

N° 10 - Año 2022

IDITEC

ISSN 2525-1597

ISSN 2525-1597



USP-T

UNIVERSIDAD DE SAN PABLO - TUCUMÁN

R
R
A
A

R E V I S T A
A C A D É M I C A

I D I T E C

Instituto de
Desarrollo
e Innovación
Tecnológica
para la
Competitividad
Territorial



**UNIVERSIDAD
DE SAN PABLO-T**
Tucumán | Argentina

IDITEC

Instituto de Desarrollo e Innovación Tecnológica para la Competitividad Territorial

Revista Académica

Universidad de San Pablo-Tucumán

Tucumán, República Argentina

Autoridades de la Universidad

Presidente de la Fundación para el Desarrollo

Dra. Catalina Lonac

Rector

Dr. Ramiro Albarracín

Vicerrector

Dr. Inés de los Ángeles Yamúss

Director del Instituto de Desarrollo e Innovación Tecnológica para la Competitividad Territorial

Dr. Federico Pérez Zamora

Director del Instituto de Estudios Sociales, Política y Cultura

Abogado .Mariano Arcas

Director del Instituto de Salud y Calidad de Vida

Dr. Horacio Deza

Director del Instituto de Diseño, Estrategia & Creatividad

Arq. Matías Rohmer-Liztmann

Dirección de Posgrado

Lic. Juan Pablo Pinna

Dirección de unidad administrativa y Financiera

CPN María Cristina Peralta

Dirección de Extensión y Cultura

Abogado Juan Grande

Dirección de evaluación y acreditación

Mg. Silvia Martínez

Secretario de Investigación, Desarrollo y Cultura

Dr Javier Habib

Director

Prof. Mg. Karina González (USPT)

Consejo Editorial Científico:

Prof. Dra. María José Catalán (UNT-USPT)

Prof. Mg. Margarita Jaramillo (USPT)

Prof. Dr. Alejandro Daniel Ríos (UNT-USPT)

Prof. Mg. Adriana del Valle Pastoriza (UNT)

Prof. Dra. Gabriela Zárate (USPT-CONICET)

Prof. CPN Cecilia Fabiana Gagliardi (USPT)

Prof. Arq. Josefina María del Valle Ocampo (USPT)

Pares evaluadores:

Prof. Mg. Marcela Blanca Colombo (UNT - USPT)

Prof. Mg. Adriana del Valle Pastoriza (UNT)

Prof. Dra. Juana Albarracín (USPT)

Dra. Luz Lastres Flores (ADEQRA)

Dra. Eugenia Giamminola (IEAH-UNSA)

Dr. Dariel Cabrera Mederos (IPAV-INTA)

Prof. Héctor Ostengo (UNT)

Prof. Mg. Alicia Margarita Nasif (UNT)

Prof. Dra. Natalia Zavadvker (UNT)

Dra. Pamela Terán Baptista (UNT)



UNIVERSIDAD
DE SAN PABLO-T
Tucumán | Argentina

PRESENTACIÓN

IDITEC es una publicación semestral que recoge los resultados de los trabajos de investigación de profesores e investigadores nacionales y extranjeros, que sean de interés para la comunidad en las áreas de la Ciencia de los Alimentos ; Agricultura y Gestión. La misión de IDITEC es abordar temas multidisciplinarios de investigación y/o análisis que posean un interés regional, nacional e internacional. Las publicaciones pueden realizarse en español, inglés o portugués. La Revista, está puesta al servicio de la comunidad científica y académica en general (docentes, investigadores y estudiantes), dirigida tanto a la teoría como a la práctica.

Índice

EL JARDÍN BOTÁNICO DE LA UNIVERSIDAD SAN PABLO-T Y LA OPINIÓND E LOS POBLADORES DE LA COMUNA SOBRE SU VALOR PATRIMONIAL.....	7
EVALUACIÓN DE LA DIGESTIÓN DE LOS GALACTOOLIGOSACÁRIDOS SINTETIZADOS POR PROPIONIBACTERIAS.....	18
AGUA POTABLE PARA UNA COMUNIDAD DE ALTA MONTAÑA.....	28
PRODUCCIÓN DE LECHUGA (<i>LACTUCA SATIVA</i>) EN INVERNADEROS CON SISTEMA DE ALMÁCIGOS FLOTANTES COMO ALTERNATIVA EN CULTIVOS EXTENSIVOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS Y EFICIENCIA.....	34
EVOLUCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.....	42

EL JARDÍN BOTÁNICO DE LA UNIVERSIDAD SAN PABLO-T Y LA OPINIÓN DE LOS POBLADORES DE LA COMUNA SOBRE SU VALOR PATRIMONIAL

Colombo, M.¹(*) y Ríos, A.¹

¹ *Universidad de San Pablo-T.*

(*) mcolombo@uspt.edu.ar

RESUMEN

El Jardín Botánico de la Universidad San Pablo-T (USP-T) es uno de los activos más relevantes con que cuenta la provincia de Tucumán. Poseedor de una enorme variedad de ejemplares autóctonos y exóticos, además de su belleza y exuberancia, este parque presenta un enorme capital histórico y cultural enclavado en la Comuna Rural de San Pablo, cuyo proceso de desarrollo poblacional y territorial representa un caso emblemático de la construcción de un paisaje asociado a la actividad azucarera que constituyeron la expresión física de los cambios tecnológicos, sociales y económicos que se iniciaron a comienzos del siglo XIX y que se consolidaron durante las primeras décadas del siglo XX. Desde esta Universidad se desarrolla el proyecto de investigación "Jardín Botánico de la USP-T como elemento de identidad, cultura y patrimonio de la sociedad civil de proximidad (IC 910)", cuyo objetivo general propone identificar y analizar las visiones y argumentaciones que actores institucionales, organizacionales y referentes de la sociedad civil de la Comuna de San Pablo presentan en relación a esta Universidad y en específico a su Jardín Botánico, como patrimonio paisajístico, histórico, cultural, educativo y ambiental. Metodológicamente se abordó las primeras fases del proyecto desde un enfoque cualitativo, siendo la principal herramienta de recolección de información un conjunto de encuestas dirigidas a la población de esta localidad, realizadas muchas de ellas en la vía pública. Si bien es un trabajo de investigación en curso, los primeros resultados señalan que en general, los/as ciudadanos/as no conocen el Jardín Botánico; aludiendo principalmente a falta de oportunidades para haberlo visitado, pero respondiendo en su totalidad que sí les gustaría hacerlo. Asimismo, un 81 % de las 73 personas encuestadas, aseveran que en las escuelas de la localidad no se hace referencia a la existencia de este; lo que ya comienza a definir posibles líneas de acción futuras.

Palabras clave: Jardín Botánico, Patrimonio, Ingenios, Tucumán.

Abstract

The Botanical Garden of the San Pablo-T University (USP-T) is one of the most important assets that the province of Tucumán has. Possessing an enormous variety of autochthonous and exotic specimens, in addition to its beauty and exuberance, this park presents an enormous historical and cultural capital located in the Rural Commune of San Pablo, whose population and territorial development process represents an emblematic case of the construction of a landscape associated with the sugar activity that constituted the physical expression of the technological, social and economic changes that began at the beginning of the 19th century and that were consolidated during the first decades of the 20th century. From this University, the research project "USP-T Botanical Garden as an element of identity, culture and heritage of local civil society (IC 910)" is developed, whose general objective is to identify and analyze the visions and arguments that actors Institutional, organizational and referents of the civil society of the Commune of San Pablo present in relation to this University and specifically to its Botanical Garden, as landscape, historical, cultural, educational and environmental heritage.

Methodologically, the first phases of the project were approached from a qualitative approach, with the main information gathering tool being a set of surveys directed at the population of this town, many of them carried out on public roads. Although it is a research work in progress, the first results indicate that in general, citizens do not know the Botanical Garden; alluding mainly to the lack of opportunities to have visited it, but responding in full that they would like to. Likewise, 81% of the 73 people surveyed affirm that in local schools no reference is made to its existence; which is already beginning to define possible future lines of action.

Keywords: Botanical Garden, Heritage, Sugar Mills, Tucumán.

INTRODUCCIÓN

El casco del ex Ingenio San Pablo constituye un sitio que evidencia en nuestros días lo que fue la cultura y sociedad alrededor de un ingenio azucarero en el norte argentino.

A partir de 1876, con la llegada del tren, pudieron instalarse los ingenios mecanizados, con calderas y grandes motores de vapor. Gracias a ese mismo ferrocarril el azúcar tucumano pudo distribuirse eficientemente por todo el país. Se instaló un tendido de norte a sur entre la Capital y Monteros lo que generó la emergencia de otros pueblos como Concepción, Aguilares y Alberdi.

La capacidad productiva de los ingenios montados con la tecnología de la revolución industrial no podía ser satisfecha con la misma cantidad de caña que abastecía a la industria artesanal. Los ingenios se endeudaron para ampliar la superficie de caña disponible, pero ese camino no alcanzaba para abastecer a los nuevos trapiches de hierro, los que eran movidos por la energía de los motores a vapor. Fue necesario entonces presionar a los agricultores de autoconsumo, para que produjeran caña de azúcar, lo que a su vez trajo aparejado, una baja en la producción de alimentos. Se trató de atraer nuevas masas de trabajadores provenientes de zonas rurales, que llegaban con sus familias, pero también con sus carros y animales de tiro. Gracias a esto también se transformaron en transportistas de caña, lo cual le resolvía al ingenio el costo de adquisición y mantenimiento de animales y carros durante el período interzafra (Salas Oroño, 2012).

