?
- ¿Se tienen problemas con respecto al agregado de azúcar en los alimentos?
- ¿A qué productos se le adicionan azúcar?
- ¿En qué se diferencian los productos alimentarios ordinarios de los productos alimentarios light en cuanto a su elaboración?
- ¿Conoce acerca el uso de azúcar invertido en la industria? ¿En dónde?
- ¿Es recomendable el uso de estos tipos de azúcar?
- ¿Dónde considera que se utiliza más? ¿Por qué?
- ¿Cuáles son los tipos de azúcar predominantes en la industria?
- ¿El azúcar favorece la conservación de alimentos?
- ¿El azúcar no favorece la cristalización? ¿Cree que las personas de la comunidad manejan información adecuada en cuanto al tema?

- ¿Qué hace exactamente un endocrinólogo?
- ¿Cómo trabaja un endocrinólogo?
- ¿Cómo actúan los carbohidratos en nuestro cuerpo? Específicamente la glucosa, fructosa y sacarosa.
- ¿Qué información tiene sobre el azúcar invertido?
- ¿Qué es el índice glucémico?
- ¿El azúcar invertido aumenta el índice glucémico?
- ¿El consumo de azúcar invertido, es saludable?
- ¿En que difiere el consumo de productos light o 0% azúcar agregado ante el consumo de azúcar común?
- ¿Es aconsejable el consumo de productos light o 0% azúcar agregado?
- ¿Usted recomienda el uso de azúcar invertido?

Anexo 2. Resultados de encuesta realizada a la población para la obtención de datos que sirvieran como antecedentes.



CLUB: Kazidómicas
CATEGORIA: Chajá
AREA: Científica

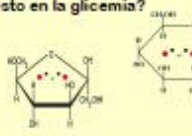
Consumo de azúcar invertido

Zoe Botta, Alfonsina Casas, Estephanie De Mora, Teresa Fernández

Liceo N° 1 "Mario W. Long"
Young - Río Negro

PROBLEMA

¿En los alimentos libres de azúcares o 0% de azúcar agregada hay presencia de azúcar invertido y cómo incide esto en la glicemia?



OBJETIVO GENERAL

Establecer la presencia de azúcar invertido (glucosa/fructosa) en los productos light y en productos 0% azúcar agregado, así como los niveles de glicemia que provoca su consumo.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar cuántas personas consumen dichos productos y con qué información cuentan al respecto.
- Obtener azúcar invertido por hidrólisis ácida para ser usada y comparada con la sacarosa.
- Reconocer la presencia de azúcar invertido en productos light y 0% azúcar agregado.
- Comparar los niveles de glicemia capilar que provoca el consumo de azúcar invertido con el del consumo de sacarosa.
- Realizar un relevamiento del etiquetado de los productos considerados light, y 0% azúcar agregado.


MATERIALES Y MÉTODOS



DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se logró hidrolizar azúcares para obtener azúcar invertido. Pasados unos días se cristalizó, a diferencia de ALI de Azúcarito donde se hidroliza a un 80-70% para evitar dicha cristalización. La polarimetría realizada con el azúcar invertido dio un resultado de -2° en Azúcarito el resultado de polarimetría para una hidrólisis de 80-70% se de +14 por lo que el -2° obtenido podría corresponder a una hidrólisis total.

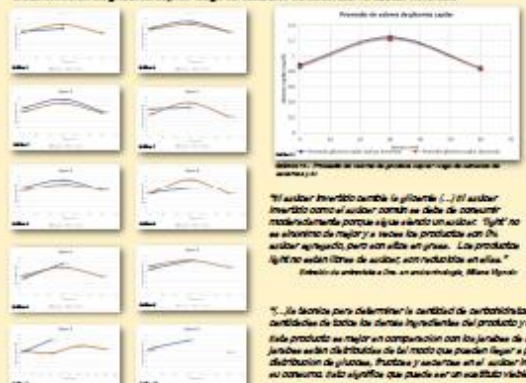
Ensayos con Fehling en productos light y 0% azúcar agregado



Relevamiento de etiquetado

Etiquetas	Ingredientes en etiqueta	Indicador de azúcar (según etiquetado)
Producto 1
Producto 2
Producto 3
Producto 4
Producto 5
Producto 6
Producto 7
Producto 8
Producto 9
Producto 10
Producto 11
Producto 12
Producto 13
Producto 14
Producto 15
Producto 16
Producto 17
Producto 18
Producto 19
Producto 20

Determinación de glicemia capilar luego de consumo de azúcares y azúcar invertido



CONCLUSIONES

- En los productos light se verifica la presencia de azúcares reductores, aunque no se puede determinar cuáles.
- En los productos 0% azúcar agregado no hay presencia de azúcares reductores.
- Los etiquetados no son 100% fiables o pueden llevar a la confusión del consumidor.
- El consumo de AI provoca casi los mismos niveles de glicemia capilar que el consumo de sacarosa, la diferencia puede considerarse dentro del margen de error.
- Las personas consumen los productos light y 0% azúcar agregado, sin tener información adecuada sobre ellos.
- La cantidad de productos light o 0% azúcar agregado es muy reducida en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA



AGRADECIMIENTOS: Prof. Química y Ay. Preparadores, Luciana Alvarez; Lic. en Nutrición, Mónica Galán; Dr. en Endocrinología, Milena Vignato; Ing. en Alimentos, Magdalena Inzaqui; Ing. en Alimentos (Referencia del proyecto de producción de ALI), Lucía Meléndez; Lic. en Química agrícola y medio ambiente, Mariana Rigoli; Directora de la Sede Río Negro del CENIC Litoral Norte, Lic. Trabajo Social, María Inés; Hospital de Young; Aux. enfermería Daniela Sosa; Prof. Ingles, Alice Zapata.

8. Resignificación del Arroyo Pantanoso y la Bahía del Cerro

Estudiantes

Agustina González, Germán Bassano, Kathya Da Cruz, Elena Pacheco, Dilan Álvarez, Joaquín Fabra, Anahí Casariego, Verónica Míguez, Lucía Pereyra, Romina Hermoso, Pablo Suárez, Bélen Zapata, Ludmila Tabares, Carolina Peyrano y Elizabeth Suffo.

Profesoras orientadoras

Fiorella Besses
Alma Tabarez

**Liceo N°61 “VILLA COSMÓPOLIS”
Montevideo, Montevideo**

Resumen

¿Qué significado tiene el arroyo Pantanoso para la comunidad? ¿Cómo impacta su estado en el ecosistema que integra? A partir de estas preguntas, se propuso investigar cómo afecta la contaminación del agua del arroyo Pantanoso y de la Bahía del Cerro la calidad de vida de la población adyacente (asentada en forma estable en sus inmediaciones). El problema fue abordado mediante un control de calidad de las aguas en cuatro diferentes estaciones de monitoreo, estratégicamente seleccionadas. Se midieron parámetros físicos, químicos y biológicos. Se realizaron encuestas y entrevistas a niños de dos escuelas próximas a los cursos de agua y a los adultos responsables, para determinar la percepción subjetiva de la contaminación (nivel, causantes, efectos y posibles soluciones). Los resultados demostraron alto grado de contaminación con referencia a los valores límite para agua de calidad 3 (decreto 253/79 MVOTMA). La población encuestada afirma identificarse con el arroyo, sentir preocupación por su salud y responsabiliza a las industrias y a las conductas inapropiadas de la población de dicha contaminación. Se concluyó que el estado actual del agua impacta negativamente en la calidad de vida y en el correcto funcionamiento de los subsistemas sociales considerando la teoría “estructural-funcionalista” de Talcott Parsons. Se plantea la realización de talleres cuya meta sea concientizar respecto a esta problemática, además de promover una mayor conciencia ambiental, como primer paso en un proyecto que tienda a mejorar la calidad de estas aguas.

Abstract

What is the significance of Pantanoso stream for the community? How does its state impact its ecosystem? Based on these questions, this work proposes investigating how the water of the Pantanoso stream and the Bahía del Cerro's contamination affects the quality of life of the adjacent population (stably settled in its surroundings). The problem was addressed through quality control of the waters in four different monitoring stations, strategically selected. Physical, chemical and biological parameters were measured. Surveys and interviews were carried out with children from two schools near the watercourses and their natural or legal guardians, to determine the subjective perception of contamination (level, causes, effects and possible solutions). The results showed a high degree of contamination with reference to the limit values for water of quality 3 (Decree 253/79 MVOTMA). The surveyed population states that they feel identified with the stream, are concerned about their health and hold industries and the population's inappropriate behaviours responsible for said contamination. It was concluded that the current state of the stream water has a negative impact on the quality of life and the correct functioning of social subsystems considering Talcott Parsons' "structural-functionalist" theory. Workshops to raise awareness of this problem were proposed, as well as promoting greater environmental awareness, as the first step in a project that tends to improve the quality of these waters.

Palabras clave

Contaminación, Arroyo Pantanoso, acción social, calidad de vida.

Introducción

Pregunta investigable

¿Qué nivel de contaminación tienen el arroyo Pantanoso y Bahía del Cerro y cómo impacta en las percepciones de la población adyacente?

Objetivo general

- Resignificar el papel del arroyo Pantanoso y de la Bahía del Cerro como espacios recreativos y sociales.

Objetivos específicos

- Determinar a través de indicadores fisicoquímicos y biológicos el nivel de contaminación actual del agua del arroyo Pantanoso y la Bahía del Cerro.
- Promover la concientización de la población que habita en zonas cercanas al mismo, sobre dicha contaminación y sus posibles consecuencias sanitarias.
- Relevar las percepciones que poseen los habitantes sobre el estado de contaminación actual del arroyo y la Bahía y sobre las causas y consecuencias de dicho problema.

Hipótesis:

- La mayor contaminación de la bahía del Cerro de Montevideo y del arroyo Pantanoso se debe a que es un lugar donde desembocan varias aguas residuales.

Antecedentes

El arroyo Pantanoso tiene una superficie de 66 Km², 40% urbano, 23 % suburbano y 38 % rural. En la cuenca habita una población de 190.000 personas (en 63000 viviendas regulares) y en asentamientos 35.000 personas (en 9500 viviendas). En situaciones socio ambientales críticas hay 1000 viviendas (IMM, 2017). Las condiciones económicas, sociales, de vivienda y sanitarias actuales del arroyo Pantanoso quedan claramente señaladas en la presentación del Plan para el arroyo Pantanoso de la IMM que expresa:

En la cuenca del arroyo Pantanoso se materializan tensiones territoriales en forma desarticulada, zonas de alta vulnerabilidad social (ingreso, precariedad laboral, nivel educativo, etcétera), precariedad habitacional, problemáticas ambientales de alta gravedad, desarrollos industriales y logísticos, y presencia de importantes conectores viales junto a sectores habitacionales formales. (IMM, 2017).

El estado y tratamiento del agua del arroyo Pantanoso, involucra a los municipios del A al G, además de varios CCZ de Montevideo. Según el Art. 24 de la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, N° 18.308, por resolución nro. 3539/15 de fecha 3 de agosto de 2015, se dispuso la creación de un Grupo de Trabajo Interdisciplinario y por resolución nro. 4651/16 de fecha 17 de octubre de 2016 se

autorizó su formación. Su función es realizar el control y monitoreo del estado del agua, para lo cual intervienen distintos organismos estatales: I.M.M., O.S.E., U.T.E., LA.T.U., etc.

La calidad de las aguas de la cuenca del Arroyo Pantanoso se evalúa mediante cuatro muestreos anuales en el curso principal y dos muestreos anuales en sus tributarios. Según el informe anual presentado por el Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua de Montevideo, correspondiente al año 2017, las concentraciones registradas en el curso principal del arroyo Pantanoso muestran incumplimientos de las normativas nacionales e internacionales de referencia para la mayoría de los parámetros, inclusive para cromo en la estación P8 en la desembocadura del curso a la Bahía. Los resultados indican que el arroyo Pantanoso presenta niveles de toxicidad aguda detectables por más de un bioensayo, en verano e invierno.

Algunos de los factores que contribuyen a generar esta problemática son: acumulación de residuos sólidos en sus cauces, vertidos sin tratar, provenientes de asentamientos irregulares que se ubican en las márgenes del arroyo. Las bajas concentraciones de oxígeno registradas en las épocas estivales, sumado al déficit hídrico y altas concentraciones de materia orgánica, contribuyen a la generación de malos olores provenientes de los cursos de agua. A lo mencionado se suman afluentes industriales con altas concentraciones de contaminantes (principalmente amonio y fósforo) que se vierten directamente a los cursos de agua. Se realizó un diagnóstico integrado que se centró en el análisis del Sistema de Saneamiento y Drenaje de Montevideo desde dos planos distintivos e interrelacionados: un diagnóstico técnico-operacional que realiza una mirada interna del sistema de saneamiento y drenaje urbano como un sistema integrado de cada uno de los activos o categorías de infraestructura que lo componen, y un análisis del funcionamiento hidráulico de la infraestructura, la condición actual de los activos y los aspectos relacionados con su operación y mantenimiento. En ese sentido se han considerado dos grandes ejes temáticos: contaminación hídrica, la cual se analiza como síntesis de todas las posibles fuentes contaminantes que de algún modo u otro pueden terminar impactando en los cursos de agua; y riesgo hídrico, que se analiza en términos de la probabilidad de ocurrencia de desbordes de los cursos de agua, el nivel de exposición de la infraestructura y población y su vulnerabilidad.

Es importante destacar que la contaminación de los cursos de agua es un problema mundial. Esta problemática y sus consecuencias para la población han motivado trabajos de investigación en todo el mundo como es el trabajo de Manrique, Manrique, Manrique y Tejedor (2007). Estos autores plantean como objetivo hacer una descripción de los efectos que la contaminación de la cuenca alta del río Chicamocha (Colombia) posee sobre la salud de la población. En la discusión de resultados expresan que dicha contaminación y la disminución de la flora y la fauna dañan al ecosistema y por lo tanto a sus habitantes. Orellana, (2015), en su tesis de grado, propone determinar la calidad del agua, el efecto de la misma sobre la salud y la calidad de vida de la población. Estos son solo algunos de los trabajos que se han realizado en torno a una temática semejante a la que se aborda en este proyecto. Dado los resultados expresados en el informe anual realizado por la IMM (2017), es relevante analizar en profundidad las causas y las consecuencias de la contaminación del arroyo Pantanoso, así como pensar estrategias que tengan como meta mejorar las condiciones del mismo apuntando a mejorar la calidad de vida de la población adyacente.