Los pueblos azucareros como San Pablo se organizaron alrededor de las fábricas para estabilizar la mano de obra que requería el proceso industrial. Surgidos como iniciativa de los propietarios del sistema, fueron asentamientos privados que siguieron los criterios aplicados en los países europeos donde se adquirían las maquinarias. El capital producto de la actividad se fue reinvertiendo en la construcción de un hábitat destinado a establecer entre 1500 a 3500 habitantes, según el caso, número que podía duplicarse en período de zafra azucarera. La forma final del asentamiento reflejó la estratificación socio económica que imponía lo productivo (Paterlini de Koch, 1987).



Figura N° 1: Salida de obreros en el ingenio San Pablo, 1955. Fuente: Archivo General de la Nación, Argentina, Departamento Documentos Fotográficos. Fondo: Acervo Audiovisual y Sonoro. Serie Repositorio Gráfico. Caja N° 559, N° de inventario 220136.

En la actualidad el predio pertenece a la Universidad de San Pablo-T cuyos propietarios tienen la intención manifiesta de conservar las características de este. El Jardín Botánico de la Universidad de San Pablo-T está ubicado en las inmediaciones de la casa principal, y como todo jardín de la época posee especies exóticas y locales, algunos especímenes de gran antigüedad y un relevante valor histórico como se comentará más adelante (Colombo y Ríos, 2014-2015).

Este complejo se encuentra ubicado a 13 km. del centro de la ciudad de San Miguel de Tucumán, en la comuna de San Pablo, lo que le da una accesibilidad muy significativa como punto de atracción para los visitantes. Además, se encuentra en la zona de las yungas o pedemonte tucumano, paisaje que presenta una gran belleza natural.

El predio fue fundado por Jean Nogués, de origen francés, que llegó a Tucumán en 1824. Dedicándose primero a las curtiembres de cueros, luego incursionó en la explotación de maderas, posteriormente a la ganadería, hasta llegar al cultivo de la caña de azúcar a partir de 1837.

La actual localidad y otras tres más que incluía el pedemonte sobre las laderas de los cerros del Aconquija y la actual Villa Nogués en la zona superior cerca de San Javier las adquirió entre 1826 y 1837.

El primitivo establecimiento se fue desarrollando lentamente y en 1870 fue alcanzando su mayor esplendor. Además del ingenio, había una curtiduría, un aserradero de especies locales como nogales, tarcos, laureles, cedro, tipa y pacará entre otros árboles de la zona y un molino harinero (Cámara de Senadores de Argentina, 2003).

La llegada del ferrocarril a Tucumán originó trascendentales cambios en las industrias. San Pablo fue uno de los primeros establecimientos que a su influjo adquirió modernos medios de producción. En 1882, la empresa adoptó las primeras máquinas impulsadas a vapor.

El despegue de la industria azucarera tucumana produjo cambios sustanciales en la estructura social del noroeste argentino: migraciones de trabajadores temporarios locales y de provincias vecinas y nuevas urbanizaciones, como es el caso acá señalado (Santamaría, 1986).

San Pablo fue el tercer ingenio que se instaló en la provincia de Tucumán. Al finalizar el siglo XIX, luego de la llegada del ferrocarril, ya mecanizada la industria azucarera, el asentamiento se transformó en un centro urbanizado de particular trazado; contando con una usina, la fábrica, el parque, talleres mecánicos, consultorios médicos, iglesia y escuelas.

Dentro del predio en donde se levantaba el ingenio, se ubicó el conjunto de la residencia de los propietarios (en donde hoy funciona el Rectorado de la Universidad) y su capilla privada. Ambas construcciones se hallan rodeadas de un parque diseñado por el paisajista francés Carlos Thays, ornamentado con numerosas especies características de la flora local y estatuas en mármol de Carrara, importadas de Europa (Salim Grau, 2015).

El chalet fue la vivienda familiar del nieto del fundador, el ingeniero Luis F. Nougués, que fue gobernador de la provincia entre 1906 y 1909. La vivienda fue diseñada por el Arq. Domingo Salvo, al estilo francés, de lujosa decoración, albergó una intensa vida social, que convocaba a propietarios, administradores y a un reducido y exclusivo círculo de allegados: empleados jerárquicos o invitados destacados miembros de la sociedad. Fue visitado por personalidades de todo el mundo que dejaron su firma en el famoso "Libro de Firmas", cuya copia se conserva en la urna original de cristal biselado y bronce, realizada en la casa Cartier de Paris y obsequiada por el entonces Embajador de los Estados Unidos. Entre esas personalidades se encuentran Theodoro Roosevelt, Humberto Primo y el príncipe Hiroito (por dichos de la población, pero sin fuente documental sólida). Actualmente es la sede del Rectorado de la Universidad de San Pablo-T.



Figura N° 2: Imagen actual de la casa de la familia Nougués. Fuente propia.



Figura N° 3: El gobernador Luis F. Nogués en el balcón de su casa en el Ingenio San Pablo, ubicado en el extremo izquierdo de la imagen. A su lado se encuentran el teniente coronel Lucas Córdoba y don Pedro Alurralde, ambos con sombrero de copa. En el grupo de las escalinatas, se puede ver a Miguel Nogués, Ambrosio Nogués y Augusto Mosna.

Fuente: <https://es-la.facebook.com/archivohistoricotucuman/photos/imagen-del-gobernador-luis-f-nogu%C3%A9s-en-el-balc%C3%B3n-de-su-casa-en-el-ingenio-san-p/2253771847985166>

En el Jardín se destaca un árbol de Ficus de hoja grande conocido como Gomero o como Higuera de la India. Fue un regalo de la Reina Victoria de Inglaterra al presidente Julio Argentino Roca, de origen tucumano, quien a su vez se lo obsequió a su gran amigo el Ingeniero Luís Francisco Nogués y que hoy es un símbolo de la Universidad y en particular de su Jardín Botánico.



Figura N° 4: Árbol de Ficus emblema del Jardín Botánico de la USP-T. Fuente propia.



Figura N° 5: Vista general del Jardín Botánico de la USP-T. Fuente propia.

El ingenio San Pablo fue el único que permaneció en manos de las familias fundadoras hasta el cierre en 1990. Los créditos a los que la familia accedió para mecanizar la producción y los inconvenientes para poder solventar los mismos provocó el cierre de este.

Como se señaló anteriormente, hoy funciona la Universidad de San Pablo-T, un centro educativo de distintos niveles que por su actividad recibe un gran número de visitantes.

Por su importancia histórica y paisajística se hace relevante poder articular Universidad, comunidad y autoridades locales, la revalorización del predio y su uso, en la búsqueda que esto permita la conmemoración de una historia compartida que forjó el presente y que puede servir para orientar el futuro.

En este sentido, desde la USP-T se desarrolla el proyecto de investigación “Jardín Botánico de la USP-T como elemento de identidad, cultura y patrimonio de la sociedad civil de proximidad (IC 910)”, cuyo objetivo general propone identificar y analizar las visiones y argumentaciones que actores institucionales, organizacionales y referentes de la sociedad civil de la Comuna de San Pablo presentan en relación a esta Universidad y en específico a su Jardín Botánico, como patrimonio paisajístico, histórico, cultural, educativo y ambiental.

METODOLOGÍA

Se abordó metodológicamente desde un enfoque cualitativo, siendo un estudio de un todo integrado que forma o constituye una unidad de análisis y que hace que algo sea lo que es: una persona, una entidad étnica, social, organizacional, etc.; aunque también se pueden estudiar cualidades específicas, siempre que se tengan en cuenta los nexos y relaciones que tiene con el todo, los cuales contribuyen a darle su significación propia.

Se diseñaron y desarrollaron cuatro fases: la preparatoria; el trabajo de campo; la analítica y la informativa. La recolección de información se realizó a partir de dos tipos de fuentes: primarias

y secundarias. La información secundaria fue identificada a través de la revisión de documentos y/o reportes técnicos institucionales y gubernamentales.

La principal herramienta para la captura de la información primaria fue una encuesta dirigida a la población de la localidad de San Pablo, realizadas muchas de ellas en la vía pública a transeúntes y/o en visitas acordadas previamente, o por sugerencias realizadas en algunos casos por los mismos entrevistados. Se realizaron en total 73 encuestas durante el primer semestre de 2022 con base en 16 preguntas, en donde no se solicitaban datos que permitiesen identificar a las personas.

El objetivo central de esta encuesta fue el de identificar y analizar las visiones y argumentaciones que actores institucionales, organizacionales y referentes de la sociedad civil de la Comuna de San Pablo presentan en relación con la Universidad San Pablo-T y en específico a su Jardín Botánico.

RESULTADOS

Las encuestas fueron respondidas en un 63 % por personas que nacieron y viven en la Comuna de San Pablo; un 21 % por quienes viven en San Pablo, pero nacieron en otro lugar; mientras que el resto vive en otra localidad, pero trabaja en San Pablo.

El perfil de los consultados indica que el mayor rango de edad se ubica entre los 46 y los 55 años

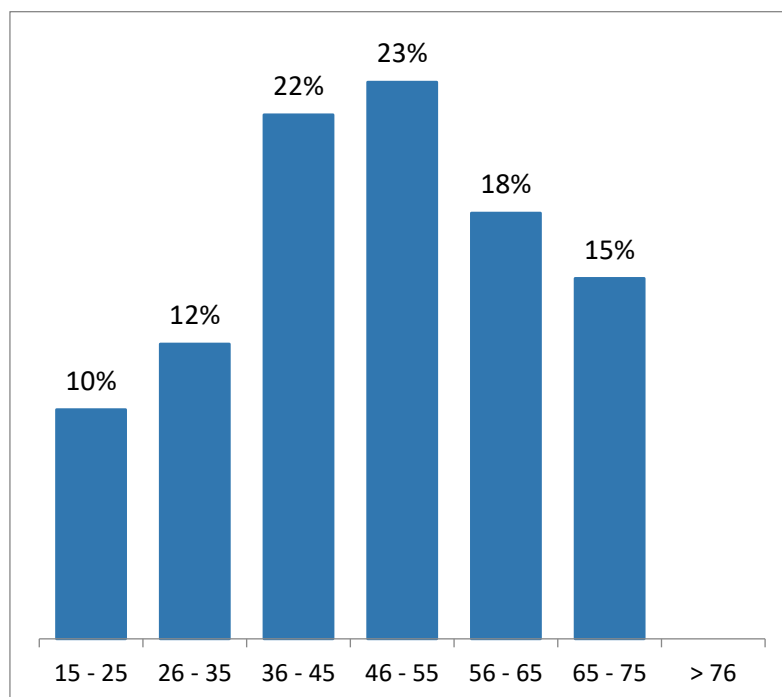


Gráfico N° 1: Rangos de edad de los encuestados

Este perfil general se completa diciendo que el 33 % presenta Secundario Incompleto; la mayoría fueron personas del género femenino; el 63 % nació y vive en la Comuna de San Pablo; mientras que un 33 % de la población encuestada no tiene trabajo.

Este perfil inicial se completa con quienes poseen ocupación laboral, describiendo en qué sector lo hacen (Gráfico N° 6).

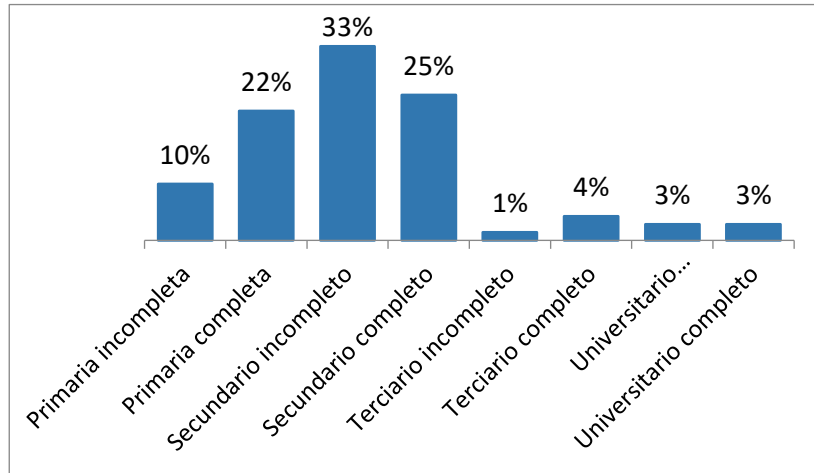


Gráfico N° 2: Formación

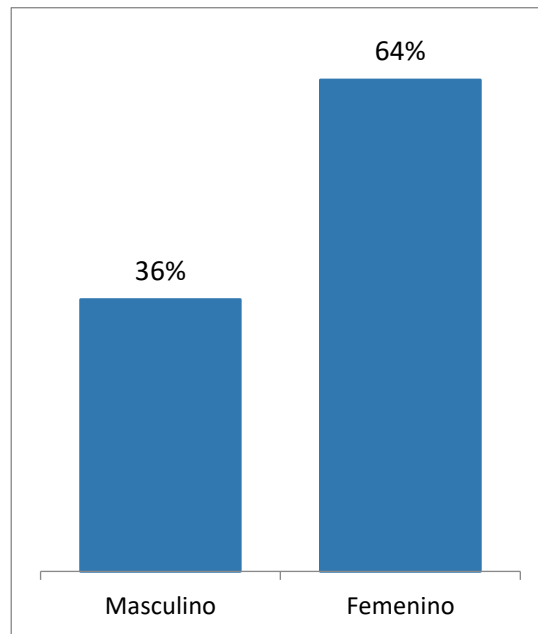


Gráfico N° 3: Género

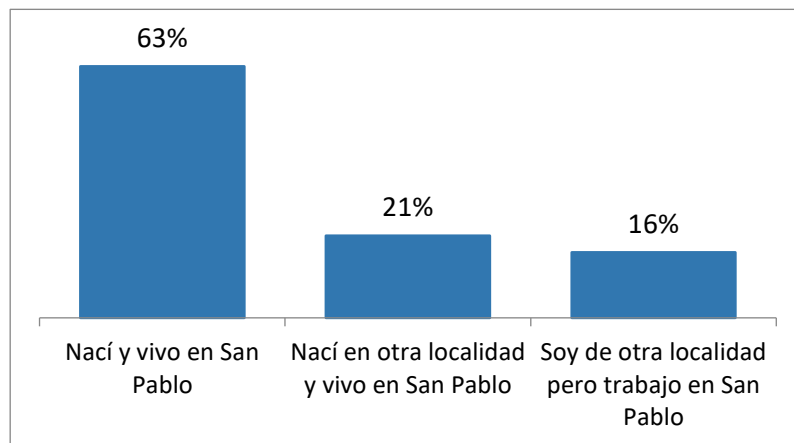


Gráfico N° 4: Origen y residencia

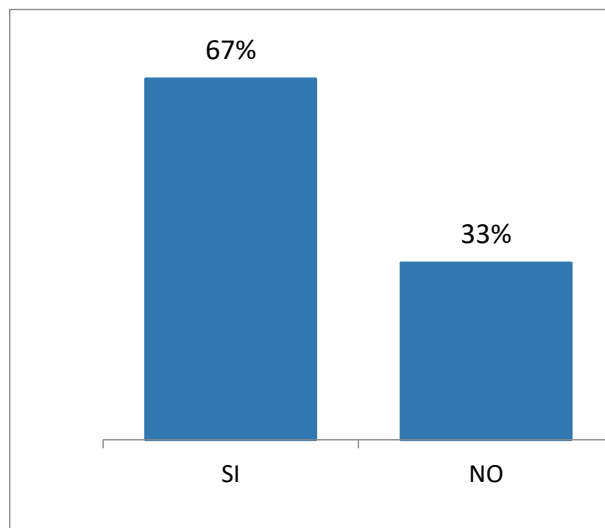


Gráfico N° 5: Encuestados con y sin trabajo

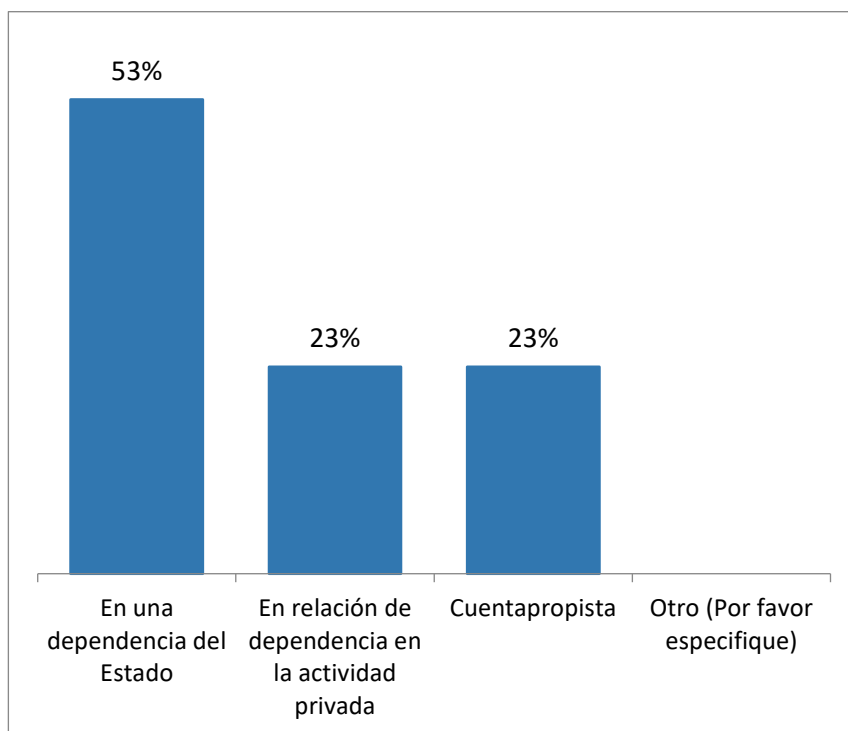


Gráfico N° 6: Sector laboral

Ingresando al núcleo de respuestas específicas vinculadas a los objetivos centrales de la encuesta, el 75 % declaró no conocer el Parque y Jardín Botánico de la USP-T, aduciendo que el motivo principal fue la falta de oportunidad; y este segmento de encuestados en su totalidad manifestó que efectivamente les gustaría conocerlo

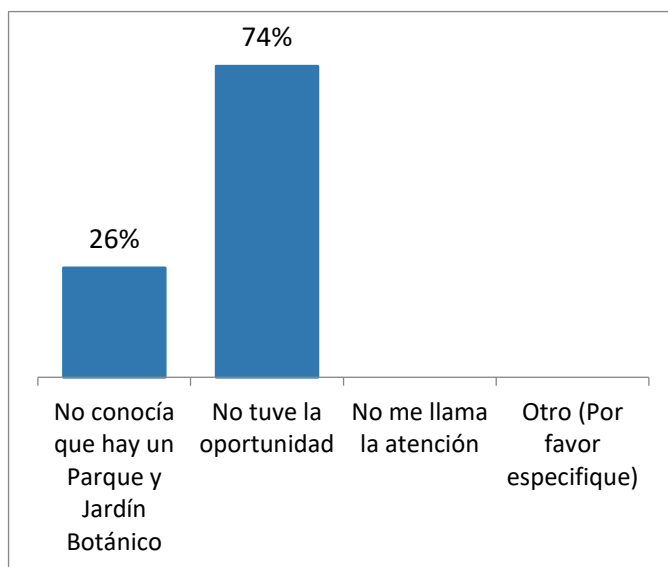


Gráfico N° 7: Motivo por el cual no conoce el Parque y Jardín Botánico de la USP-T

A quienes respondieron que sí conocen el Parque y Jardín Botánico, se les preguntó si hubo algo que no les gustó del mismo, habiendo todos respondido por la negativa.