Marco Teórico

El agua está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, la producción de alimentos, los ecosistemas saludables y para la supervivencia misma de los seres humanos. El agua también forma parte crucial de la adaptación al cambio climático, y es el vínculo crucial entre la sociedad y el medioambiente ONU-AGUA (2019, p.1)

Estructura y propiedades del agua

La molécula de agua cuya fórmula química es H_2O , está compuesta por un átomo de hidrógeno y dos átomos de oxígeno acoplados por medio enlaces covalentes. Posee la característica de ser bipolar debido a que consta de una zona electronegativa (oxígeno) y una zona electropositiva (hidrógeno). El ángulo formado entre los átomos de hidrógeno respecto al de oxígeno es de 105° . El agua cuya densidad es $1g/cm^3$, se presenta en la naturaleza en los tres estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso. Cuando se trata de agua pura, no posee sabor, ni olor, ni color. Los puntos de fusión ($0^\circ C$ a PTN) y de ebullición (100° a PTN) se utilizan como puntos de referencia para la escala Celsius de temperatura. Cuando pasa de líquida a sólida libera aproximadamente 80 calorías por cada gramo de agua que se solidifica. Cuando pasa de sólida a líquida gana 80 calorías por cada gramo de agua que se funde. Cuando pasa de líquida a gaseosa gana 540 calorías por cada gramo de agua que se evapora y cuando se condensa los libera. Debido a estas cantidades importantes de calor liberado y absorbido según el cambio de estado, el agua es un gran regulador térmico. El comportamiento del agua es atípico cuando a partir de $4^\circ C$ su temperatura disminuye a $0^\circ C$, ya que en ese caso aumenta su volumen y por lo tanto disminuye su densidad. Posee una elevada tensión superficial lo que significa que la capa exterior, superficial es resistente lo que permite a los animales livianos desplazarse sobre su superficie. Debido a los puentes de hidrógeno, sus moléculas poseen una gran fuerza de cohesión. Las distancias intermoleculares de la molécula de agua se mantienen bastante fijas por lo que resulta prácticamente incomprensible. Posee pH neutro, la concentración de iones hidroxilo (OH^-) y de iones hidrógeno (H^+) es la misma.

Calidad de vida: multifactorialidad del concepto

Para Ardila, (2003, p.163): Calidad de vida es un estado de satisfacción general, derivado de la realización de las potencialidades de la persona. Posee aspectos subjetivos y aspectos objetivos. Es una sensación subjetiva de bienestar físico, psicológico y social. Incluye como aspectos subjetivos la intimidad, la expresión emocional, la seguridad percibida, la productividad personal y la salud objetiva. Como aspectos objetivos el bienestar material, las relaciones armónicas con el ambiente físico y social y con la comunidad, y la salud objetivamente percibida.

Según el autor esta definición muestra de forma equitativa la relevancia que posee el hecho de que el individuo tenga relaciones armónicas con el medio ambiente natural y con la comunidad a la cual pertenece.

La teoría estructural-funcionalista de Talcott Parsons

Talcott Parsons, sociólogo estadounidense de la tradición clásica de la sociología, es mejor conocido por su teoría de la acción social y su enfoque estructural-funcionalista. Parsons, en su obra "El sistema Social" (1951), concibe a la sociedad como sistema social que existe en equilibrio y en el que cada parte del sistema contribuye al funcionamiento del mismo. Por lo tanto, los cambios que experimentan una parte producen cambios en todo el sistema. Cuando cada subsistema funciona

correctamente podemos decir que el sistema está en equilibrio. Cuando uno de los subsistemas no cumple con su función y contribuye de manera negativa al sistema social, se habla de disfunción (concepto en el que profundizó Robert Merton, discípulo de Parsons).

Parsons (1968) sostuvo que “el sistema social está integrado por las acciones de los individuos”. También establece una serie de prerequisites culturales necesarios para el mantenimiento del sistema social, afirma que es fundamental la satisfacción de las necesidades mínimas de los actores, como también pautas culturales capaces de formular condiciones mínimas de estabilidad. Queda implícito aquí el concepto de calidad de vida, planteado anteriormente, que constituye uno de los temas principales del presente trabajo.

En relación a esta teoría, que tiene como base el concepto de sociedad como una estructura integrada por sistemas en equilibrio, se puede entender que la contaminación de las aguas como resultado de la acción del hombre, lleva al desequilibrio social. La acción de los individuos tiene como consecuencia un impacto negativo en la calidad de vida de otros individuos, es decir, el mal funcionamiento de un subsistema lleva a la disfunción social, afectando además el ecosistema, elemento determinante en la calidad de vida de los individuos y en la sociedad. En lo que respecta a este estudio, la población se ha visto afectada en varios niveles considerados en el concepto calidad de vida. Las condiciones de salubridad no son adecuadas, las aguas no pueden ser usadas para recreación; el entorno se ha vuelto poco amigable con el hombre. Para pensar cómo remediar esta situación, si se considera la afirmación de Parsons (1999) “Sin los recursos culturales requeridos que tiene que ser asimilados a través de la internalización, no es posible que surja un nivel humano de sistema social” (Parsons, 1999, p. 317), se plantea entonces, que es a través de la educación y la concientización ambiental, que puede lograrse un cambio en las acciones de los individuos, que lleve a una mejora paulatina del estado de las aguas del arroyo y la bahía y en consecuencia a la calidad de vida de la población adyacente. Considerando además que en el concepto de “acción social” está implícito una toma de decisión guiada por los valores inculcados y culturalmente transmitidos, es allí donde podrían la educación, la información y la paulatina concientización, marcar una diferencia importante.

Metodología de investigación y materiales

Para analizar la calidad del agua se determinaron indicadores establecidos por la norma, de acuerdo a los protocolos anexos. En cuanto a la obtención de información relevante vinculada a la población de interés, se recogieron datos descriptivos, es decir, las palabras y conductas de las personas seleccionadas para la investigación. Se siguió un modelo de investigación flexible, comenzando con interrogatorios abiertos que luego se concretizaron en encuestas y entrevistas pautadas. La elaboración de las mismas tuvo como base una visión holística de las personas y los escenarios, no reducidos a variables, sino considerados como un todo. En los anexos se incluyen las preguntas de las encuestas y entrevistas.

Para el monitoreo de las aguas del Pantanoso y de la Bahía del Cerro se eligieron tres estaciones: **Estación 1** Escuela Técnica Superior Marítima, **Estación 2** PTI, Parque Tecnológico Industrial, **Estación 3** Zigzag De las Tropas y Ruta 5 y la **Bahía del Cerro**.

Los criterios considerados en la selección fueron:

- Cercanía geográfica del lugar de estudio (liceo 61), dado que un porcentaje elevado de alumnos vive en el Cerro o en barrios aledaños.
- Buena accesibilidad para poder llegar sin dificultad al agua y poder extraer las muestras.
- Una de las estaciones se encuentra dentro del Parque Tecnológico Industrial (PTI), lugar que cuenta con variadas empresas que vierten sus desechos al arroyo.
- Otra de las estaciones, la Bahía, se encuentra enfrente a la institución educativa y constituye un centro de interés comunitario y social.

Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo

Estación 1: Escuela Técnica Superior Marítima.

Coordenadas: 34°52'14.2"S 56°14'29.4"W

Estación 2: PTI (Parque Tecnológico Industrial)

Coordenadas: 34°52'46.3"S 56°15'00.5"W

Estación 3: Zigzag. De las Tropas y ruta 5

Coordenadas: 34°51'17.3"S 56°15'19.5"W

Estación 4: Bahía del Cerro - Calle Egipto (enfrente al liceo 61)

Coordenadas: 34°54'39.7"S 56°11'52.8"

Procedimiento del muestreo

- En las zonas previamente seleccionadas se midieron directamente: pH, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos disueltos.
- Se tomaron muestras para posterior determinación de: turbidez, color, dureza y oxígeno disuelto. Para este último ensayo se siguió el protocolo adjunto en el anexo 1.
- Se etiquetaron los recipientes conteniendo las muestras con la siguiente información: número de estación de monitoreo, fecha, parámetro que se medirá con dicha muestra.
- Se determinaron los parámetros físicos y químicos según protocolos adjuntos en el anexo 1.



Figura 1. a) Toma de medida de pH con sensor físico-químico del Plan Ceibal en la estación 3. b) Colocando reactivos fijadores en la muestra de oxígeno disuelto en la estación 4. Fuente: elaboración propia.



Figura 2. Extracción de muestra y medida de temperatura con el sensor físico-químico del Plan Ceibal en la estación 4. Fuente: elaboración propia.

Procedimientos para la obtención de los parámetros microbiológicos

Protocolo para siembra y conteo de bacterias Coliformes y E. Coli

- Tomar 0.1mL de muestra o su dilución y descargar en el medio de cultivo cromogénico.
 - Distribuir homogéneamente la muestra utilizando el rastrillo.
 - Tapar la placa e invertirla.
 - Incubar por 24 hs a temperatura de 35-37°C.
 - Contar como colonias de E. Coli las de color azul oscuro- violeta y de coliformes fecales las de color rojo-rosa
 - Calcular el número de ufc/mL de acuerdo a:
 - **E. coli**
 - $\text{ufc/mL} = \text{N}^\circ \text{ de colonias} \div (0.1 \times \text{factor dil})$
 - **Coliformes totales**
 - $\text{ufc/mL} = \text{N}^\circ \text{ de colonias (E. Coli+ coliformes)} \div (0.1 \times \text{factor dil})$
- Importante:** El rastrillo debe esterilizarse previo a su uso. Para ello se moja con alcohol al 90% se flamea a la llama y se deja enfriar.

Protocolo para enriquecimiento de muestras para detección de Salmonella e identificación

Enriquecimiento

- Tomar 1mL de muestra y descargarlo en un tubo conteniendo RVS
- Tapar e incubar por 24 h a 41°C.

Siembra e identificación

- Tomar un anza quemarla en la llama y dejar enfriar.
- Introducir en el tubo de RVS que contiene la muestra
- Sobre un cuarto de la placa extender el contenido del anza con movimiento de zigzag.
- Quemar nuevamente el anza y enfriar.
- Girar levemente la placa en sentido antihorario y sin volver a cargar el anza, tocar una punta del extendido anterior y volver a extender con movimiento de zigzag.

- Repetir lo anterior hasta extender en los 4 cuartos de la placa pero ahora sin necesidad de tocar los extendidos previos.
- Tapar e incubar por 24 hs a 41°C.
- Observar, considerar positiva la presencia de Salmonella si se observan colonias de color oscuro.

Importante: Recordar que se está trabajando con muestras conteniendo microorganismos potencialmente dañinos para la salud. Trabajar con guantes descartables, con el mechero encendido y con responsabilidad.

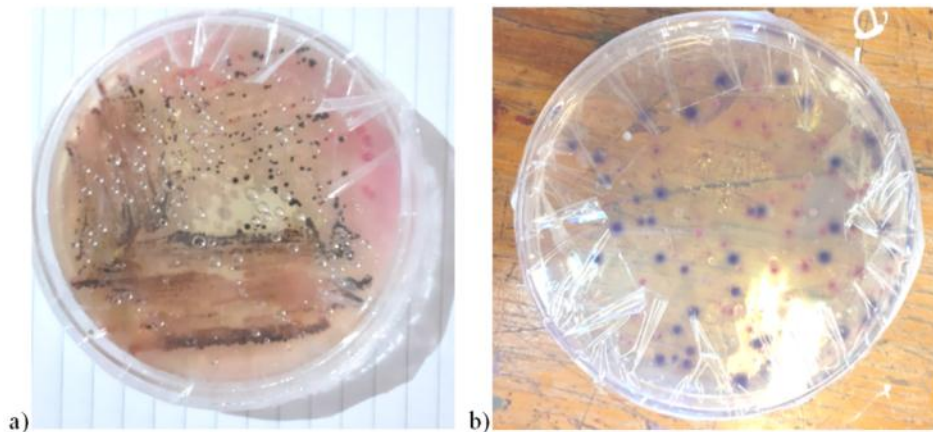


Figura 3. a) Salmonella sp. b) Coliformes totales (color rosado) y E. coli (color violeta). Fuente: elaboración propia.

Análisis de los Resultados

Entrevista: Preguntas cerradas

En la tabla 1 se presentan los resultados de las preguntas cerradas 1, 2, 3, 4 y 5, de acuerdo a las franjas etarias (tabla 2) y de la pregunta 6 (tabla 3). Se observa que para las preguntas 1 y 2 el resultado es 100% afirmativo independientemente de la franja etaria, mientras que para la pregunta 4 el resultado fue 100% negativo. En las otras preguntas los resultados fueron variables.

Tabla 1. Resultados de preguntas cerradas 1, 2, 3 4 y 5.

	Pregunta1			Pregunta2			Pregunta3			Pregunta4			Pregunta 5		
	Si	no		si	no	N/C	Si	no		si	No	N/C	si	No	N/C
Franja (1)	100%			100%			67%	33%		100%			67%	33%	
Franja (2)	100%			100%			100%			100%				100%	
Franja (3)	100%			100%			100%			100%			100%		

Nota: Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Resultados de pregunta cerrada 6

PREGUNTA 6: ¿A quien atribuye la responsabilidad de la contaminación?										
	Deshechos de fabricas		Desechos arrojados por la poblacion adyacente al arroyo		Desechos arrojados por la poblacion que vive alejada del arroyo		Todas las anteriores		Otras	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Franja (1)	100%		100%		100%					
Franja (2)	50%						50%			
Franja (3)	100%		100%		100%					

Nota: Fuente: elaboración propia.

Entrevista: Preguntas abiertas

Pregunta 7: ¿Qué cambios crees que ha traído a la población del Cerro la contaminación?

Franja (1): Entre los tres entrevistados hubo variedad de respuestas: dos de ellos afirman que la pesca que anteriormente se realizaba con normalidad, en la actualidad esto sería impensable. El que resta afirma que el arroyo ya no se aprecia como antes, debido a la contaminación que presenta.

Franja (2): Como está contaminado, el razonamiento de las personas es seguir contaminando. Eso causa el disgusto de las personas al pasar por allí. Otra persona expresa que los cambios han sido muchos, hace 30 años había más fábricas que se han ido cerrando como Gas Sayago.

Franja (3): No han percibido cambios en el arroyo, ya que siempre lo han percibido contaminado, pero si perciben que año a año aumenta su deterioro, pero destacan que se han hecho limpiezas por parte de agrupaciones y del Municipio, pero pese a estas acciones no ha habido mejoras. Expresan que el cambio que ha habido es un fuerte hedor.

Pregunta 8 ¿Qué acciones concretas se podrían realizar para ir produciendo un cambio positivo en el arroyo y en el colectivo social?