La totalidad de los interrogados respondieron que sí están de acuerdo que el Parque y Jardín Botánico sea visitado por turistas y el público en general.

Finalmente, el Gráfico N° 8 muestra las respuestas obtenidas cuando se indagó sobre si en las escuelas de la Comuna en algún momento se hacen mención de la existencia del Parque de la USP-T

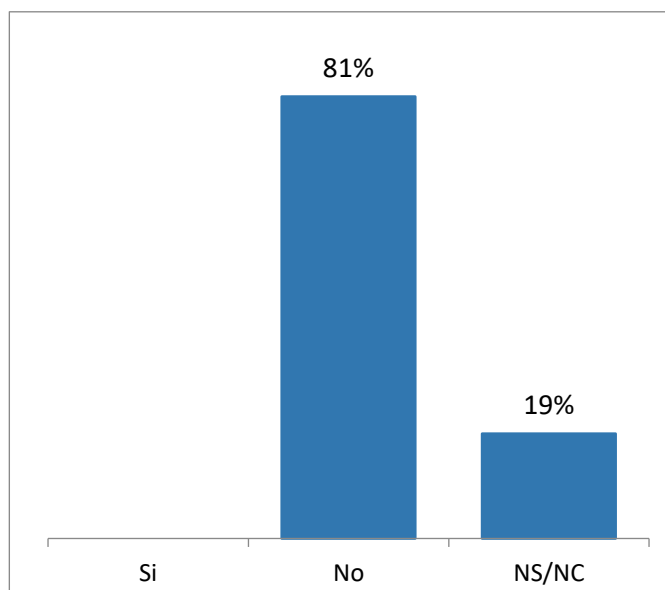


Gráfico N° 8: En las escuelas se menciona el Parque y Jardín Botánico de la USP-T

CONCLUSIONES

Poder dar valor patrimonial al Parque y Jardín Botánico de la USP-T y las estructuras históricas que lo rodean a partir de la voluntad del criterio de paisaje cultural podría contribuir a dar peso al proceso histórico que se dio en la zona dando participación a la comunidad que formó parte de dicho proceso.

Este proceso tuvo intención de formalizarse en el en el año 2002, cuando se presentó al Congreso de la Nación una propuesta de Declaratoria de Lugar Histórico Nacional del ex - Ingenio San Pablo, con el objetivo de lograr su protección como patrimonio industrial azucarero. Inexplicablemente esto no tuvo resolución favorable.

Los pobladores de la Comuna de San Pablo continúan aún hoy vinculados emocional e históricamente a su origen como pueblo azucarero, por ello es relevante la conservación de la memoria colectiva y la participación de la población en la valorización de sitios de valor patrimonial.

La valorización patrimonial y turística debe tener en cuenta la participación de los distintos actores que participaron en su constitución en el marco de los procesos históricos y sociales que le dieron origen. De ahí que los procesos que surjan para conseguir esa valoración deben ser a través de la construcción de alianzas entre todos los actores sociales y contar con el apoyo de la comunidad local.

Identidad, cultura y patrimonio son conceptos convergentes que abren campos como disciplina de reflexión cuando se orientan hacia los procesos sociales que los sustentan. La patrimonialización es un proceso voluntario de incorporación de valores socialmente construidos, contenidos en el espacio-tiempo de una sociedad particular y forma parte de los procesos de territorialización que están en la base de la relación entre territorio y cultura. Tomar a la sociedad civil como unidad de análisis y objeto de estudio bajo el concepto de la patrimonialización como proceso social, cultural y ambiental.

Si bien es un trabajo de investigación en curso, estos primeros resultados señalan que en general, la ciudadanía local declara no conocer el Parque y Jardín Botánico; aludiendo principalmente a falta de oportunidades para haberlo realizado, responde en su totalidad que sí les gustaría hacerlo. Asimismo, un importante porcentaje asevera que no recuerda que en las escuelas de la localidad se hubiese hecho referencia en algún momento a la existencia de este. Son precisamente estos datos los que abren posibles líneas de acción futuras en el campo de la intervención, con el objetivo de sentar las bases para la construcción ciudadana de la valorización patrimonial y turística del objeto de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Cámara de Senadores de Argentina. (2003). Orden del día N° 478. Impreso el 6 de agosto de 2003. Sumario Comisión de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. Dictamen en el proyecto de comunicación del senador Alperovich y otros, solicitando se declare lugar histórico nacional al casco del ex ingenio San Pablo, Tucumán. (S.-502/03.)

Colombo, M.; Ríos, A. (2014). Revalorización del parque del Campus USP-T y posibilidad de transformación en circuito educativo y turístico. 2014. IDITeC. Revista Científica. USP-T.

Colombo, M.; Ríos, A. (2015). Jardín para la inclusión. El caso del Jardín Botánico de la Universidad de San Pablo-T. IDITEC. Revista Científica. USP-T.

Paterlini de Koch, O. (1987). Pueblos Azucareros de Tucumán. Tucumán: Instituto Argentino de Investigaciones de Historia de la Arquitectura y del Urbanismo, Serie Tipologías Arquitectónicas Poblados Industriales.

Salas Oroño, J. (2012). Modelos de desarrollo y extensión rural en el sector azucarero de Tucumán. Guía de lectura. Cátedra de Sociología Agraria de la Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Recuperado de <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/sociologiaagraria/71361426.modelos.de.desarrollo.y.extensio.n.pdf>

Salim Grau, J. (2015). El Proceso de Configuración del Paisaje de San Pablo y su Valorización Actual como Patrimonio Cultural. Tesis doctoral. Doctorado en Ciencias Sociales, orientación Geografía. Facultad de Filosofía y Letras de la UNT.

Santamaría, D. (1986). Azúcar sociedad en el Noroeste Argentino. Buenos Aires: Departamento Editorial del IDES.

EVALUACIÓN DE LA DIGESTIÓN DE LOS GALACTOOLIGOSACÁRIDOS SINTETIZADOS POR PROPIONIBACTERIAS.

Fara A.^a, Hernández Hernández O.^b, Montilla A.^b, and Zárata G.^{a,c*}.

^aLaboratorio de Ecofisiología Tecnológica, CERELA-CONICET, Chacabuco 145, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina

^bGrupo de Química y Funcionalidad de Carbohidratos y Derivados, CIAL (CSIC-UAM), Nicolás Cabrera 9, 28049 Madrid, España.

^cUniversidad de San Pablo Tucumán, Av. Solano Vera y Camino a Villa Nougués, (4129) San Pablo, Tucumán, Argentina.

* gzarate@uspt.edu.ar ; gzarate@cerela.org.ar

Resumen

Las modificaciones en composición y concentraciones que sufren los oligosacáridos prebióticos durante su pasaje por el tracto gastrointestinal pueden afectar sus propiedades y sus efectos en el huésped. En el presente estudio evaluamos la digestibilidad *in vitro* de los oligosacáridos sintetizados por la β -galactosidasa de *Acidipropionibacterium acidipropionici* (LET120- β -gal) a partir de lactosa (LET120-GOS) incubándolos con vesículas de membrana del borde en cepillo (BBMV) de cerdo como modelo de mucosa intestinal de mamíferos. Los oligosacáridos potencialmente prebióticos sintetizados por las propionibacterias se degradaron parcialmente cuando fueron expuestos a BBMV durante 5 horas siendo los enlaces $\beta(1\rightarrow6)$ de los disacáridos y trisacáridos presentes, los más resistentes a las enzimas digestivas. El análisis de la digestibilidad de compuestos potencialmente prebióticos es crucial para determinar la fracción que llegaría al colon para ser fermentada y determinar la dosis necesaria para ejercer sus efectos benéficos en el consumidor.

Palabras clave: Propionibacterias; oligosacáridos, BBMV.

Abstract

The changes in concentrations and composition that prebiotic oligosaccharides undergo during their passage through the gastrointestinal tract can affect their properties and effects on the host. In the present study we evaluated the *in vitro* digestibility of the oligosaccharides synthesized by *Acidipropionibacterium acidipropionici* (LET120- β -gal) β -galactosidase from lactose (LET120-GOS) by incubating them with pig brush border membrane vesicles (BBMV) as a model of mammalian intestinal mucosa. Potential prebiotic oligosaccharides synthesized by propionibacteria were partially degraded when exposed to BBMV during 5 h and $\beta(1\rightarrow6)$ linkages between units showed the greatest resistance to mammalian digestive enzymes. The assessment of digestibility of potential prebiotics is crucial for determining the active fraction that would reach the colon to be fermented and to define the dose required for beneficial effects in the host.

Keywords: Propionibacteria; oligosaccharides, BBMV

INTRODUCCIÓN

La dieta influye en gran medida en el establecimiento, la estructura y la actividad metabólica de la microbiota intestinal, el órgano más grande y activo del cuerpo humano, con un papel clave en numerosos procesos fisiológicos, nutricionales e inmunológicos (Li et al., 2016; Singh et al., 2017). El desarrollo de muchas enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como la diabetes tipo 2, síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, cáncer colorrectal, etc, ha sido asociado a los hábitos alimentarios de la sociedad (Singh et al., 2017; Noce et al., 2019). Estudios recientes han sugerido que las ECNT son el resultado de la alteración negativa del equilibrio de la microbiota (disbiosis) (Power et al., 2014, Li et al., 2016) causada por el consumo de alimentos altamente procesados, ricos en grasas y pobres en fibra dietaria. (Singh et al., 2017; Popkin, et al., 2021). Es por ello, que se buscan estrategias para modular de forma positiva la microbiota intestinal a fin de prevenir y/o tratar estas patologías (Power et al., 2014, Li et al., 2016).