Franja (1): La acción principal que se propone es la concientización de la población por unanimidad.

Franja (2): Proponen mejorar el cauce para que se puedan realizar actividades acuáticas como canotaje u otros. Limpiar y crear espacios para comenzar a disfrutar el entorno como bancos, juegos infantiles, equipamiento para ejercicios físicos, etc. Comenzar por una ley que prohíba tirar desechos de fábricas y domiciliarios al arroyo. Informar a la gente. Organizar salidas de recolección de basura.

Franja (3): La totalidad de esta franja etaria opina que la educación y la concientización desde corta edad es la mejor acción, pero que sigue siendo importante la limpieza frecuente del arroyo.

Monitoreo del agua

En las tablas presentadas en el anexo 4 se muestran los valores promedios obtenidos en cada una de las estaciones de monitoreo en los diferentes muestreos y los valores estándar para calidad de agua **clase 3**⁶. Debido a que no todos los parámetros medidos aparecen en dicho decreto se agregó también los Valores Máximos Permitidos VMP para el agua potable (extraídos de la Norma UNIT 833:2008).

Discusión de los resultados

Monitoreo de agua

La turbidez en la Bahía del Cerro (anexo 4) está por encima del valor máximo permitido para aguas de calidad 3 (decreto 253/79), lo cual indica mayor cantidad de sólidos en suspensión. Este hecho favorece la proliferación de bacterias. El mayor valor de turbidez del arroyo Pantanoso se obtuvo en la estación de monitoreo 2 (PTI), lo cual es coherente debido a que las fábricas vierten allí sus desechos y también se pueden observar viviendas en las orillas y gran cantidad de residuos domiciliarios. La conductividad eléctrica es muy elevada en la Bahía esto se debe probablemente a la proximidad con el Río de la Plata cuyas aguas se mezclen con el agua de importante nivel de salinidad del océano Atlántico. El color verdadero se encuentra en todas las estaciones bastante alejado del VMP, lo cual indica un número importante de sólidos disueltos en el agua, producto de desechos domiciliarios, de fábricas y de empresas. Los TDS se encuentran cercanos y por encima del VMP, lo que demuestra una concentración considerable de compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos en el agua de un tamaño menor a 1,5 µm. Los valores de coliformes obtenidos (anexo 6), expresados como ufc/100 mL, se encuentran muy alejados de la media aritmética, la cual representa el valor mínimo permitido según los estándares considerados.

Los valores obtenidos son coherentes con los resultados presentados en el informe de 2017 del MVOTMA, en el informe de 2017. Si bien los valores no son idénticos debido a causas experimentales y a que no corresponden al mismo periodo de tiempo, en ambos casos los resultados caen fuera de los límites aceptables.

De los resultados obtenidos (anexos 4, 5 y 6), se entiende que la población de la zona se expone a un riesgo sanitario importante como consecuencia de la contaminación del arroyo y la bahía y además no tiene la posibilidad de hacer uso recreativo de las aguas. Para Baldi, G y García, E (2005, p. 10): “El ambiente es un fenómeno de alta complejidad, y las relaciones de éste con la salud y la calidad de vida de las personas han adquirido una trascendencia cada vez mayor. La relación del hombre con la Naturaleza y del Ambiente con la Salud también incide directamente sobre la calidad de vida del hombre”.

⁶ Decreto 253/79. CLASE 3 "Aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyo producto no se consume en forma natural o en aquellos casos que siendo consumidos en forma natural se apliquen sistemas de riego que no provocan el mojado del producto". https://www.dinama.gub.uy/rlau/index.php?option=com_docman&view=download&alias=32-decreto-25379&category_slug=nacional&Itemid=124

Encuestas-adultos

El 63% de los adultos encuestados expresan que la causa de la contaminación del agua se debe a los desechos industriales vertidos en ella y 53% a las conductas inadecuadas de las personas (fig. 4). Un 43% manifiesta preocupación por el futuro del arroyo, argumentando que lo ven como un “foco infeccioso”.

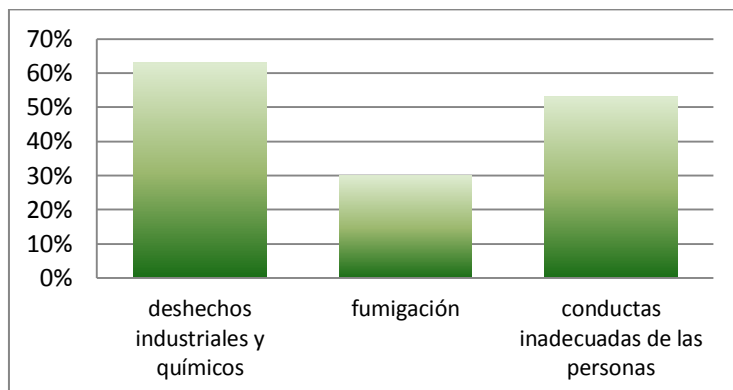


Figura 4. Principales causas de la contaminación del agua según tutores de alumnos de escuelas N° 29 y N° 95 de Montevideo. Fuente: elaboración propia.

En cuanto a las medidas a tomar para disminuir el grado de contaminación del arroyo (figura. 5), las más relevantes en cuanto a su cantidad fueron: “educar a las empresas” (47%), “hacer una limpieza a fondo” (43%) y “concientizar a la población” (57%). El 87% de las personas poseen un sentido de pertenencia hacia el Pantanoso y la Bahía (figura 6). Estos resultados evidencian preocupación por el problema analizado en este proyecto.

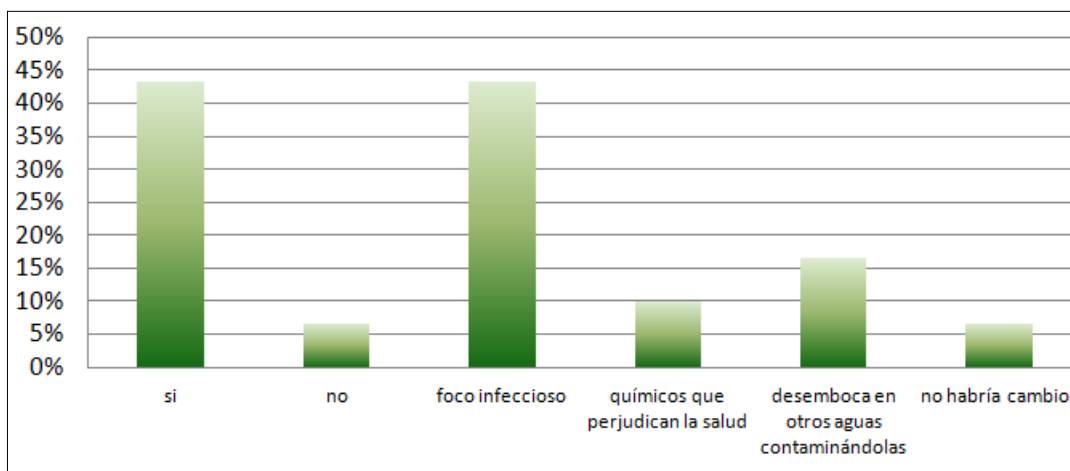


Figura 5. Preocupación por el futuro del arroyo en tutores de alumnos de escuelas N° 29 y N° 95 de Montevideo. Fuente: elaboración propia.

Dado que las personas encuestadas pertenecen al entorno del arroyo era de esperar que tuvieran cierto conocimiento respecto al tema analizado. Se observa que la mayoría de los encuestados asocian la contaminación a las industrias y no al ambiente doméstico quizás por la diferencia de proporciones en cantidades de residuos producidos por unos y otros.

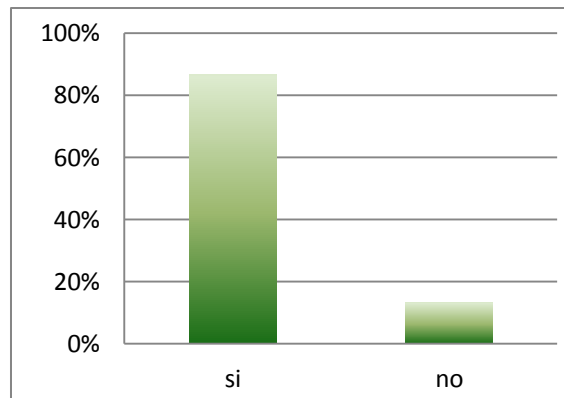


Figura 6. Sentido de pertenencia en tutores de alumnos de escuelas N° 29 y N° 95 de Montevideo.

Fuente: elaboración propia.

Encuestas-niños

La totalidad de los niños encuestados manifiestan tener conocimiento de la contaminación del arroyo. Un 96% de los niños considera que la contaminación del agua del arroyo proviene de arrojar basura domiciliaria y un porcentaje muy pequeño, 4% considera que proviene de los desechos de las fábricas. El 100% es consciente de que la contaminación afecta sus vidas. Un porcentaje no menor 38% expresa tirar basura directamente al arroyo. Un 67% opina que se mejoraría esta situación limpiando y no arrojando basura. Se muestran optimistas cuando expresa el 79% que es posible detener la contaminación y que para esto sería necesario concientizar a la población.

Entrevistas

Independientemente de la franja etaria la totalidad de las personas entrevistadas es consciente de la contaminación del agua del arroyo, de la disminución de la fauna y la flora de que no se pueden desarrollar actividades recreativas con el actual estado de contaminación. Aproximadamente un tercio de la primera franja etaria considera que el agua que consume no es potable. Los cambios en el arroyo que trajo la contaminación difieren de una franja a la otra, la franja de 20 a 30 años se refiere a la pesca que es actualmente impensable y a modificaciones en la apariencia, la franja de 30 a 50 años, se refieren al cerramiento de las fábricas la tercera franja, de 50 a 70 años observan un aumento en el deterioro y mayor hedor. Con respecto a las acciones que se deberían llevar a cabo para producir un cambio positivo las tres franjas etarias priorizan la educación la concientización.

Conclusión

Finalizado el cronograma de actividades, los parámetros físicos-químicos y biológicos que determinan la calidad del agua, muestran un alto nivel de contaminación de las aguas del arroyo Pantanoso y la Bahía del Cerro, siendo estos últimos superiores a los hallados a las estaciones analizadas del arroyo. Esto coincide con la hipótesis realizada en la que se plantea que la mayor contaminación de la bahía se debe a que es un lugar donde desembocan varias aguas residuales, por lo tanto, es la estación con más residuos y contaminación.

El alto grado de contaminación de estas aguas tiene un fuerte impacto en la calidad de vida de la población asentada en el entorno adyacente a estos cursos

acuáticos. El impacto se manifiesta no solo a nivel de la salud, sino también en el desarrollo de la vida cotidiana. La imposibilidad de explotar este recurso acuático también implica pérdida de fuentes laborales lo que tiene consecuencias negativas a nivel económico y social, como se manifiesta en las entrevistas, el hombre es responsable en gran medida de la situación actual originando una problemática que afecta a la misma sociedad. Considerando la teoría de Parsons (1976), puede afirmarse que el hombre vive en una sociedad disfuncional ya que varios de los subsistemas que la componen están fallando en su función. El medioambiente como subsistema se ve afectado por la acción del hombre y a su vez su disfunción. Impacta sobre la misma sociedad, en este caso principalmente sobre una población importante en número y además vulnerable. Resignificar el arroyo, implica asumir el papel que el hombre juega en el estado actual de la contaminación y trabajar para cambiar dicha situación.

El arroyo Pantanoso y la Bahía del Cerro tienen altos niveles de contaminación tanto fisicoquímico como bacteriológico y las personas que viven en la zona del arroyo y que fueron encuestadas se identifican con este entorno físico (87% sentido de pertenencia).

A partir de los resultados obtenidos se hace necesario dar a conocer la información además de trabajar para promover la concientización de la población sobre la problemática analizada. Considerando los resultados obtenidos en las encuestas y entrevistas, la población en general cree que la educación y la concientización, son indispensables para revertir la situación actual. En este entendido, se plantea la realización de talleres dirigidos a las escuelas (con los estudiantes y sus padres), no solo para hacerles una devolución de lo indagado y si no para compartir los resultados obtenidos, tanto de los parámetros medidos del agua como los resultados de las encuestas, así como también para trabajar en pro del desarrollo de una conciencia ambiental. Se considera además importante compartir esta información científica y social, tanto con grupos ambientalistas, como con las autoridades competentes, así como repartir copias de la investigación en bibliotecas liceales de los barrios aledaños al arroyo. Se piensa que es a través de la divulgación de esta información que lleve a la reflexión, puede lograrse hacer visible lo invisible que parece estar naturalizado en la comunidad toda.

También se plantea como continuación del presente trabajo, un proyecto de investigación que, siguiendo la línea actual, pueda analizar en profundidad, la incidencia que los distintos actores sociales tienen en la contaminación, con el objetivo de delinear estrategias que puedan promover mejoras en la calidad del agua del arroyo y la bahía.

Agradecimientos

Por la valiosa contribución a este proyecto, la disposición y por generosamente compartir con nosotros sus conocimientos, les damos las gracias a: Director del liceo N°61 Prof. Álvaro Guillén, Subdirectora del liceo N°61 Hebe Alvarez, Prof. Ads. Alejandra Lanne, Prof. Ricardo Esteban, Asesora Científica Luisina Da Costa del laboratorio Biriden S.A. y Veterinaria Rosina Fernández del laboratorio Aravanlabs.

Referencias bibliográficas

- Ardila, R. (2003). Calidad de vida: una definición integradora. *Revista Latinoamericana de Psicología*, vol. 35, núm. 2, pp. 161-164 Fundación Universitaria Konrad Lorenz Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/805/80535203.pdf>
- Baldi, G. García, E. (2005) Calidad de vida y medioambiente. La psicología ambiental. *Revista Universidades*, N.º 30. México.
- Centro virtual de información del agua. (2017). *Estructura molecular del agua*. Recuperado de: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/07/Que-es-Estructura-molecular-del-agua.jpg>
- Facultad de Ingeniería IMFIA. *Parámetros de calidad de agua*. Recuperado de: <https://www.fing.edu.uy/imfia/>
- Facultad de Ingeniería IMFIA. *Potabilización de aguas*. <https://www.fing.edu.uy/imfia/>
- Grupo de la OMS sobre la calidad de vida. (1996). La gente y la salud. ¿Qué calidad de vida? *Foro mundial de la salud*. Volumen 17. Recuperado de: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/55264/WHF_1996_17_n4_p3_85-387_spa.pdf?sequence=1
- IMM (2017). *Plan parcial del arroyo Pantanoso*. Recuperado de: <http://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/memoriadeordenacion.pdf>
- IMM (2017). *Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua de Montevideo*. Recuperado de: <http://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/informeannualarroyos2017.pdf> - <https://www.tecnicaldefuturo.com/product/tubo-medidor-turbiedad/>
- IMTA. (2008). *Propiedades Físicas del Agua*. Recuperado de: http://www.atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=293:fisica&catid=72:ciencias-naturales&Itemid=480
- Manrique, F., Manrique, D.A., Manrique, R.A. y Tejedor, M.F. (2007). Contaminación de la cuenca alta del Río Chicamocha y algunas aproximaciones sobre la salud humana. *Revista Salud historia y sanidad*. 2(1):03 – 13. Recuperado de: <http://agenf.org/ojs/index.php/shs/article/view/112/110> - <https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp5322173.htm>
- MIDES. (2013). *Informe cuenca del arroyo Pantanoso*. Dirección Nacional de Evaluación y Monitoreo. Recuperado de: <http://dinem.mides.gub.uy/innovaportal/file/95566/1/informe-cuenca-pantanoso.pdf>
- MVOTMA. *Plan Nacional de Aguas*. Recuperado de: <http://www.mvotma.gub.uy/politica-nacional-de-aguas/plan-nacional-de-aguas>

- ONU. (2019). *Agua*. Recuperado de: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>
- Orellana, D. (2015). *Determinación de la calidad del agua y su impacto en la salud y calidad de vida de los habitantes del caserío San Sebastián, municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de La Unión*. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/7415540/--universidad-de-el-salvador>
- PARLAMENTO DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY: Ley N° 19.175 Recursos Hidrobiológicos; Ley N.° 18610 (2009); Ley N.° 16170; Ley N°14859; Ley N.° 9155.
- Parsons, T. (1968). *La Estructura de la Acción Social*. Ediciones Guadarrama: Madrid.
- Parsons, T. (1982). *El Sistema Social*. Editorial Alianza: Madrid
- Parsons, T. (1999). *El sistema Social*. Madrid, Alianza.
- Soluciones Medioambientales y Aguas, S.A. (s/f). *Sustancias contaminantes y sus efectos en la calidad del agua*. Recuperado de: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/sustancias-contaminantes-y-sus-efectos-en-la-calidad-del-agua>
- Utah State University. (2016). *Turbidity Tube Conversion Chart*. Recuperado de: <https://extension.usu.edu/utahwaterwatch/monitoring/field-instructions/turbidity/turbiditytube/turbiditytubeconversionchart>
- Turkel, G. (1990). El debilitamiento de las tensiones: Parsons acerca del individuo y la sociedad. *Estudios Sociológicos VIII*: 24. Recuperado de: <https://estudiossociologicos.colmex.mx/index.php/es/article/view/1135>

Anexos

Anexo 1. Preguntas realizadas en encuesta a alumnos de 5to y 6to de las escuelas N° 30 y N° 95 de Montevideo

1. ¿Crees que hay contaminación en el Arroyo Pantanoso?
2. ¿De dónde piensas que viene dicha contaminación?
3. ¿Crees que la contaminación afecta en tu vida?
4. ¿Alguna vez arrojaste algún desecho al Arroyo? ¿O conoces a alguien que sí lo haya hecho? En caso de que sí, ¿Por qué?
5. ¿De qué forma se desechan los residuos en tu hogar?
6. ¿Tienes conocimiento del mal que se causa al arrojar basura en el Arroyo?
7. ¿Para ti, es posible la detención de la contaminación?
8. ¿Qué harías para cambiar el estado del Arroyo Pantanoso?
9. ¿Tienes alguna idea de los peligros que conlleva el vivir en las inmediaciones de un Arroyo afectado como lo es este?

Anexo 2. Preguntas realizadas en encuesta a padres o adultos a cargo de los alumnos (escuelas N° 30 y N° 95 de Montevideo)

1. Para usted, ¿Cuáles cree que son las principales causas de la contaminación del agua hoy en día?
2. ¿Cree usted que el agua que llega a su hogar es agua potable? (Seleccione entre las siguientes opciones) Sí, es potable. No, no es potable.
3. ¿Tiene conocimiento del daño que se le causa al Arroyo Pantanoso No Sí
4. ¿Conoces a alguien que arroje o haya arrojado desechos al Arroyo Pantanoso, ya sea de una forma directa, como indirecta (por ejemplo, tirando residuos en las calles y que estos lleguen al Arroyo)? Sí, conozco gente que lo ha hecho. No, no conozco a nadie que lo haya hecho.
5. ¿En su opinión es preocupante el futuro del Arroyo Pantanoso? Sí, porque. No, porque.
6. ¿Cree que de alguna forma el Arroyo Pantanoso representa nuestro barrio? Sí No
7. ¿Usted sabía que antes la gente se bañaba en el Arroyo? Sí No
8. ¿En su opinión, cuáles serían las medidas adecuadas para la disminución de la contaminación de dicho Arroyo?
9. ¿Le gustaría que cambie el paisaje del entorno del Arroyo? Sí No No es de mi interés.
10. ¿Para usted la contaminación de estas aguas de alguna manera le afecta a las personas que viven en las inmediaciones del Arroyo? Si es así ¿En qué sentidos cree que le afectan?
11. ¿Hoy en día usted iría a pescar al Arroyo? Sí, iría a pescar. No, no creo que esté en condiciones para dicha actividad.
12. ¿Qué cree acerca de la contaminación que generan algunas empresas?
13. ¿Qué medidas tomaría usted si integrara un organismo del estado encargado de los recursos hídricos, para disminuir el grado de contaminación del Arroyo?

Anexo 3. Preguntas realizadas en las entrevistas

Preguntas cerradas

1. ¿Considera que el arroyo Pantanoso se encuentra contaminado? SÍ NO
2. ¿Percibe que se ha perdido la flora y la fauna existente en el arroyo? SI NO N/C
3. ¿Cree usted que el agua que consume en su hogar es potable? SÍ NO
4. ¿Piensa que se pueden realizar actividades recreativas en el arroyo, como natación, pesca recreativa, disfrutar con familia y/o amigos a orillas del arroyo? SI NO N/C
5. ¿Cree que somos conscientes de los cambios ecológicos y sociales que produce dicha contaminación? SI NO N/C
6. ¿A quién le atribuye la responsabilidad de la contaminación?

Preguntas abiertas

7. ¿Qué cambios crees que ha traído a la población del Cerro la contaminación?
8. ¿Qué acciones concretas se podrían realizar para ir produciendo un cambio positivo en el arroyo y en el colectivo social?

Anexo 4. Resultados de los parámetros físicos y químicos. Fuente: elaboración propia.

Parámetros Físicos	Unidad	Promedio de valores extraídos E1	Promedio de valores extraídos E2	Promedio de valores extraídos E3	Promedio de valores extraídos Bahía	VMP	Valores Standard para aguas Calidad 3 (Decreto 253/79)	Observaciones
Temperatura	°C	15,7	14,3	14,7	16,1	25°C	--	Afectación de la solubilidad del oxígeno en el agua
Conductividad Eléctrica (CE)	μS/cm	6874	3806	1166	13987	2000 (a 20°C)	--	Si el valor es > 1300μS/cm o ≤2000 μS/cm a 25°C hay que medir TDS
Turbidez	NTU	55	39,7	13,3	53,3	1,0	Máx.50	En el caso del agua potable es a la salida del tratamiento
Color verdadero	U Pt-Co	120	137	47	150	15	--	--
Parámetros Químicos	Unidad	Promedio de valores extraídos E1	Promedio de valores extraídos E2	Promedio de valores extraídos E3	Promedio de valores extraídos Bahía	VMP	Valores Standard para aguas Calidad 3 (Decreto 253/79)	Observaciones
Dureza CaCO ₃	mg/l					500	--	Se establece teniendo en cuenta las propiedades sensoriales del agua
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/l					5,0	Mín.5,0	Afectación de los organismos aerobios y fauna bentónica
Sólidos totales disueltos (TDS)	ppm	1262	1908	878	1285	1000	--	--
PH	U de PH	6,73	6,62	6,72	7,20	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	Afectación de los procesos físico-químicos-microbiológicos

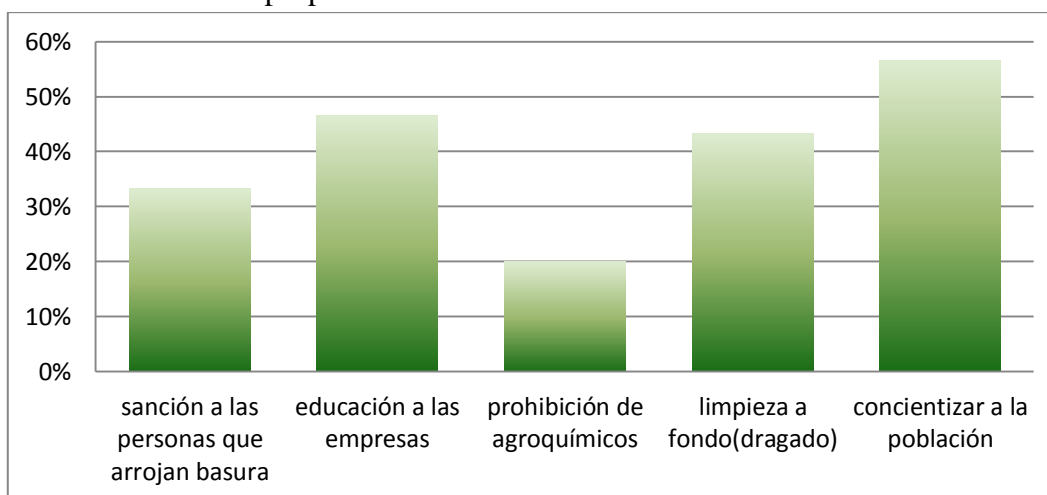
Anexo 5. Resultados de los parámetros organoléptidos. Fuente: elaboración propia.

Parámetros Organoléptidos	Unidad	E1	E2	E3	Bahía del Cerro	VMP	Valores Standard para aguas Calidad 3 (Decreto 253/79)	Observaciones
Olor	--	No se percibe	No se percibe	Fétido	Fétido	Ausencia de olor extraño	No perceptible	Característico
Sabor	--	--	--	--	--	Ausencia de sabor extraño	--	Característico

Anexo 6. Resultados de los parámetros microbiológicos. Fuente: elaboración propia.

Parámetros de control Microbiológico	Unidad	E1 Media aritmética	E2 Media aritmética	E3 Media aritmética	Bahía del Cerro Media aritmética	VMP	Valores Standard para aguas Calidad 3 (Decreto 253/79)	Observaciones
Escherichia coli	ufc/100ml	3000	23000	19000	3000	Ausencia en 100ml	“No se deberá exceder el límite de 2000 CF/100 mL en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de 1000 CF/100 mL”	La media aritmética fue realizada con dos resultados debido a que en el primer muestreo no se contaba con las placas de Petri con los medios de cultivo diferenciados
Coliformes fecales	ufc/100ml	15000	29000	31000	56000	Ausencia en 100ml	1000	“
Coliformes Totales	ufc/100ml	18000	54000	40000	59000	Ausencia en 100ml	1000	“

Anexo 7. Gráfico de medidas a tomar para disminuir el grado de contaminación del agua. Respuestas de tutores y alumnos de escuelas N° 29 y N° 95 de Montevideo. Fuente: elaboración propia.



Anexo 8. Póster presentado en la Feria Nacional de Clubes de Ciencias 2018(versión en español)



9. SorbEATos: cambiando el presente, creando el futuro

Estudiantes

Micaela Abelenda, Fantino Barraco, Pía Basso, Josefina Cot, Martina Enciso, Aldana Fiori, Valentina García, Martina García, Lucía Gomendio, Ignacio Heredero, Agustín Laino, Gastón Moreno, Lucila Olguín, Juance Pastorini, Agustín Pérez, Agustín Piedrabuena, Juan Marcos Pimienta y Lucas Rodríguez.

Profesora Orientadora

Antonella Bóveda Llanes

Liceo Florida High School

Florida, Florida

Resumen

El ser humano es un consumidor que desecha gran parte de lo que usa en muy poco tiempo, esto tiene un efecto directo sobre los ecosistemas porque atenta contra la biodiversidad poniendo en peligro recursos naturales y ambientes. El plástico es uno de los materiales más utilizados en nuestra vida cotidiana, por ejemplo, en sorbitos de bebidas los cuales se desechan luego de un único uso. En el mercado mundial existen sorbitos biodegradables dulces y saborizados pero no sorbitos salados, los sorbitos salados comestibles surgen como una alternativa sustentable pero, ¿qué eficacia, durabilidad y aceptación tendrá un sorbito comestible salado que pueda además ser consumido por personas celíacas? A partir de esta pregunta investigable surge este trabajo que intenta concientizar a la población sobre el volumen de residuos que generan los sorbitos y proponer una alternativa sustentable para reducir el uso de plástico, pero esta vez en una alternativa salada y que pueda ser consumida por personas celíacas. Se cuantificó la durabilidad y viabilidad de los sorbitos, así como el sabor de las bebidas luego de su uso. Estos sorbitos duran en promedio 45 minutos en la bebida y no alteran el sabor original de la misma. Si bien los residuos generados por sorbitos plásticos en la mayoría de los locales gastronómicos de la ciudad de Florida-Uruguay no representan un gran volumen con respecto al volumen total. Los sorbitos salados son una buena y eficaz alternativa para disminuir los residuos plásticos del Planeta.

Abstract

Human beings are consumers who discard much of what they use in a very short time. Our throwaway culture has a direct effect on ecosystems: it threatens biodiversity, endangering natural resources and the environment. One of the most used materials in our daily life is plastic, usually in drinking straws which are discarded after a single-use. Sweet and flavoured biodegradable straws are available worldwide, but there is not a market for salty ones. Edible salty straws emerged as a sustainable alternative, but what efficacy, durability and acceptance will a salty edible straw have, one that can also be consumed by people with celiac disease? This work derives from this researchable question; it tries to raise awareness of the volume of waste generated by drinking straws and it proposes a sustainable option to reduce the use of plastic, but this time with a salty alternative that can be consumed by people with celiac disease. The durability and viability of the straws were quantified, as well as the flavour of the drinks while using them. These straws last an average of 45 minutes in the drink and do not alter the drinks' original flavour. Although the waste generated by plastic straws in most of the gastronomic venues in the city of Florida does not represent a large volume in relation to the total volume produced, salty straws are an adequate and effective alternative to reduce plastic waste on the planet.

Palabras Clave

Sustentable, Biodegradable, Sorbitos comestibles, Plásticos, Residuos.