Los probióticos y los prebióticos son los ingredientes funcionales más aceptados y respaldados como herramientas para la modulación del microbioma (Scott et al., 2015; Collins y Reid, 2016; Sanders et al., 2019). Los prebióticos se definieron como sustratos que son utilizados de manera selectiva por los microorganismos del huésped que confieren un beneficio para la salud (Gibson et al., 2017). Entre los más reconocidos se encuentran los oligosacáridos no digeribles (OND). Los galactooligosacáridos (GOS) han recibido especial atención por sus propiedades biotecnológicas y para la salud. Si bien son componentes naturales de la leche materna (HMO) y están presentes en algunos alimentos, sus concentraciones muchas veces son insuficientes para ejercer efectos significativos, lo que ha alentado su producción mediante reacciones químicas o enzimáticas (Moreno et al., 2017).

La enzima β -galactosidasa (β -gal) ha sido descrita en numerosos microorganismos y cataliza la hidrólisis y la transgalactosilación de la lactosa (Vera et al., 2016; Xavier et al., 2018). En la reacción de transgalactosilación, el residuo de galactosa se transfiere a lactosa u otros aceptores para formar GOS de diferente grado de polimerización (1 a 8 unidades de galactosa y una glucosa terminal) y diferentes enlaces. Varios estudios han demostrado la síntesis de galactosil derivados por β -gal de *Kluyveromyces lactis*, *Aspergillus oryzae*, *Bacillus circulans*, *bifidobacteria* y bacterias del ácido láctico entre otras fuentes microbianas (Osman et al., 2010; Gobinath et al., 2014; Cardelle-Cobas et al., 2016; Yin et al., 2017; Chanalía et al., 2018; Fara et al., 2020).

La mayoría de los estudios se han centrado en su síntesis, estructura, propiedades tecnológicas y beneficios en la salud, y solo unos pocos han evaluado sus modificaciones durante su paso por el tracto gastrointestinal superior, aun cuando esto podría afectar sus propiedades (Laparra et al., 2014; Li et al., 2015; Ferreira-Lazarte et al., 2021). Estudios recientes (Ferreira-Lazarte et al., 2017; 2019, Gallego-Lobillo et al., 2020) han propuesto el uso de enzimas del intestino delgado de rata o cerdo para evaluar la digestión intestinal *in vitro* de oligosacáridos. En estudios previos (Sabater et al., 2019) determinamos la capacidad de la enzima β -gal de *Acidipropionibacterium acidipropionici* LET120 para sintetizar GOS a partir de lactosa (LET120-GOS). En el presente trabajo, evaluamos su digestibilidad utilizando vesículas de membrana del borde en cepillo (BBMV) de cerdo, como un método accesible que simula el proceso *in vivo* que ocurre en el intestino delgado de los mamíferos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Reactivos y microorganismo usados

Se usaron los siguientes reactivos: D-galactosa, D-glucosa, fructosa, lactosa, rafinosa, estaquiosa, fenil- β -glucósido, o-nitrofenol (ONP), y o -nitrofenil- β -D-galactopiranosido (ONPG) provistos por Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EE. UU.): El reactivo de Bradford fue proporcionado por Bio-Rad Laboratory (GmbH, Munich, Alemania). *A. acidipropionici* LET 120 fue activado por 3 pases sucesivos cada 24 hs en caldo MRS con incubación a 37 °C.

Inducción y extracción de β -gal.

Para inducir la síntesis de la enzima, *A. acidipropionici* LET120 se inoculó al 2% (v/v) en caldo MRS, suplementado con lactosa como fuente de carbono (0,5%) y se incubó durante 24 h a 37 °C. Las células bacterianas se recolectaron centrifugando en frío a 10000 x g por 15 min, se lavaron y resuspendieron en tampón de fosfato de sodio 50 mM, pH 6.5. Las células se rompieron con perlas de vidrio estériles (diámetro, 150-212 μ m; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EE. UU.) con FastPrep (Bio101; Savant Instruments, Holbrook, NY, EE. UU.). Las perlas de vidrio se eliminaron mediante centrifugación y el extracto libre de células (ELC) que contenía β -gal, se almacenó a -80 °C. El contenido de proteínas se determinó mediante kit de proteínas Bio-Rad. La albúmina de suero bovino se usó como estándar.

Síntesis de LET120-GOS

La síntesis de galactooligosacáridos por β -gal de *A. acidipropionici* LET120 se realizó siguiendo el protocolo de Sabater (2019). La lactosa (300 g L⁻¹ de concentración final), se mezcló con el ELC de *A. acidipropionici* LET120 a pH 6.5, 45 °C y 1.3 U mL⁻¹ de enzima durante 5 h y las reacciones se detuvieron sumergiendo los tubos en agua hirviendo para inactivar la enzima. Para la semi-purificación de los LET120-GOS se mezcló 1 mL de la mezcla de GOS y 3 g de carbón activado (malla 100–400) en 100 mL de etanol al 10% y se agitó durante 30 min. Las mezclas se filtraron a través de papel Whatman No. 1 y el carbón se agitó con 100 mL de etanol al 50% durante 30 min para eliminar los oligosacáridos. Luego de una segunda filtración, la solución se concentró en un evaporador rotatorio al vacío (40 °C), se disolvió en 1 mL de agua desionizada y se almacenó a -20 °C (Fara et al., 2020). Las muestras de GOS semi-purificadas se analizaron mediante cromatografía de gases (GC-FID).

Preparación de vesículas de membrana del borde en cepillo (BBMV) de intestino delgado de cerdo.

Para obtener las BBMV se siguió la metodología de Ferreira-Lazarte et al. (2019). La mucosa de intestino delgado de cerdos de 7-10 meses de edad se suspendió en tampón de fosfato de sodio con manitol 50 mM (4 °C), se homogeneizó con CaCl₂ 10 mM (Ultra-Turrax, IKA T18 Basic) y se centrifugó a 3000 x g durante 30 min. El sobrenadante se centrifugó a 27000 x g durante 40 min. Se descartó la fracción soluble y el precipitado, que contenía las BBMV se liofilizó y se mantuvo a -80 °C hasta su uso.

Determinación de la actividad de β -galactosidasa de BBMV y RSIE

La actividad de β -gal de los extractos de mucosa de cerdo se cuantificó midiendo la tasa de hidrólisis del sustrato ONPG con un método colorimétrico de acuerdo con nuestro protocolo previo (Sabater et al., 2019): 10 mg mL⁻¹ BBMV se homogeneizaron en tampón de fosfato de sodio 0,05 M frío que contenía azida de sodio al 0,1 % (p/v) y luego se centrifugaron durante 10 min a 3000 x g. La actividad enzimática y el contenido de proteína se determinaron en los sobrenadantes. Para la reacción enzimática se mezcló 1,9 mL de 0,5 mg mL⁻¹ de ONPG con 0,1 mL de solución de BBMV. La liberación de ONP se monitorizó durante 2 h a 37 °C y 420 nm

en un espectrofotómetro de microplacas automatizado (Specord® Plus, Analytik Jena). El contenido de proteínas de cada extracto se determinó mediante el método de Bradford (1976). Las actividades enzimáticas se expresaron como actividades específicas (U mg^{-1}). 1 unidad de β -gal se definió como la cantidad de enzima que libera 1 μmol de ONP por minuto en las condiciones descriptas.

Digestión in vitro de LET120-GOS usando BBMV.

Las soluciones de intestino delgado de cerdo (10 mg mL^{-1} en tampón de fosfato de sodio 0,05 M, pH 7) se mezclaron con $0,2 \text{ mg mL}^{-1}$ LET120-GOS y se incubó a 37°C durante 5 h a 450 rpm. Se tomaron muestras a las 0, 1, 2, 3,5 y 5 horas de reacción y se inactivaron en agua hirviendo para detener la digestión. Lactosa y BBMV también se analizaron como controles sin GOS. La cuantificación de los oligosacáridos luego de la digestión se determinó mediante GC-FID.

Cuantificación de oligosacáridos por cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID).

La concentración de carbohidratos en la mezcla antes y después de las digestiones se analizaron mediante GC-FID de acuerdo con Fara et al., 2020. $15 \mu\text{L}$ de la mezcla de reacción ($4,5 \text{ mg}$ de oligosacáridos) se añadieron a $0,4 \text{ mL}$ de fenil- β -glucósido ($0,5 \text{ mg mL}^{-1}$ de patrón interno). La mezcla se secó en un evaporador rotatorio (Büchi Labortechnik AG, Flawil, Suiza) a 40°C . Las trimetiloximas se formaron añadiendo $250 \mu\text{L}$ de cloruro de hidroxilamina ($2,5\%$) en piridina, seguido por incubación a 70°C durante 30 min. Luego se añadieron $250 \mu\text{L}$ de hexametildisilazano y $25 \mu\text{L}$ de ácido trifluoroacético. La mezclas se incubaron a 50°C por 30 min y se centrifugaron durante 2 min a 10 000 rpm. Los sobrenadantes se analizaron en un cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890A (Wilmington, DE, EE. UU.) con una columna capilar de sílice fundida comercial DB-5HT, ligada, fase reticulada ($30 \text{ m} \times 0,25 \text{ mm}$ de diámetro interior y $0,25 \mu\text{m}$ de espesor de película) (J&W Scientific, Folsom, California, EE. UU.). Inicialmente, la temperatura del horno fue de 180°C , se aumentó a una velocidad de 3°C min^{-1} a 350°C y finalmente se mantuvo durante 25 min. El inyector y detector se fijaron en 280 y 355°C , respectivamente. Las inyecciones se realizaron utilizando nitrógeno a 1 mL min^{-1} como gas portador, en modo dividido (1:30). Los resultados se analizaron con software Agilent ChemStation Rev. B.03.01. Soluciones que contenían galactosa, glucosa, lactosa, rafinosa y estaquiosa y se prepararon en el rango de concentración esperado y los factores de respuesta se calcularon en relación con el patrón interno.