Introducción

El ser humano es un gran consumidor que desecha gran parte de lo que usa en muy poco tiempo debido a la falta de utilidad o caducidad. Esto tiene un efecto directo sobre los ecosistemas porque atenta contra la biodiversidad y con ello pone en peligro a los recursos naturales, los ambientes y a los seres vivos que en ellos habitan (Clermont, *et. al.*, 2000). Todos estos residuos llegan principalmente a los cursos de agua. En el mar, por ejemplo, cada año se encuentran alrededor de 8 millones de toneladas plásticas que tardan siglos en degradarse (Trowsdale *et al.*, 2011), perjudicando seriamente la salud de los ecosistemas acuáticos y la supervivencia de las especies que los pueblan; proyecciones indican que para 2020 la producción de plástico llegará a 500 millones de toneladas. Entre el 40% y 60% de las tortugas marinas ingieren plásticos y más de un millón de aves y 100.000 mamíferos marinos mueren cada año como consecuencia de todos los plásticos que llegan al mar (Greenpeace, 2018).

Los sorbitos plásticos son un ejemplo de utensilios que el hombre usa y desecha luego de un solo uso. El tiempo en deteriorarse de los mismos es de 200 a 500 años aproximadamente, se calcula que los primeros sorbitos patentados aún no se han terminado de descomponer y que debido al pequeño tamaño son uno de los contaminantes más peligrosos en el ambiente marino ya que se enredan en los animales y son frecuentemente consumidos por ellos (Parker, 2018).

De acuerdo a todo lo expuesto y como forma de contribuir al medio ambiente, basados en el contexto de la educación ambiental (Valli & Bustos, 2009), surge la siguiente pregunta investigable,

Pregunta investigable

¿Qué eficacia, durabilidad y aceptación presenta un sorbito comestible salado que sea apto para personas diabéticas y celíacas?

Objetivos generales:

- Concientizar a la población sobre el volumen de residuos que generan los sorbitos.
- Proponer una alternativa sustentable y comestible para reducir el uso de sorbitos plásticos.

Objetivos específicos:

- Investigar las características de los sorbitos comestibles salados disponibles en el mercado para implementar su fabricación
- Estimar la funcionalidad (tiempo/calidad) de los sorbitos comestibles en la bebida.
- Evaluar si existe cambio de sabor en las bebidas cuando se usan los sorbitos comestibles salados.

Hipótesis

- Es viable la creación de un sorbito comestible salado, que sea funcional y que pueda ser consumido por toda la población.

Marco teórico

En la actualidad existen en el mercado mundial sorbitos dulces y saborizados de: chocolate, fresa, lima, limón, jengibre, canela, manzana y el tradicional neutro (<http://ecoinventos.com/sorbos-pajitas-comestibles>) como alternativa biodegradable y comestible de los sorbitos plásticos. Esta alternativa ha sido muy bien adoptada en Europa y sería la solución a un gran problema ambiental. No obstante, estos sorbitos no tienen en cuenta a una gran parte de la población, las personas diabéticas.

El plástico es un polímero de etileno (C₂H₄), uno de los más comunes dentro de los polímeros obtenido de hidrocarburos de refinerías, usado para tubos, tuberías, láminas delgadas, empaquetados y envases de varios tipos entre otros usos. Sus principales características son: químicamente poco reactivo, resistente y flexible en un amplio margen de temperaturas y muy buen aislante eléctrico (Lahore, 2002). Un estudio de la Agencia de Protección Ambiental de Dinamarca ha demostrado que en los productos elaborados con plásticos se utilizan al menos 132 sustancias problemáticas y perjudiciales, como las responsables de generar cáncer o problemas endócrinos (De Prada, 2015). Sin embargo, el plástico es uno de los materiales más utilizados en nuestra vida cotidiana, como por ejemplo en envases de comidas, botellas, sorbitos de bebidas, dispositivos electrónicos, electrodomésticos, bolsas, cepillos de dientes, envases de champú y acondicionador, envases de cremas de belleza, preservativos, neumáticos, etc. y en la mayoría de los casos son descartados luego de un único uso.

La diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce (OMS, s/f). El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglicemia, es decir, el aumento de azúcar en sangre (OMS, s/f); por lo que es de extrema necesidad en estas personas, para tener una buena calidad de vida, controlar entre otras cosas, el nivel de azúcar en sangre, evitando ciertos alimentos y realizar actividad física.

La enfermedad celíaca (EC), una enfermedad inflamatoria que actúa sobre el intestino delgado cuando un individuo, predispuesto genéticamente, ingiere trigo (Valli & Bustos, 2009), centeno, cebada y/o avena (Cassinelli, 2017; *com. pers.* Lombardo, 2019). Dicha inflamación se debe a un aplanamiento de la superficie del intestino que disminuye el área de absorción de los nutrientes y esto es lo que marca el grado de la enfermedad. La enfermedad se inicia, la mayoría de las veces en personas de dos años de edad, momento en que se introduce el trigo a su dieta, pero también puede iniciarse en adultos (Valli & Bustos, 2009; *com. pers.* Lombardo 2019). ACELU (Asociación de Celíacos del Uruguay) tiene un registro de más de 11.000 celíacos, pero la estimación es que son el 1% de la población, lo que equivale a 34.000 personas; demostrando esto, que no hay control de la enfermedad (Rapela, 2017) por lo que resulta de fundamental importancia contemplar también a estas personas a la hora de elaborar los sorbitos.

Metodología de investigación y materiales

Como primera etapa se realizó una encuesta a los principales locales de comida rápida y restaurantes de la ciudad de Florida, relevando sobre el uso de los sorbitos, su funcionalidad, eventual sustitución y los deshechos generados por los mismos (figura 1 y anexo 2). Con esto se recopiló información acerca del uso de los sorbitos no reutilizables en nuestra ciudad y se relevó la intención, por parte de los responsables de

los locales gastronómicos, de sustituir los sorbitos plásticos por alguna otra alternativa existente.

Encuesta:

1. ¿Ofrecen sorbitos? SI NO AVECES
2. En caso de no ofrecerlos ¿tienen stock de sorbitos si los clientes los solicitan?
3. Consideran que al final del día el volumen de residuos generados por sorbitos es:
 MUCHO POCO MÁS O MENOS
4. En el caso de ofrecerlos ¿pensaron en la posibilidad de sustituirlos?
5. En caso de no utilizar sorbitos ¿por qué no lo hacen?

Figura 1. Encuesta realizada a los principales locales de comida rápida y restaurantes de la ciudad de Florida, Uruguay. Fuente: elaboración propia.

Se creó una cuenta de Instagram @sorbeatos, donde se postearon además de la elaboración, testeo y producción de sorbitos, videos que informaban sobre los perjuicios al medio ambiente por el uso del plástico y datos interesantes acerca de la degradación y consecuencias negativas de los sorbitos plásticos.

En una segunda etapa se procedió a la elaboración de sorbitos comestibles salados (Figura 2) de acuerdo a la siguiente receta para obtener 40 sorbitos:

- 300g de harina integral
- 80g. de harina 0000
- 4 cda. aceite
- 1 taza de agua
- Semillas 40g de c/u: lino, chía, sésamo, girasol
- 1 cda. Orégano

En el caso de la preparación para celíacos usar únicamente 450g de harina “mezcla de 3 harinas para celíacos con goma guar”.

Modo de preparación:

- Se colocan todos los ingredientes en un bowl y se mezclan hasta obtener una masa moldeable no muy dura.
- Se envuelve un molde de madera cilíndrico de 5 mm en papel aluminio y luego se envuelve esto con la masa previamente estirada.
- Se retira el molde y se colocan los rollitos en una bandeja enharinada y se lleva a horno precalentado por unos 20 min aproximadamente.
- Antes de utilizar se retira el papel aluminio.

La elaboración de sorbitos para celíacos se realiza en ambiente totalmente higienizado y con utensilios libres de TACC (trigo, avena, centeno, cebada). Se realizó por parte de la orientadora y los alumnos un testeo de dichos sorbitos en las siguientes bebidas: agua con y sin gas, pomelo, cola, licuado de frutas y jugo de naranja. Teniendo en cuenta los siguientes aspectos: sabor original de la bebida en presencia del sorbito, durabilidad del sorbito en la misma, sabor y consistencia del sorbito al finalizar la bebida.



Figura 2. Elaboración de sorbitos. Fuente: Elaboración propia.

Luego de la elaboración de los sorbitos se procedió al testeado de los mismos en las diferentes bebidas, algunas de ella mostradas en la Figura 3, la cual deja ver el nivel de la bebida en el minuto cero del test y su correspondiente en el minuto 5.



Figura 3. Testeo. Sorbitos comestibles salados en diferentes bebidas (de izquierda a derecha): licuado de frutas, jugo de naranja, pomelo, cola; en el momento cero del testeado (a la izquierda) y a los 5 minutos del mismo (a la derecha).

Análisis de los Resultados

Los resultados obtenidos de las encuestas realizadas se presentan en el anexo 2. En la figura 4 se muestra el porcentaje de locales encuestados que ofrecen, o no, sorbitos plásticos a sus clientes. Se observó claramente que la mayoría de los locales los ofrecen aún sin que sus clientes los soliciten (figura 4). Aquellos locales en los cuales no se ofrecen sorbitos, cuentan con stock de reserva para ser proporcionados en caso de que sus clientes los soliciten.

En el segundo gráfico (figura 5) se visualizó la cantidad de residuos generados en dichos locales por causa de los sorbitos, donde la mayoría de los dueños o trabajadores de los locales consideraron que los sorbitos generan poco residuo en comparación al volumen total de basura generado en sus negocios.

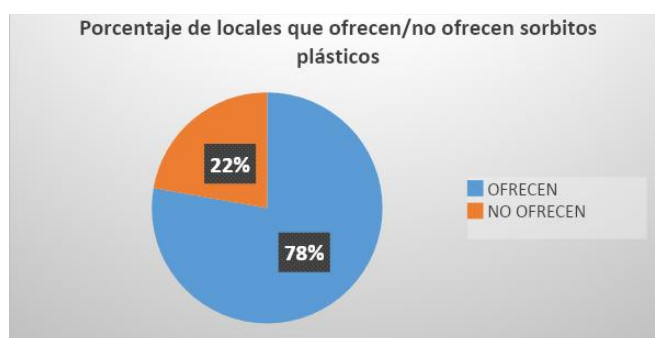


Figura 4. Relación, en porcentaje, de locales que ofrecen/no ofrecen sorbitos plásticos a sus clientes, en locales gastronómicos de la ciudad de Florida – Uruguay. Fuente: elaboración propia.

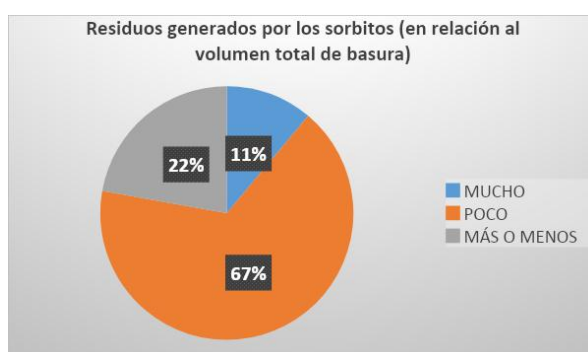


Figura 5. Cantidad de residuos generados por causa de los sorbitos en relación al volumen total de basura, en locales gastronómicos de la ciudad de Florida – Uruguay. Fuente: elaboración propia.

Si bien la mayoría de los locales no han pensado o no piensan sustituir sus sorbitos actuales por otros (figura 6), no descartaron la idea de incorporar alguna variación sustentable de los mismos. Siendo uno de esos locales el de mayor volumen de residuos de sorbitos plásticos.

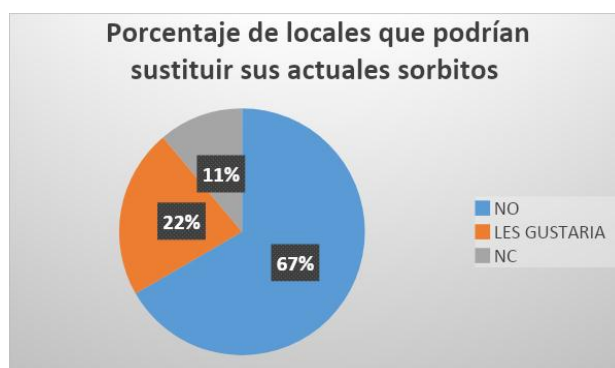


Figura 6. Porcentaje de locales que sustituiría o no sus actuales sorbitos, en locales gastronómicos de la ciudad de Florida –Uruguay. Fuente: elaboración propia.



Figura 7. Sorbitos elaborados. A la derecha sorbitos para celíacos a la izquierda sorbitos con harina de trigo. Fuente: elaboración propia.

Los resultados mostrados en la Tabla 2 demostraron que en todas las bebidas se obtuvo el mismo rendimiento con los sorbitos. Se mantuvieron enteros y sin perder su consistencia (Figura 8) hasta el minuto 45, en el caso de los sorbitos elaborados con harina de trigo, y hasta el minuto 30 (en promedio) en el caso de los sorbitos aptos para celíacos. Pasado este tiempo, los sorbitos comenzaron a ablandarse rápidamente y presentaron grietas y fisuras que dificultan la succión de la bebida (Figura 9). Algunos sorbitos elaborados con harina de trigo llegaron a mantenerse hasta 60 minutos.

Tabla 2. Resultados del Test realizado a cada bebida.

BEBIDAS	Agua con gas	Agua sin gas	Pomelo	Cola	Licuada	Jugo de naranja
Sabor original de la bebida en presencia del sorbitito	Se mantiene el sabor original en todas las bebidas testeadas.					
Durabilidad del sorbitito con harina de trigo	45 min		45 min	45 min	45 min	45 min
Durabilidad del sorbitito para celíaco	30 min		30 min	30 min	30 min	30 min
Sabor del sorbitito al finalizar la bebida	Se mantiene		Algo más dulce	Se mantiene	Más dulce	Más dulce
Consistencia del sorbitito al finalizar la bebida	En todos los casos testeados el sorbitito se torna de un color más claro a medida que pasa el tiempo y se va ablandando hasta que a los 45 min ya su consistencia se mantiene crujiente y apta para el consumo.					

Nota. Se introduce el sorbitito comestible salado en las bebidas y se prueba: sabor original de la bebida, durabilidad del sorbitito en la bebida, sabor y consistencia del sorbitito al finalizar la bebida. Fuente: elaboración propia.

En el proceso de uso los sorbitos fueron obteniendo un color más pálido y su sabor se tornó un sabor más dulce, sobre todo en aquellas bebidas en las cuales sus ingredientes eran o provenían mayormente de frutas, como el licuado.