Análisis Estadístico.

Las reacciones de digestión se hicieron en dos análisis GC-FID ($n = 2$) y por duplicado. El test de Tukey permitió determinar las diferencias significativas entre los valores medios después del análisis de varianza (ANOVA de una vía). Se utilizó el programa GraphPad Prism 6 y se consideró estadísticamente significativa una $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La digestibilidad de los galactooligosacáridos (GOS) ha sido poco evaluada y mediante el uso de métodos inadecuados, como soluciones gastrointestinales artificiales sin carbohidrasas (Minekus et al., 2014). El tracto intestinal de los mamíferos contiene varias enzimas lipolíticas (lipasa, colipasa), proteolíticas (tripsina, quimotripsina) e hidrolasas como lactasa, maltasa-glucoamilasa, sacarasa-isomaltasa y trehalasa, que son enzimas involucradas en el catabolismo

de los carbohidratos (Hooton et al., 2015). En este trabajo utilizamos enzimas de la mucosa intestinal de cerdos (BBMV) para evaluar la digestibilidad de los GOS sintetizados por propionibacterias mediante un método *in vitro* desarrollado por Ferreira-Lazarte et al. (2017; 2019). Su capacidad para hidrolizar β -glucósidos (actividad β -gal) fue de 4.9 U mg^{-1} y su contenido de proteína de $2.2 \pm 0.1 \%$ (p/p).

Según el análisis cromatográfico en la mezcla de GOS sintetizados por β -gal de propionibacterias (LET-120-GOS) y purificados con carbón activado se pudo detectar los siguientes disacáridos y trisacáridos: lactosa [β -Gal-(1 \rightarrow 4)-Glc], alolactosa [β -Gal-(1 \rightarrow 6)-Glc], 6-galactobiosa [β -Gal-(1 \rightarrow 6)-Gal] y otros disacáridos no identificados. La fracción de trisacáridos estuvo compuesta mayoritariamente por 3-galactosil lactosa, [β -Gal-(1 \rightarrow 3)- β -Gal-(1 \rightarrow 4)-Glc], seguido de 6-galactosil lactosa [β -Gal-(1 \rightarrow 6)- β -Gal-(1 \rightarrow 4)-Glc], 4-galactosil lactosa [β -Gal-(1 \rightarrow 4)- β -Gal-(1 \rightarrow 4)-Glc] y otros trisacáridos no identificados. La composición porcentual fue: 1.3% de galactosa, 4.7% de glucosa, 40.9% de lactosa, 1.1% de alolactosa, 0.5% de 6'galactobiosa, 9.5% de otros disacáridos desconocidos, 15.2% de 3'galactosil lactosa, 6.3% de 4'galactosil lactosa, 6.8% de 6'galactosil lactosa y 13.8% de otros trisacáridos, resultando un total de 53.2% de GOS totales.

La Tabla 1 muestra los contenidos de carbohidratos en la mezcla de oligosacáridos a lo largo de la digestión con BBMV. La lactosa se incluyó para comparar la digestión del sustrato libre. A medida que avanzaba la digestión, se observó un aumento en los niveles de monosacáridos y disminución progresiva en las fracciones de di- y trisacáridos (Tabla 2). Al finalizar la digestión, el 46,8 % de los GOS fue degradado por BBMV. Un análisis individual de los carbohidratos mostró que tras 2 h de reacción con las enzimas digestivas (tiempo promedio de tránsito en el intestino delgado), solo se hidrolizó la lactosa (β -Gal-(1 \rightarrow 4)-Glc) mientras que la alolactosa (β -Gal-(1 \rightarrow 6)-Glc) y 6-galactobiosa [β -Gal-(1 \rightarrow 6)-Gal] no se degradaron en absoluto (Figura 1). La mayor degradación de la lactosa, con respecto a sus isómeros, así como la mayor resistencia de las galactosilgalactosas en lugar de las galactosilglucosas ha sido previamente demostrada en estudios *in vitro* e *in vivo* (Hernández-Hernández et al., 2012; Julio-Gonzalez et al., 2019). En cuanto a los trisacáridos, aquellos con enlace β (1 \rightarrow 6) mostraron una mayor resistencia a la degradación intestinal que los GOS con enlaces β (1 \rightarrow 4) y β (1 \rightarrow 3) (Tabla 1 y figura 2), en concordancia con estudios previos (Hernández-Hernández et al., 2012, Ferreira-Lazarte et al., 2019). A las 2 h de reacción con la mezcla de LET120-GOS, BBMV hidrolizó 23,5% de 6'GaLa, 25,4% de 4'GaLa y 44,7% de 3'GaLa.

El uso de modelos realistas, como la digestión *in vitro* con enzimas de mucosa de intestinal de mamíferos ha demostrado que muchos GOS potencialmente prebióticos se podrían hidrolizar en diferente grado, lo que afectaría su disponibilidad en el colon. La β -gal de *A. acidipropionici* LET120 produce mediante transgalactosilación, oligosacáridos con enlaces β (1 \rightarrow 3) y β (1 \rightarrow 6) (Sabater et al., 2019), al igual que otras cepas de bacterias lácticas y bifidobacterias (Iqbal et al., 2010, Fara et al., 2020). Se ha reportado que los enlaces β (1 \rightarrow 6) son preferidos por la β -gal de bifidobacterias (Cardelle-Cobas et al., 2011), y de acuerdo a nuestros resultados y los de otros estudios serían los más resistentes a la digestión intestinal, por lo que estos compuestos estarían biodisponibles para ejercer su efecto bifidogénico en el colon. Por el contrario, los enlaces β (1 \rightarrow 3) y β (1 \rightarrow 4) son mayormente degradados por las enzimas intestinales. Las disacaridasas presentes en las BBMV de cerdo han demostrado hidrolizar LET120-GOS, y esto podría deberse a su composición dominada por β (1 \rightarrow 3) galactosil lactosa. La tabla 3 muestra el porcentaje de carbohidratos iniciales (como di-GOS, tri-GOS y sustratos totales) que accederían al colon para ser fermentados luego del pasaje por el intestino delgado.

Los resultados de este estudio revelaron que la digestión intestinal *in vitro* con BBMV degradó parcialmente los GOS potencialmente prebióticos sintetizados por *A. acidipropionici* LET120 lo que afectaría la dosis que accede al colon para ejercer sus efectos beneficiosos. Sin embargo, se deben realizar estudios *in vivo* para confirmar estos resultados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por EMHE-CSIC 2017, PICT-3504 de ANPCyT (Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Argentina) y Proyecto IC-901 de la USPT (Universidad de San Pablo-Tucumán).

BIBLIOGRAFÍA

- Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-445 dye binding. *Anal. Biochem.* 72(1): 248–254.
- Cardelle-Cobas, A., Corzo, N., Olano, A., Peláez, C., Requena, T., Ávila, M. 2011. Galactooligosaccharides derived from lactose and lactulose: influence of structure on *Lactobacillus*, *Streptococcus* and *Bifidobacterium* growth. *Int. J. Food Microbiol.* 149(1): 81–87.
- Cardelle-Cobas A, Olano A, Irazoqui G, Giacomini C, Batista-Viera F, Corzo N; Corzo-Martinez, M. 2016. Synthesis of oligosaccharides derived from lactulose (OsLu) using soluble and immobilized *Aspergillus oryzae* β -Galactosidase. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 4, 1–21.
- Chanalia, P., Gandhi, D., Attri, P., Dhanda, S. 2018. Purification and characterization of β -galactosidase from probiotic *Pediococcus acidilactici* and its use in milk lactose hydrolysis and galactooligosaccharide synthesis. *Bioorg. Chem.* 77: 176-189.
- Collins S, Reid G. 2016. Distant site effects of digested prebiotics. *Nutrients.* 8:523.
- Fara, A., Sabater, C., Palacios, J., Requena, T., Montilla, A., & Zárata, G. 2020. Prebiotic galactooligosaccharides production from lactose and lactulose by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* CRL450. *Food & Funct.* 11(7): 5875-5886.
- Ferreira-Lazarte, A., P. Gallego-Lobillo, F. J. Moreno, M. Villamiel, and O. Hernández-Hernández. 2019. In vitro digestibility of galactooligosaccharides: Effect of the structural features on their intestinal degradation. *J. Agric. Food Chem.* 67 (16): 4662–70.
- Ferreira-Lazarte, A., A. Olano, M. Villamiel, and F. J. Moreno. 2017. Assessment of in vitro digestibility of dietary carbohydrates using rat small intestinal extract. *J. Agric. Food Chem.* 65(36): 8046–53.
- Ferreira-Lazarte, A., Moreno, F. J., & Villamiel, M. 2021. Bringing the digestibility of prebiotics into focus: update of carbohydrate digestion models. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 61(19): 3267-3278.
- Gallego-Lobillo, P., A. Ferreira-Lazarte, O. Hernández-Hernández, and M. Villamiel. 2020. Kinetic study on the digestibility of lactose and lactulose using small intestinal glycosidases. *Food Chem.* 316, 126326.
- Gibson, G. R., R. Hutkins, M. E. Sanders, S. L. Prescott, R. A. Reimer, S. J. Salminen, K. Scott, C. Stanton, K. S. Swanson, P. D. Cani, et al. 2017. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 14(8): 491–502.
- Gobinath, D., Prapulla, S.G. Permeabilized probiotic *Lactobacillus plantarum* as a source of β -galactosidase for the synthesis of prebiotic galactooligosaccharides. 2014. *Biotechnol Lett.* 36, 153–157.
- Hernández-Hernández, O., M. C. Marin-Manzano, L. A. Rubio, F. J. Moreno, M. L. Sanz, and A. Clemente. 2012. Monomer and linkage type of galacto-oligosaccharides affect their resistance to ileal digestion and prebiotic properties in rats. *J Nutr.* 142(7):1232–9.