Figura 8. Testeo de sorbitos salados. De izquierda a derecha a los 8, 15 y 20 minutos, respectivamente.
Fuente: elaboración propia.

Ninguna bebida cambió su sabor original en ningún momento del testeo y todos los sorbitos estaban aptos para el consumo al finalizar el mismo.



Figura 9. Final del testeo. En la imagen izquierda y central se muestra los sorbitos comestibles salados en las bebidas a los 40 y 60 minutos respectivamente. A la derecha se muestra un sorbito en el minuto 65.
Fuente: elaboración propia.

Considerando la importancia de la contaminación cruzada y los riesgos a la salud de las personas que presentan la EC, los sorbitos para celíacos fueron testeados por personas que presentan dicha enfermedad, los cuales corroboraron la posibilidad de consumo de los mismos.

Discusión de los resultados

La mayoría de los locales gastronómicos de la ciudad de Florida ofrecen sorbitos plásticos, ningún local ha eliminado totalmente el uso de los mismos. Esto podría reflejar una falta de conciencia sobre el uso de acciones sustentables para nuestro día a día. Además, las encuestas realizadas a los locales gastronómicos de la ciudad revelan que ninguno de ellos ha adoptado una medida sustentable para reducir el plástico de sus

instalaciones por lo que la alternativa planteada por este grupo puede resultar atractiva y viable.

Si bien es necesaria la concientización en este rubro ya que la mayoría de los locales no maneja esta alternativa o en ninguna otra de este tipo, algunos se mostraron abiertos a la propuesta e interesados en la misma. Además, la cuenta de Instagram recibió comentarios de diferentes usuarios acerca de la posibilidad de que el producto se vendiera y se mostraron interesados en la compra de los mismos.

La mayoría de los dueños o trabajadores de estos locales considera que el residuo generado por los sorbitos es poco o insignificante en relación al volumen total de basura generado en el mismo. De la misma manera aquellos locales que consideraban que los sorbitos formaban parte de su gran volumen de residuos se mostraron receptivos e interesados frente a la idea de sustituir estos sorbitos por alguna alternativa sustentable.

De todos modos, se considera importante plantear esta alternativa como acción promotora de varias más que pueden surgir en el futuro y resaltar la importancia de que pequeñas acciones contribuyen a grandes cambios. Como alternativa a futuro, la receta de los sorbitos puede ser utilizada para otros utensilios de uso similar como, por ejemplo, varillitas o barritas de semillas que se usen como agitadores de bebidas en los casos de licuados.

Respecto a las bebidas que contenían sorbitos, todos los sabores se mantienen sin variación respecto del sabor original y los sorbitos se mantienen con consistencia y estructura por un tiempo razonable para lo que puede ser consumir un vaso de entre 300-500 ml. Además, a medida que el líquido es consumido, la altura del sorbito que queda sumergida disminuye y esto puede favorecer a una mayor durabilidad del mismo.

En aquellos sorbitos que no tenían ninguna pérdida de aire, debido a la ausencia de lugares sin masa, se consiguió succionar perfectamente y sin esfuerzo, tanto en aquellas bebidas espesas como en aquellas más líquidas.

Este trabajo plantea y realiza la alternativa, sin antecedentes, como forma de abarcar a la totalidad de la población ya que aquellas personas diabéticas y celíacas pueden hacer uso de los mismos.

Conclusión

Si bien los residuos generados por sorbitos plásticos en la mayoría de los locales gastronómicos de la ciudad no representan un gran volumen con respecto al total de desechos, los sorbitos salados son una buena y eficaz alternativa para disminuir los residuos plásticos ya que su durabilidad y eficacia fueron comprobados por un tiempo razonablemente suficiente.

Gran parte de la población encuestada no ha pensado en la incorporación de acciones sustentables a su rutina, pero se encuentran abiertas ante la posibilidad de adoptarlas..

Debido a su gran contenido de semillas estos sorbitos son una alternativa totalmente biodegradable y en caso de no ser consumido por las personas, servirán

como abono o podrán ser desechados y consumidos por otro animal, como aves o cerdos.

El tipo de bebida no influye en la eficacia de los mismos, sino que en algunos casos de bebidas más frutales puede modificar el sabor del sorbito al ser consumido, volviéndolo de un sabor un poco más dulce.

Referencias bibliográficas

- Cassinelli, J. (2017). Gluten oculto: alto riesgo para los celíacos. *Info Celíacos Uruguay* (21), 28-30.
- Clermont, I.; Rama, E. & Tedesco, J. (2000). Ecología. En: *¡Esto es vida!* (1^{ra} ed.). pp. 154-197. Montevideo – Uruguay: Editorial Monteverde.
- De Prada, C (2015). Plásticos 132 tóxicos. Recuperado de <http://www.economiasolidaria.org/noticias/plasticos-132-toxicos>
- Greenpeace. (2018). *Greenpeace pide acabar con los 13 millones de pajitas de plástico que se usan a diario en España*. Recuperado de: <https://es.greenpeace.org/es/sala-de-prensa/comunicados/greenpeace-pide-acabar-con-los-13-millones-de-pajitas-de-plastico-que-se-usan-a-diario-en-espana/>
- Lahore, A. (ed.) (2002). La biósfera y los compuestos orgánicos. En: *Química: un enfoque planetario*. pp. 167-197. Montevideo – Uruguay: Editorial Monteverde.
- OMS (s/f). *Diabetes*. Recuperado de: www.who.int/topics/diabetes_mellitus/es
- Parker, L. (2018). *Campaña contra el uso de sorbetes. Estrategias ambientalistas para librar a los océanos de los residuos plásticos*. Recuperado de: <https://www.nationalgeographic.com/medio-ambiente/2018/02/campana-contra-el-uso-de-sorbetes>
- Rapela, V. (2017). Encuentro en el Palacio Legislativo – Una ley necesaria. *Info Celíacos Uruguay* (22), 16-17.
- Trowsdale, A.; Housden, T & Meier, B. (2011). 5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta. *BBC*. Recuperado de <http://bbc.com/mundo/noticias-42304901>
- Valli, R. & Bustos, D. (2009). Acciones humanas distorsionantes. En: *Biología 3. Educación para la vida*. (1^{ra} ed.). pp. 22-40. Montevideo – Uruguay: Editorial Nuevamente Santillana.
- Valli, R. & Bustos, D. (2009). Estilos de vida saludables y no saludables. En: *Biología 3. Educación para la vida*. (1^{ra} ed.). pp. 54-69. Montevideo – Uruguay: Editorial Nuevamente Santillana.

ANEXOS

Anexo 1. Agradecimientos

Todos los integrantes de este club de ciencias queremos agradecer a:

El Liceo Florida High School por apoyarnos en este tipo de actividades y confiar en nuestro desempeño autónomo, reflexivo y crítico.

La familia de todos los integrantes de este club de ciencia que colaboraron y se comprometieron con este trabajo; especialmente al papá de Martina García, Martín, por donarnos la harina integral para la elaboración de los sorbitos y al papá de Martina Enciso, José Emilio, que colaboró en la impresión del poster.

El estudiante de gastronomía, Feliciano Cedrés por asesorarnos en la receta y elaboración de los sorbitos.

La Licenciada en Nutrición Luciana Lombardo, por su asesoramiento en cuanto a la elaboración de los sorbitos para celíacos.

Laura Lanza y Fanny Bosh por testear los sorbitos para celíacos a pesar de correr riesgos en su salud en el caso de que no estuvieran aptos para su consumo.

El carpintero Edgardo Catelluccio por elaborar los moldes para los sorbitos.

... agradecer a todos por su paciencia y buena disposición frente a nuestras reiteradas consultas.

Anexo 2. Respuestas a las encuestas

	Número de pregunta				
Local	1.	2.	3.	4.	5.
1	Si, se colocan directo en los tragos, licuados, jugos, etc.	No corresponde	Poca	Nunca se plantearon sustituirlos	No corresponde
2	Si	No corresponde	Más o menos. Depende del día de la semana, los fines de semana aumenta el volumen.	No	No corresponde
3	Si, solo para niños	Si	No mucha	No	No corresponde
4	Si.	No corresponde	Poca	Todavía no, pero nos gustaría sustituirlo por algo más sustentable.	No corresponde
5	Si.	No corresponde	El volumen de residuos es grande	No, pero nos gustaría sustituirlos por unos biodegradables.	No corresponde
6	No	Si	Poco	NC	No corresponde
7	Sí, pero solo se dan sorbitos a niños chicos o en jugos de naranja.	No corresponde	Muy poco	No	No corresponde
8	Si	No corresponde	Aproximadamente 10 por día porque solo se usa en licuados	No lo habían pensado	No corresponde
9	No	Si	Mínimos	No	No corresponde

Anexo 3. Análisis de Costos de Materiales

Materiales	Sorbitos con harina de trigo	Sorbitos para celíacos
Harina	\$ 30	\$ 70
Lino	\$ 3	\$15
Sésamo	-	\$15
Chía	\$26	\$15
Girasol	-	\$15
Agua	\$20	Insignificante
Aceite	\$ 1	Insignificante
Orégano	\$ 1	Insignificante
Total:	\$ 80	\$130
Rendimiento	40 sorbitos	12 sorbitos
Valor por sorbito	\$ 2	\$11

Anexo 4. Poster presentado en la feria de los Clubes de Ciencias



SorbEATos - cambiando el presente, creando el futuro.



Abelenda, Micaela; Barraco, Fantino; Basso, Pia; Cot, Josefina; Enciso, Martina; Fiori, Aidana; García, Valentina; García, Martina; Gomendio, Lucía; Heredero, Ignacio; Laino, Agustín; Moreno, Gastón; Oguín, Lucía; Pastorini, Juanece; Pérez, Agustín; Piedrabuena, Agustín; Pimentá, Juan Marcos; Rodríguez, Lucas.

Orientador: Antonella Bóveda Llanes – FLORIDA HIGH SCHOOL – FLORIDA, FLORIDA

Resumen:

El ser humano es un gran consumidor que desecha gran parte de lo que usa en muy poco tiempo, esto tiene un efecto directo sobre los ecosistemas porque atenta contra la biodiversidad poniendo en peligro a los recursos naturales, los ambientes y a los seres vivos que en ellos habitan. El plástico es uno de los materiales más utilizados en nuestra vida cotidiana, por ejemplo, en sorbitos de bebidas, los cuales se desechan luego de un único uso; se calcula que los primeros sorbitos patentados aún no se han terminado de descomponer ya que tardan alrededor de 300 años. Los sorbitos comestibles surgen como una alternativa sustentable ante éstos. En el mercado mundial existen sorbitos dulces y saborizados pero no sorbitos salados. Este trabajo intenta concientizar a la población sobre el volumen de residuos que generan los sorbitos y proponer una alternativa sustentable para reducir el uso de plástico, pero esta vez en una alternativa salada (sin antecedentes) y que además pueda ser consumida por diabéticos y celíacos. Se cuantificará la durabilidad y viabilidad de los sorbitos, así como el sabor de las bebidas luego de uso. Si bien los residuos generados por sorbitos plásticos en la mayoría de los locales gastronómicos de la ciudad de Florida-Uruguay no representan un gran volumen con respecto al volumen total de desechos. Los sorbitos salados son una buena y eficaz alternativa para disminuir los residuos plásticos del planeta, ya que su durabilidad y eficacia fueron comprobados por un tiempo razonablemente suficiente.

Introducción:

El plástico es uno de los materiales más utilizados en nuestra vida cotidiana, como por ejemplo en envases de comidas, botellas, sorbitos de bebidas, dispositivos electrónicos, electrodomésticos, bolsas, cepillos de dientes, envases de champú y acondicionador, envases de cremas de belleza, preservativos, neumáticos, etc. y en la mayoría de los casos son descartados luego de un único uso.

El tiempo en deteriorarse de los sorbitos plásticos es de 200 a 500 años aproximadamente y debido al pequeño tamaño son uno de los contaminantes más peligrosos en el ambiente marino ya que se enredan en los animales y son frecuentemente consumidos por ellos (<http://nationalgeographic.com>). De acuerdo con esto, las grandes cadenas de comida rápida internacionales han adoptado la medida de evitar el uso de los sorbitos plásticos en sus locales, contando solo con un stock de reserva en el caso de que el cliente lo solicite. Proyecciones revelan que, con esta iniciativa al cabo de un año, se podría reducir el volumen de plástico generado solo en Uruguay y Colombia en unas 300 toneladas aproximadamente (<http://nationalgeographic.com>).

En el mercado mundial existen sorbitos dulces y saborizados de: chocolate, fresa, lima, limón, jengibre, canela, manzana y el tradicional neutro (<http://ecoinventos.com/sorbos-pajitas-comestibles>) como alternativa biodegradable y comestible de los sorbitos plásticos. Esta alternativa ha sido muy bien adoptada en Europa y sería la solución a un gran problema ambiental. Pero, ¿qué pasa con las personas diabéticas y celíacas? Este club propone la creación de sorbitos comestibles salados que cumplan dicha función, minimizar el residuo plástico y ser apto para el consumo de toda la población. Estos sorbitos no existen tanto a nivel local ni internacional, por lo que la posibilidad de su elaboración surgió como una nueva alternativa.

Preguntas investigables

- ¿El sorbito salado no resiste largo tiempo en las bebidas?
- ¿El sorbito comestible salado mantiene el sabor original de la bebida?
- ¿Será posible crear una alternativa de dichos sorbitos para personas celíacas?

Objetivos generales:

- Concientizar a la población sobre el volumen de residuos que generan los sorbitos
- Proponer una alternativa sustentable y comestible para reducir el uso de plástico y que pueda ser utilizada por la mayor parte de la población.

Objetivos específicos:

- Elaborar sorbitos comestibles salados.
- Cuantificar la durabilidad de los sorbitos comestibles en la bebida.
- Testear el sabor de las bebidas cuando se usan los sorbitos comestibles salados.
- Proponer una alternativa comestible para personas con diabetes y enfermedad celíaca.

Metodología:

- Se realiza encuesta a los principales locales de comida rápida y restaurantes de la ciudad de Florida, cuestionando sobre el uso de los sorbitos, su funcionalidad y eventual sustitución y los desechos generados por los mismos.
- Se elaboran sorbitos comestibles salados de ambas variedades
- Se realiza un testeo de dichos sorbitos en las siguientes bebidas: agua con y sin gas, pomelo, cola, vodka con pomelo, daiquiri de durazno, licuado de frutas y jugo de naranja; teniendo en cuenta los siguientes aspectos: sabor original de la bebida en presencia del sorbito, durabilidad del sorbito en la misma, sabor y consistencia del sorbito al finalizar la bebida.

Encuesta

Ejemplo:
1. ¿CÓMO SON LOS SORBITOS? 10 SÍD ABECEES
2. ¿EN CUANTO TIEMPO SE DESHECHAN LOS SORBITOS EN LOS CLIENTES LOS SORBITOS?
3. ¿CÓMO SON LOS SORBITOS EN LA MAYORÍA DE LOS CLIENTES LOS SORBITOS?
4. ¿CÓMO SON LOS SORBITOS EN LA MAYORÍA DE LOS CLIENTES LOS SORBITOS?
5. ¿CÓMO SON LOS SORBITOS EN LA MAYORÍA DE LOS CLIENTES LOS SORBITOS?
6. ¿CÓMO SON LOS SORBITOS EN LA MAYORÍA DE LOS CLIENTES LOS SORBITOS?
7. ¿CÓMO SON LOS SORBITOS EN LA MAYORÍA DE LOS CLIENTES LOS SORBITOS?
8. ¿CÓMO SON LOS SORBITOS EN LA MAYORÍA DE LOS CLIENTES LOS SORBITOS?
9. ¿CÓMO SON LOS SORBITOS EN LA MAYORÍA DE LOS CLIENTES LOS SORBITOS?
10. ¿CÓMO SON LOS SORBITOS EN LA MAYORÍA DE LOS CLIENTES LOS SORBITOS?

Elaboración de Sorbitos



TODAS LAS FOTOS FUERON OBTENIDAS POR AUTORES DEL CLUB DE CIENCIAS RED-GREEN

Testeo



Resultados:

1 - Se realizan tres gráficos con las encuestas realizadas.





Gráfico 1. Referencia, en porcentaje, de locales que elaboran sorbitos comestibles salados y no salados, en locales gastronómicos de la ciudad de Florida - Uruguay.

Gráfico 2. Cantidad de residuos generados por cada uno de los sorbitos en relación al volumen total de bebidas, en locales gastronómicos de la ciudad de Florida - Uruguay.

Gráfico 3. Porcentaje de locales que sustituirá o no sus sorbitos, en locales gastronómicos de la ciudad de Florida - Uruguay.

2 - Resultados del Test realizado a cada bebida. Se introduce el sorbito comestible salado en las bebidas y se testea: sabor original de la bebida, durabilidad del sorbito en la bebida, sabor y consistencia del sorbito al finalizar la bebida.

BEBIDAS	Agua con gas	Agua sin gas	Pomelo	Cola	Licuado	Jugo de Naranja	Vodka con pomelo	Daiquiri
Sabor original de la bebida en presencia del sorbito	Se mantiene el sabor original en todas las bebidas testeadas.							
Durabilidad del sorbito con harina de trigo	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min
Durabilidad del sorbito para celíacos	30 min	30 min	30 min	30 min	30 min	30 min	30 min	30 min
Sabor del sorbito al finalizar la bebida	Se mantiene	Se mantiene	Algo más dulce	Se mantiene	Más dulce	Más dulce	Se mantiene	Más dulce
Consistencia del sorbito al finalizar la bebida	En todos los casos testeados el sorbito se torna de un color más claro a medida que pasa el tiempo y se va ablandando hasta que a los 45 min ya su consistencia se mantiene crujiente y apta para el consumo pero se dificulta la succión de la bebida ya que varias zonas de mismo presentan cortes y fisuras.							

10. Tras la huella de los indígenas

Estudiantes

Juana Fernández
Gastón Silva
Tomás Puerto
Agustina Parard
Maiah Rivero
Facundo Irrazabal

Prof. Orientadora

Sandra Cabrera Maureles

**Liceo Florida High School
Florida, Florida**

Resumen

El trabajo tuvo como objetivo investigar la presencia de herencia genética indígena, en todos los alumnos de bachillerato que asisten al Liceo Florida High School y en sus progenitores. El interés por la temática se inició con el estudio del material genético, los genes y su transmisión, así como la creencia popular, que nuestra población no tiene ascendencia indígena. De los estudios realizados en Uruguay por los antropólogos Mónica Sanz, Horacio Solla y Bernardo Bertoni, se desprende que en nuestro país existen muchos habitantes con ascendencia indígena, principalmente al norte del Río Negro. El trabajo de campo consistió en obtener la impresión de las huellas dactilares (dermatoglifos) de los alumnos de 4to, 5to 6to y de sus progenitores, donde se buscó el reconocimiento de un tipo en particular “verticilo”. Dicha característica está vinculada con la genética amerindia junto a otras características como lo son: el diente en pala y la mancha mongólica. Se formuló la pregunta: ¿Qué porcentaje de alumnos de Bachillerato del liceo Florida High School presenta dermatoglifos con verticilos? Se generó la siguiente hipótesis: Ninguno de los alumnos del Bachillerato presenta dermatoglifo con verticilo, característica que indica descendencia indígena. Se comprueba que el 53% de la muestra presenta verticilo en su huella dactilar, de los cuales el 54% son de sexo femenino y el 46% de sexo masculino, en los progenitores de los alumnos que presentan verticilos, el 62% de las madres y el 12% de los padres presenta la característica estudiada, mientras que el 26% no presenta esta característica. Este trabajo pretende ser una forma de promover la reflexión y la revalorización de nuestras raíces indígenas.

Abstract

The objective of this work was to investigate the presence of indigenous genetic inheritance in all the high school students who attend the Liceo Florida High School and their parents. Interest in the subject began with the study of genetic material, genes and their transmission, as well as with the hypothesis stemmed from popular belief that our population does not have indigenous ancestry. From the studies carried out in Uruguay by anthropologists Mónica Sanz, Horacio Solla and Bernardo Bertoni, it appears that in our country there are many inhabitants with indigenous ancestry, mainly north of the Río Negro. The fieldwork consisted of obtaining the impression of the fingerprints (dermatoglyphics) of the 4th, 5th and 6th-grade students and their parents, where the recognition of a particular type “whorl” was sought. This characteristic is linked to Amerindian genetics along with other features such as the shovel-shaped tooth and the Mongolian stain. The following question was asked: "What percentage of high school students at the Florida High School have dermatoglyphics with whorls?" Subsequently, this hypothesis was generated: "none of the high school students presents a dermatoglyphic with a whorl, a characteristic that indicates indigenous descent." It was verified that 53% of the sample present whorls in their fingerprints, of that 54 % are female and 46% male, regarding the parents who have whorls, 62% are mothers and 12% are fathers, while 26% do not present this characteristic. This work aims to be a way to promote reflection and reassessment of our native roots.

Palabras clave

Huellas digitales; Indígenas; Genes

Introducción

En nuestro Departamento existe la creencia de que los habitantes de este País no tenemos ascendencia indígena, solo seríamos descendientes de los conquistadores e inmigrantes que llegaron al Uruguay.

Pregunta investigable

¿Qué porcentaje de alumnos de Bachillerato del liceo Florida High School presenta dermatoglifos con verticilos?

Objetivo general

- Contrastar la creencia popular con la información obtenida en forma experimental, sobre la herencia biológica y sus orígenes en la muestra seleccionada.

Objetivo específico

- Indagar la presencia en las huellas dactilares del patrón verticilos, en los alumnos de Bachillerato del Liceo Florida High School, como una característica heredable de la población indígena.

Hipótesis

- Ninguno de los alumnos del Bachillerato presenta dermatoglifos con verticilo, característica que indica descendencia indígena.

Marco Teórico

Los primeros habitantes

América Precolombina fue un territorio constituido por diferentes regiones y antes de la llegada de los europeos existían “pueblos originarios”, de ellos surgieron diversos subgrupos. Con la llegada de los europeos a América en el siglo XV las diferentes etnias existentes comenzaron a tener un proceso de mestizaje (indígenas-europeos).



Figura 1. Localización de los indígenas en la Banda Oriental. Fuente: Pontet. (2003, p.27)

Al sur de estos territorios, pasados los años se formó una franja de tierra que fue habitada por determinados pueblos indígenas (luego se llamaría Banda Oriental).

Este proceso fue tardío en la región sur de América, ya que la llegada de los europeos por estos lados se dio hacia el siglo XVI y XVII. “En el siglo XVII, y paralelamente a la obra evangelizadora que llevaban los jesuitas...se desarrolló el primer germen de interculturación al conectar las características culturales chanáes, charrúas y europeas” (Pontet, 2003, p.27).

La población indígena en el Uruguay

El Uruguay siempre se ha definido como “un país sin indios” a diferencia de los países vecinos. Esta afirmación la comenzamos a escuchar en la escuela, continúa repitiéndose en la enseñanza media y aún en estudios terciarios, ya que en la mayoría de los textos de Historia es el discurso dominante. (Padrón -Favre, 1994) Sin embargo, cuando se investiga en la etnia de nuestra población, podemos afirmar que como grupo étnico puro no existe los indios, pero no se puede desconocer:

- a. que en una parte de la población corre sangre indígena
- b. que, en determinadas áreas, rurales especialmente al norte del Río Negro, esta influencia es o ha sido muy importante
- c. que el estudio de la psiquis, costumbres y creencias del hombre de nuestro campo revela la existencia de dicha influencia (Padrón- Favre,1994, p. 5).



Figura 2. Descendiente indígena. Fuente: Padrón -Favre. (1994, p. 125)

El trabajo de investigación sobre la herencia indígena de Sanz (1994) hace referencia a la temática, analiza la composición racial de la población uruguaya en un primer momento a partir de datos históricos y demográficos que hacen referencia a la raíz tri híbrida: la matriz indígena, a los inmigrantes caucásicos y a los africanos que llegaron en un inicio como esclavos. Los uruguayos son juntos a los argentinos, los habitantes más blancos de Sudamérica (Sanz, 1994, p.15). Se calcula en un 90% de la población actual caucásicos y el resto de mestizos, negros, mulatos, zambo. En otros análisis como el Darcy Ribeiro (1969) se habla de “Pueblo Trasplantado”, el cual surge de la mezcla genética entre los europeos, amerindios y africanos. Actualmente aceptamos (lo que es discutible) que hay un predominio caucásico en la población uruguaya principalmente en Montevideo, ya que es en la capital donde permanecen la mayor parte de los inmigrantes, sin embargo, no es así en el resto del país, hay un mestizaje dado por la mezcla de las diferentes razas antes nombradas.

Raíces de la población de Florida y presencia indígena

En la investigación realizada por nuestro coterráneo Alberto Cruz (Cruz 1994) sobre los primeros pobladores de nuestro departamento se analiza la composición poblacional y los principales flujos migratorios que ingresaron a este espacio. Dicha investigación tiene como insumo los registros de los casamientos del Pintado y la Villa de la Florida registrados por la Iglesia entre los años 1794 y 1820, así como el padrón del año 1835 que censa por primera vez a más de 4200 habitantes en lo que hoy es nuestro departamento. (Cruz, 1994).

La composición de esta población es triétnica, debido al flujo migratorio procedente de América, Europa y Asia. Los barcos con los inmigrantes anclaban en el puerto de Montevideo, el mayor número de inmigrantes europeo ingresa al país por ese punto, pero el gran contingente de migrantes lo hace por las fronteras secas siendo estos paraguayos, provincianos, indios minuanos y los procedentes de las misiones jesuíticas ubicadas al norte del actual territorio uruguayo, en un proceso continuo que abarca aproximadamente un siglo y medio, cuya procedencia es guaraní. Algunas de las causas que producen esta migración, son los enormes arreos de ganado hacia estancia y pueblos en la Banda Oriental, las estancias misioneras, como ejemplo tenemos “La Calera” ubicada a 30 km de la ciudad de Florida, la Estancia Reboledo ubicada sobre la cercanía del cruce entre las rutas 56 y 7 en el departamento de Florida.

A mediados del siglo XVIII, los grupos indígenas originarios de charrúas y minuanes estaban en retroceso al sur del Río Negro, la inmigración de indios guaraníes misioneros aumenta paulatinamente en el espacio flordense, individuos sueltos o en grupos dedicados a la faena y corambre.

La presencia indígena en Florida se puede verificar en trabajos de investigación realizados por historiadores de Florida como Ariosto Fernández entre otros, lo que como ejemplo cita:

- a. En la estancia La Calera, propiedad de los jesuitas, decenas de indios traídos de las misiones trabajaban como mano de obra y servidumbre.
- b. En la construcción del Fortín del Pintado en la zona denominada Villa Vieja, trabajaban siete indios guaraníes, donde aparecen registrados con nombre y apellido en los recibos de gastos. Seguramente son indios cristianos de origen misionero ya que sus nombres aluden a santos cristianos.
- c. Con el fin de establecer fronteras en la jurisdicción del Pintado en 1761, reparten a 19 familias indias, media suerte de estancia para poblar esta región.

En el Padrón Aldecoa de 1772, el censo de hombres que realiza el teniente Aldecoa, muestra una fuerte presencia indígena en el Pago del Pintado. De trescientos veinte hombres empadronados, noventa y uno son indios de diversa procedencia es decir un 28% respecto del total. Muchos de estos son inmigrantes provenientes de las provincias vecinas, en donde aparecen nombres y apellidos como: Juan Álvarez, Pedro Alegre, Antonio Díaz, donador del terreno para construir la Capilla del Pintado, en lo que hoy se conoce como Villa Vieja. Estos apellidos y otros aún están presentes en nuestra comunidad.

Es de destacar que existen diversos ejemplos de la presencia indígena, en nuestro país como nombres de ríos (Arapey, Uruguay), de ciudades (Tupambaé), así

también arte rupestre como tenemos en Florida a 30 Km de Sarandí Grande en el paraje denominada Chamangá.

Herencia poligénica

Las características fenotípicas de un individuo están determinadas por sus cromosomas, algunas son influenciadas por un par de alelos y otros casos como ocurre con el peso, el color de ojos, las huellas dactilares son determinadas por muchos genes, lo que se denomina herencia poligénica (Rama. 2006).

Las poblaciones pueden estudiarse tomando en consideración gran cantidad de rasgos biológicos. No todos tienen variabilidad y solo algunos sirven como marcadores genéticos, es decir poseen frecuencias distintas en las diferentes razas o grupos étnicos. La cantidad de características que pueden considerarse es grande y para su análisis se las clasifica en aquellas que pueden ser observadas directamente, como los dermatoglifos, el color de la piel o los rasgos dentarios y las que requieren técnicas de estudio más complejo como reacciones antígeno-anticuerpo, análisis electroforéticos, lo que constituye la “antropología molecular (Sanz, 1994).