- Hernández-Hernández, O., A. Olano, R. A. Rastall, and F. J. Moreno. 2019. In vitro digestibility of dietary carbohydrates: Toward a standardized methodology beyond amylolytic and microbial enzymes. *Front. Nutr.* 6, 61.
- Hooton, D., Lentle, R., Monro, J., Wickham, M., & Simpson, R. 2015. The secretion and action of brush border enzymes in the mammalian small intestine. *Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol.* 59-118.
- Iqbal, S., Nguyen, T.H., Nguyen, T.T., Maischberger, T., Haltrich, D., 2010. β -Galactosidase from *Lactobacillus plantarum* WCFS1: biochemical characterization and formation of prebiotic galacto-oligosaccharides. *Carbohydr. Res.* 345, 1408–1416.
- Julio-Gonzalez, L. C., O. Hernández-Hernández, F. J. Moreno, A. Olano, M. L. Jimeno, and N. Corzo. 2019. Trans-b-galactosidase activity of pig enzymes embedded in the small intestinal brush border membrane vesicles. *Sci. Rep.* 9(1): 960.
- Laparra, J. M., M. Díez-Municio, M. Herrero, and F. J. Moreno. 2014. Structural differences of prebiotic oligosaccharides influence their capability to enhance iron absorption in deficient rats. *Food Funct.* 5 (10): 2430–7.
- Li, W., K. Wang, Y. Sun, H. Ye, B. Hu, and X. Zeng. 2015. Influences of structures of galactooligosaccharides and fructooligosaccharides on the fermentation in vitro by human intestinal microbiota. *JFF.* 13: 158–68.
- Li D, Wang P, Wang P, Hu X, Chen F: 2016. The gut microbiota: a treasure for human health. *Biotechnol Adv*, 34: 1210-1224.
- Minekus, M.; Alming, M; P. Alvito, S. Ballance, T. Bohn, C. Bourlieu, F. Carriere, R. Boutrou, M. Corredig, D. Dupont, C. Dufour, L. Egger, M. Golding, et al., 2014. A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. *Food Funct.* 5, 1113–1124.
- Moreno, FJ; N Corzo, A. Montilla, M. Villamiel, A. Olano. 2017. Current state and latest advances in the concept, production and functionality of prebiotic oligosaccharides. *Curr. Opin. Food Sci.* 13:50–55.
- Noce, A., Marrone, G., Di Daniele, F., Ottaviani, E., Jones, G.W., Bernini, R., Romani, A., Rovella, V. 2019. Impact of gut microbiota composition on onset and progression of chronic non-communicable diseases. *Nutrients.* 11(5): 1073.
- Osman, A., Tzortzis, G., Rastall, R.A., Charalampopoulos, D. 2010. A comprehensive investigation of the synthesis of prebiotic galactooligosaccharides by whole cells of *Bifidobacterium bifidum* NCIMB 41171. *J. Biotechnol.* 150: 140–148.
- Popkin, B.M., Barquera, S., Corvalan, C., Hofman, K.J., Monteiro, C., Ng, S.W., Swart, E.C., Taillie, L.S. 2021. Towards unified and impactful policies to reduce ultra-processed food consumption and promote healthier eating. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 9(7): 462-470.
- Power, S. E., O'Toole, P. W., Stanton, C., Ross, R. P., & Fitzgerald, G. F. 2014. Intestinal microbiota, diet and health. *BJN.* 111(3): 387-402.
- Sabater, C., Fara, A., Palacios, J., Corzo, N., Requena, T., Montilla, A., & Zárata, G. 2019. Synthesis of prebiotic galactooligosaccharides from lactose and lactulose by dairy propionibacteria. *Food Microbiol.* 77: 93-105.
- Sanders, M. E., Merenstein, D. J., Reid, G., Gibson, G. R., & Rastall, R. A. 2019. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 16(10): 605-616.

Scott KP, Antoine J-M, Midtvedt T, van Hemert S. 2015. Manipulating the gut microbiota to maintain health and treat disease. *Microb Ecol Health Dis.* 26:25877.

Singh, R. K., Chang, H., Yan, D., Lee, K. M., Ucmak, D., Wong, K., Abrouk, M., Farahnik, B., Nakamura, M., Zhu, T. H., Tina Bhutani, T. & Liao, W. 2017. Influence of diet on the gut microbiome and implications for human health. *Transl Med.* 15(1): 1-17.

Vera, C., Córdova, A., Aburto, C., Guerrero, C., Suárez, S., Illanes, A., 2016. Synthesis and purification of galacto-oligosaccharides: state of the art. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 32(197): 1–20.

Xavier, J. R., Ramana, K. V., & Sharma, R. K. 2018. β -galactosidase: Biotechnological applications in food processing. *J. Food Biochem.* 42(5), e12564.

Yin, H., Bultema, J.B., Dijkhuizen, L., van Leeuwen, Sander, S., 2017. Reaction kinetics and galactooligosaccharide product profiles of the β -galactosidases from *Bacillus circulans*, *Kluyveromyces lactis* and *Aspergillus oryzae*. *Food Chem.* 225: 230–238.

Figura 1: Grado de hidrólisis (%) de di- y tri-sacáridos durante la digestión de LET120-GOS, a las 2 h y 5 h de reacción.

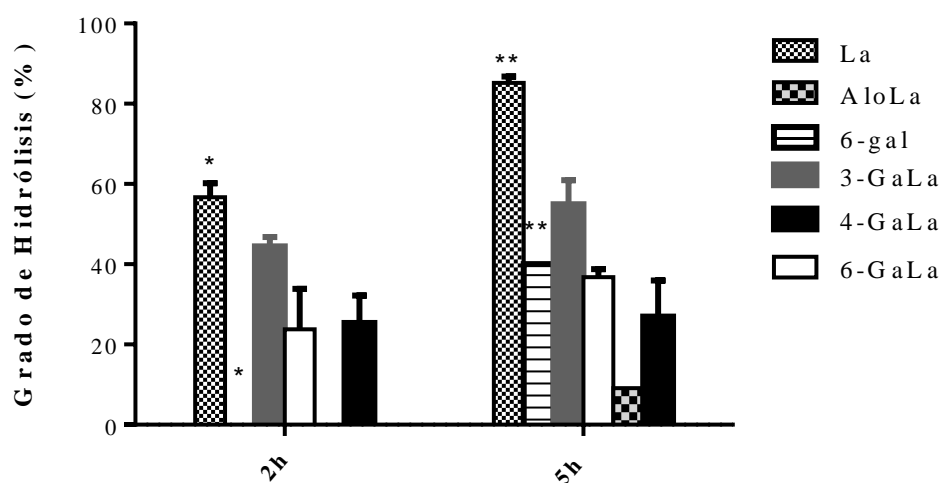


Tabla. 1 Contenido de carbohidratos (% de carbohidratos totales cuantificados) determinado por GC–FID en muestras digeridas con BBMV a 37 °C y pH 7.

Digestión (h)	Glucosa	Galactosa	Lactosa	AloLa	6-gal	Otros DI-GOS	3' GaLa	4' GaLa	6' GaLa	Otros TRI-GOS	GOS
Lactosa											
0	0.0±0.0	0.0±0.0	100.0±0.0								
1	29.6±2.8	26.0±1.4	44.4±1.3								
2	36.9±0.6	31.6±0.4	31.5±1.1								
3.5	43.4±2.2	43.3±2.5	13.3±0.3								
5	44.4±1.8	48.0±1.8	7.6±0.0								
LET120-GOS											
0	4.7±0.0	1.3±0.1	40.9±0.8	1.1±0.1	0.5±0.0	9.5±0.6	15.2±0.2	6.3±0.1	6.8±0.1	13.8±0.6	53.2±0.9
1	16.1±0.9	13.6±0.8	28.4±0.9	1.1±0.0	0.5±0.0	5.9±0.0	11.4±0.1	5.7±0.1	5.6±0.4	11.8±1.4	41.9±0.7
2	23.1±1.2	23.1±1.6	17.6±1.3	1.1±0.0	0.5±0.0	5.8±0.3	8.4±0.3	4.7±0.4	5.2±0.8	10.4±0.4	36.2±1.5
3.5	28.6±1.7	26.3±1.0	11.5±0.5	1.1±0.0	0.4±0.0	5.5±0.2	7.2±0.3	4.7±0.7	5.2±0.4	9.5±1.8	33.6±2.1
5	31.2±0.2	34.4±1.2	6.1±0.6	1.0±0.0	0.3±0.0	4.5±0.2	6.8±0.9	4.6±0.6	4.3±0.1	6.8±0.6	28.3±0.9

Los datos son la media ± DE (n=2). AloLa = alolactosa, 6-Gal= 6-galactobiosa, 3' GaLa= β-1.3-galactosil lactosa, 4' GaLa= β-1.4-galactosil lactosa, 6' GaLa= β-1.6-galactosil lactosa. GOS= Contenido de oligosacáridos basado en la suma de di- y trisacáridos.

Tabla 2. Hidrólisis (%) evolución de di y trisacáridos durante la digestión con BBMV y RSEI.

120GOS	BBMV	
	Di-GOS	Tri-GOS
Tiempo (h)		
0	0.0	0.0
1	32.4	18.1
2	32.3	31.8
3.5	40.1	36.8
5	47.7	46.6.

Tabla 3. Carbohidratos remanentes (%) que estarían disponibles para ser fermentados por la microbiota colónica.