Los dermatoglifos aparecen hacia la decimotercera semana de embarazo y terminan de formarse en el final del cuarto mes de gestación, los cuales permanecen inalterables toda la vida (Rama, 2006).

La huella dactilar es una impresión que se origina en una superficie debido al contacto de las llamadas crestas papilares de los dedos, sobre dicha superficie. Las crestas son salientes de la que corresponden a la alineación de las glándulas sudoríparas. Dichas huellas digitales son utilizadas desde el siglo XVIII, las cuales fueron descritas por primera vez por el antropólogo Francis Galton, el cual propuso utilizarlas para la identificación de los seres humanos (Rama, 2006).

Clasificación de las huellas: los patrones de las huellas dactilares pueden ser clasificados en tres: arcos, lazos (presilla) y espirales (verticilos).



Figura 3. Tipos de huellas dactilares. Fuente: Abella Gonzalo. 2010

El arco es el más simple y el menos frecuente (0.5%). Los lazos son líneas que aparecen en tres direcciones, las cuales se encuentran en el punto intermedio (el trirradio) con ángulos de unos 120° y en el centro del punto de encuentro se forma un triángulo. Estas líneas son contadas desde el trirradio al centro de la huella. En el caso de los hombres estos poseen 145 líneas y en el de las mujeres 146. Las huellas con patrón de arco son las únicas que no poseen trirradio a diferencia del lazo que posee uno. El patrón espiral (26.1%) se caracteriza por dos trirradios (formado por dos triángulos). Es aceptado que en la raza negra predomina el tipo de huella digital llamada arco, en los caucásicos la presilla o lazos y en los amerindios y asiáticos los verticilos. (Abella, 2010)

Utilidad del estudio de la huella dactilar

Su utilidad en la identificación de los humanos fue descrita por el antropólogo Francis Galton quien determinó su exclusividad e invariabilidad a lo largo de la vida, también pueden colaborar con el diagnóstico de algunas anomalías cromosómicas.

Para determinar si una persona tiene ascendencia indígena, esta deberá contar con al menos alguna o todas estas características:

- Diente en pala: concavidad de la cara interna de los dientes incisivos que presentan el aspecto al cual se le denomina de esta manera.
- Verticilos en las huellas digitales: se caracteriza por dos trirradios (formado por dos triángulos). Igualmente, no todos los que lo poseen son descendientes indígenas (Abella, 2010).
- Mancha mongol: de color azulado, verdoso o gris, presenta bordes difusos y variedad de formas. Se ubica en la espalda, glúteos, hombros, pocas veces en los muslos y en los pies. Persistente durante toda la vida del individuo en indios y descendientes próximos.

Antecedentes

De los estudios realizados en nuestro país entre 1990 -1994 referidos por los antropólogos Mónica Sanz y Horacio Solla se desprende la siguiente información, en el Hospital Pereira Rossell se encontró un 15% de arcos, 37,5% de presillas, 49,3% de verticilos en los recién nacidos.

En el hospital de Tacuarembó cuando se estudió la frecuencia de la mancha mongólica se encontró un 50% de niños que la presentaban, sin embargo, al sur de Río Negro el porcentaje desciende de acuerdo nos acercamos a la costa. (Sanz, 1994)

Es aceptado que en la raza negra predomina el tipo de huella digital llamada arco, en los caucásicos la presilla, y en los amerindios y asiáticos los verticilos. Las investigaciones realizadas por los antropólogos antes mencionados, dan como resultado un alto porcentaje de individuos con verticilos y la presencia de la mancha mongólica al norte del Río Negro, principalmente en los departamentos de Rivera, Tacuarembó y Artigas (Abella, 2010).

En la búsqueda de investigaciones sobre la temática específicamente de nuestro departamento, en el trabajo realizado por el Prof. Alberto Cruz sobre la composición poblacional y los principales flujos migratorios entre 1750- 1835, basados en dos fuentes fundamentales los casamientos registrados en el Pintado y la Villa de Florida y la otra el padrón del año 1835 que censa a más de 4200 habitantes de Florida, se evidencia que predomina ampliamente sobre los migrantes europeos y africanos, el conjunto de americanos donde un alto porcentaje está constituido por indígenas principalmente guaraníes, misioneros paraguayos. En el encuentro realizado con el autor de este trabajo nos sorprendió la basta información sobre los indígenas en Florida y su participación en la construcción de nuestras raíces, lo que estimula la curiosidad y motiva a investigar en nuestro contexto, así como cuestionar “ciertas verdades” que afirmaban el nulo aporte indígena en nuestros orígenes poblacionales.

Metodología de investigación y materiales

Materiales

- Hojas A4
- Almohadilla y tinta
- Cartulina
- Arpillera
- Silicona
- PC
- Impresora
- Celular

Metodología

Se seleccionó la muestra a trabajar, 61 alumnos/as de todo el bachillerato del Liceo Florida High School, de los cuales 37 son del sexo femenino, y 24 del sexo masculino. En una planilla en hoja A4 se pidió a los alumnos de 4to, 5to y 6to que completaran sus datos (nombre, apellido, grupo, sexo, la ascendencia que creen tener, su edad), así como imprimir sus huellas dactilares de ambas manos. Luego se verificó que todos los participantes estén presentes, y se procedió a pasar clase a clase, con una almohadilla con tinta en la que cada alumno completa la planilla antes mencionada.

La entrevista realizada a través de videoconferencia con la antropóloga Mónica Sanz, permitió profundizar en su metodología de trabajo y recibir sus sugerencias.

Utilizando los resultados, se obtuvo de la ficha de inscripción de los alumnos que presentan verticilos, la imagen de la huella dactilar del dedo pulgar de su madre y/o de su padre. A partir del análisis de dichas imágenes se obtuvieron los resultados que se presentan en el siguiente apartado.

Análisis de los Resultados

De los resultados se desprende, que de la totalidad de alumnos encuestados, 32 presentan verticilos en sus huellas dactilares, de los cuales 16 pertenecen a los 6tos, 9 a los 5tos y 7 a 4to, como se muestra en la figura 4.

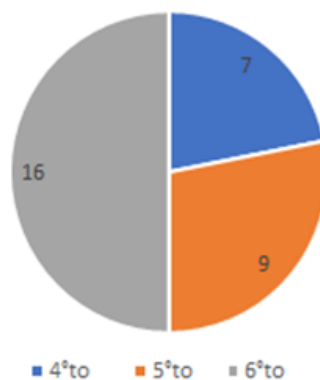


Figura 4. Gráfico de estudiantes posible ascendencia indígena por nivel. Fuente: elaboración propia.

De 32 alumnos con posible ascendencia indígena, 17 de estos son mujeres, las cuales 10 pertenecen a 6to, 5 a 5to y 2 a 4to. 15 son de sexo masculino, 6 de los cuales pertenecen a 6to, 4 a 5to y 5 a 4to, como se muestra en las figuras 5 y 6, es decir, que del total de estos, 63% presentan dicha característica.

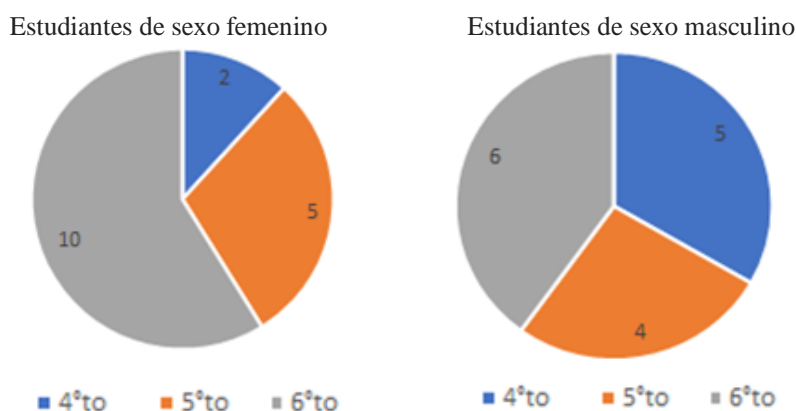


Figura: 5 y 6. Gráficos de estudiantes con posible ascendencia indígena por sexo y por nivel. Fuente: elaboración propia.

Los resultados de los progenitores del 53% de la muestra, se divide en 62% de las madres presenta verticilo, el 26 de los padres también lo presenta, y el 26% ni la madre, ni el padre lo presenta.

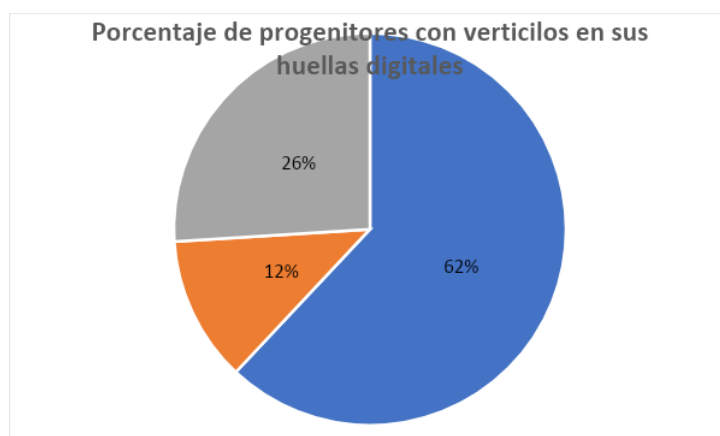


Figura 7. Gráfico con los progenitores del 53% de la muestra que presenta verticilos. Fuente: Elaboración propia.

No se pudo validar la hipótesis planteada, ya que en el total de la muestra se encuentran 32 alumnos, lo que representa un 53% de alumnos con al menos una característica heredable de los indígenas.

Conclusión

De la actividad desarrollada se concluye que de la totalidad de la muestra de alumnos que participaron del proyecto; 32 cuentan con algún indicio de poseer ascendencia indígena, lo que se traduce en un 53% de alumnos/as. Con respecto a los

progenitores del 53% que si presentan verticilos, 62% son madres, 12% padres y un 26 % no presentan.

Al finalizar este trabajo surgen nuevas interrogantes: ¿Qué porcentaje de la población de la ciudad de Florida tiene este patrón de huella dactilar? ¿Cuántos niños/as nacen en Florida con la mancha mongólica?, entre otras. Se considera importante continuar indagando sobre la temática, aplicar a todos los Bachilleratos del departamento de Florida, y en fases posteriores extenderlo a otros Departamentos. También socializar y difundir los resultados obtenidos, como una manera de revalorizar nuestros orígenes poblacionales indígenas.

Referencias bibliográficas

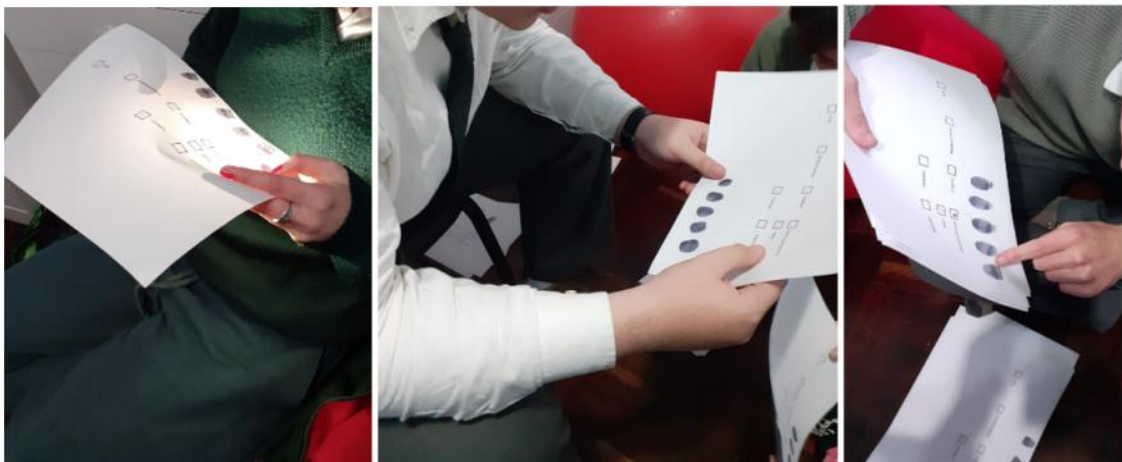
- Abella, G. (2010). *El diente en pala y los verticilos en las huellas digitales en los descendientes indígenas de Uruguay*. Recuperado el 8 de Junio de 2019 de: <http://caio.uy.over-blog.com/article-el-diente-en-pala-y-los-verticilos-en-las-huellas-digitales-en-los-descendientes-indigenas-en-uruguay-57081687.html>
- Cabrera, L. Aguerre, F. (1998). *Mi Historia. Uruguay*. Montevideo, Uruguay: Ediciones El Observador.
- Cruz, A. (2004). *Raíces de la Población de Florida: 1750-1835*. Florida, Uruguay: Edición: Colección “Florida Nuestra”
- García, B. (2010). *La mancha mongólica en los descendientes indígenas en el Uruguay*. Recuperado el 16 de Junio de 2019 de: <http://caio.uy.over-blog.com/article-la-mancha-mongolica-en-los-descendientes-indigenas-en-uruguay-57079293.html>
- Padrón Favre, O. (1994). *Sangre Indígena en el Uruguay*. Montevideo Uruguay: Editorial: M Pesce SRL
- Pierce, B. (2010) *Genética un enfoque conceptual*. México: Editorial Médica Panamericana
- Pontet, N. (2003). *El perfil uruguayo y su historia*. Montevideo, Uruguay: Editorial Fin de Siglo.
- Rama, E. Clermont, I. (2006). *El código de la vida. Biología 4*. Montevideo, Uruguay: Ediciones Textos del Sur.
- Sanz, M. (ed.). (1994). *Bases para estudio de la población uruguaya*. Montevideo, Uruguay: Impresión Prisma Ltda.

Anexos

Anexo 1. Alumno de Bachillerato realizando la impresión de la huella dactilar. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 2. Análisis de resultados. Fuente: Elaboración propia.



Anexo 3. Entrevista con el Profesor Alberto Cruz. Fuente: elaboración propia.



Anexo 4. Entrevista por video llamada con la Antropóloga Mónica Sanz. Fuente: elaboración propia.



Anexo 5. Agradecimientos

Para la antropóloga Mónica Sanz por sus invaluable aportes a nuestro trabajo.

Para el Prof. Alberto Cruz por su generosidad y pasión al compartir su investigación sobre los orígenes de la población Floridense.

A la Prof^a de Inglés Carolina Lanzini, por sus sugerencias y correcciones

A el Equipo Directivo, Adscriptas y alumnos/as de Bachillerato del Liceo Florida High School, por su excelente disponibilidad.