Tiempo (h)	0	1	2	3.5	5
Di-GOS	100±0.0 ^C	67.6±0.0 ^B	67.7±3.2 ^B	59.9±1.3 ^A	52.3±1.3 ^A
Tri-GOS	100±0.0 ^D	81.9±1.8 ^C	68.2±2.9 ^B	63.2±5.5 ^B	53.4±2.4 ^A
Sustratos totales*	100±0.0 ^D	94.1±0.1 ^D	74.8±1.8 ^C	57.2±3.0 ^B	36.6±1.5 ^A

*GOS + lactosa remanente en la mezcla

(A,B,C,D) Diferencias estadísticas significativas de los oligosacáridos entre cada tiempo (filas)

AGUA POTABLE PARA UNA COMUNIDAD DE ALTA MONTAÑA**ALBARRACÍN J.^{1*}, PÉREZ M.¹ TORRES, M.C.¹**¹*FEDUCAVI (Fundación Educación y Calidad de Vida)***jmoran@uspt.edu.ar***RESUMEN**

Se describen acciones que se desarrollaron en la comunidad de Las Carreras (Dpto. Tafí del Valle, Tucumán, Argentina) ubicada a 2400 m de altura, y a 13 km de Tafí del Valle.

Es un sector rural disperso. La población, de muy escasos recursos, se compone aproximadamente de 120 familias. Muchas de ellas pertenecen a pueblos originarios. Los pobladores realizan algunos cultivos, y trabajan como obreros temporarios.

En la zona está ubicada la Escuela N° 22, de jornada completa. Asisten más de 150 alumnos de nivel inicial y primario, algunos con capacidades diferentes.

Los agentes sanitarios detectaron en los dos últimos años un aumento en las enfermedades gastrointestinales y parasitarias.

El agua que consume la población proviene del río Los Alisos, mediante diferentes formas de conexión. Se distribuye en forma precaria y sin tratamiento adecuado, ni cloración, por lo que está sumamente contaminada. Después de lluvias importantes, el agua es barrosa y puede arrastrar parásitos y basura.

Los pobladores se ven obligados a adquirir agua mineral, encarecida por el transporte, lo que resulta muy oneroso. Es necesario que cuenten con agua potabilizada y con una red de distribución más adecuada.

Al realizar un diagnóstico de la situación se evidenció la necesidad de:

-Reformar la actual red de agua y construir una infraestructura para suministrar agua potable a la población.

-Proveer tanques de agua domiciliario.

-Capacitar a líderes comunitarios, para tender a la autogestión del agua.

-Promover conductas saludables respecto a los recursos hídricos.

FEDUCAVI obtuvo un importante subsidio de la prestigiosa Fundación Probitas de Barcelona (España). Mediante dicho subsidio se realizaron las acciones anteriormente señaladas

SUMMARY

Actions that were developed in the community of Las Carreras (Tafí del Valle Department, Tucumán, Argentina) located at an altitude of 2400 m, and 13 km from Tafí del Valle are described.

It is a dispersed rural sector. The population, with very limited resources, is made up of approximately 120 families. Many of them belong to native peoples. The inhabitants grow some crops, and work as temporary workers.

Full-time School No. 22 is located in the area. More than 150 students of initial and primary level attend, some with different abilities.

Health agents detected an increase in gastrointestinal and parasitic diseases in the last two years. The water consumed by the population comes from the Los Alisos river, through different forms of connection. It is distributed precariously and without proper treatment or chlorination, so it is highly contaminated. After heavy rains, the water is muddy and can carry vermin and debris.

The inhabitants are forced to buy mineral water, which is made more expensive by transportation, which is very expensive. It is necessary that they have drinkable water and a more adequate distribution network.

When carrying out a diagnosis of the situation, the need for:

-Reform the current water network and build an infrastructure to supply drinking water to the population.

-Provide home water tanks.

-Train community leaders, to tend towards self-management of water.

-Promote healthy behaviors regarding water resources.

FEDUCAVI obtained an important subsidy from the prestigious Probitas Foundation of Barcelona (Spain). Through said subsidy, the aforementioned actions were carried out

Palabras clave: Las Carreras - Valles calchaquíes- Agua potable – Comunidad mixta

Keywords: Las Carreras - Calchaquí Valleys- Potable water - Mixed community

INTRODUCCION

El acceso pleno al agua y al saneamiento es sinónimo de inclusión social y dignidad humana. Por estos motivos han sido reconocidos como un derecho

humano fundamental. Kliksberg (2013) afirma que “El acceso al agua es un derecho humano básico. Sin agua potable y saneamiento, no hay ciudadanía real”.

La aparente abundancia de este elemento, por la existencia de ríos o lagunas en la zona, no implica necesariamente que la población tenga realmente acceso a agua de buena calidad. (Keller H., 1992; Linniger et al., 1998).



Figura 1- La escuela

Tal es el caso de la zona de los Valles Calchaquíes en Tucumán, zona turística caracterizada por las bellezas naturales.

Entre las comunidades que afrontan esta situación se encuentra la que habita en Las Carreras (Dpto. Tafí del Valle, Tucumán, Argentina) localidad ubicada a 2400 msnm de altura y a 13 km de la conocida villa turística Tafí del Valle.

Ambientalmente se considera como un sector rural disperso. Desde el punto de vista económico es una población de escasos recursos, de aproximadamente 120 familias. Muchas de ellas son de pueblos originarios, principalmente de la etnia Diaguita Calchaquí.

Los pobladores cultivan lechuga, frutilla y papa semilla, o trabajan como obreros temporarios.

En la zona está ubicada la Escuela N° 22, (Figura 1) de jornada completa. Asisten a ella más de 150 alumnos de nivel inicial y primario, algunos de ellos con capacidades diferentes.

En la escuela se fabrica en forma artesanal dulce de leche, sin colorantes ni aditivos, que se comercializa para solventar algunos gastos de alimentación de los niños en el comedor.

La población carece de abastecimiento de agua potable y sólo cuenta con la que deriva del río Los Alisos, que se conduce a cielo abierto, a un piletón, sometiéndola sólo a un precario filtrado por grava. Desde allí se distribuye a parte de la comunidad (Figura 2). Esta agua carece de tratamiento adecuado, y está contaminada por la exposición al aire libre y el arrastre de barro y basura durante las lluvias. En época de grandes tormentas, el agua que se distribuye mediante esta red arrastra abundante barro que no es filtrado por el lecho de grava.



Figura 2-Parte de la red de distribución

El uso de agua no apta para consumo humano es una importante causa de enfermedades gastrointestinales y parasitarias, especialmente en los niños de

Un problema adicional es que la red no está correctamente diseñada ni administrada.

Por otra parte, las diferentes alturas de los terrenos (Cientos de metros de diferencia) obligan al uso de válvulas que regulen la presión del agua, de otra manera algunas casas tienen presiones excesivas y otras insuficientes.

Al parecer los vecinos, imprudentemente, manipulan las válvulas por su cuenta, y si las mismas quedan dañadas, (Figura 3) su reemplazo implica un importante gasto y una prolongada espera. la zona.

Por otra parte, la población presenta hábitos inadecuados desde el punto de vista sanitario (por ejemplo, arroja los residuos al río o a sus márgenes) y no se encuentra preparada para el buen uso y gestión del agua potable.

DIAGNÓSTICO

Un grupo de docentes de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán, que integraba un proyecto de investigación, comenzó a realizar estudios de caso sobre la situación hídrica en distintas localidades de la Provincia, así como a brindar formación sobre la temática del agua.

Para tender a la solución de dichos problemas, se desarrollaron varios proyectos de investigación y de voluntariado. Se trabajó en la localidad de Las Carreras, debido a que se trataba de una comunidad vulnerable y que afortunadamente se contaba con la estrecha colaboración de los docentes de la Escuela, lugar que es centro de las actividades de la zona.

Posteriormente miembros de la Fundación FEDUCAVI realizaron un relevamiento exhaustivo de la red de distribución de agua. Los resultados del mismo evidenciaron la necesidad de:

- Mejorar la red de distribución de agua
- Construir una infraestructura para suministrar agua potable a la población.
- Además de este diagnóstico desde el punto de vista técnico, era necesarios efectuar sondeos para evaluar opiniones y conocimientos de la comunidad sobre el tema del agua. A tal fin se realizó una serie de acciones:
 - Observación participativa sobre la base de unidades domésticas seleccionadas: Se recorrió la zona a fin de identificar a las familias residentes. Debe tenerse en cuenta que se trata de una población rural dispersa por lo que esta tarea presentó algunas dificultades.
 - Aplicación de entrevistas (Figura 4) a familias y autoridades locales: Se indagó sobre las problemáticas de la zona, el conocimiento respecto al agua, los sistemas de gestión que podrían proponerse para el manejo del agua. Se observó apertura y participación.



Figura 3 – Válvula dañada

PRESENTACIÓN DE UN PROYECTO



Figura 4 - Entrevista

La Fundación FEDUCAVI presentó un proyecto titulado “Gestión del agua en una comunidad vulnerable de alta montaña” a la Fundación PROBITAS, prestigiosa institución de Barcelona, España. PROBITAS declara como su misión “Utilizar la experiencia y conocimiento de Grifols con el fin de apoyar y capacitar a las poblaciones locales y reforzar los sistemas sanitarios de todo el mundo, con especial atención a las regiones con menos recursos”. El objetivo general del proyecto fue: Lograr para una comunidad de alta montaña el

abastecimiento de agua potable, como base para mejorar la calidad de vida de la población y promover la capacidad de autogestión de recursos hídricos. Se obtuvo un importante subsidio.

ACCIONES

Acciones técnicas:



Figura 5- Tanque

Se ha extendido 2600 m la red de agua.

Se construyeron tapas de válvulas para proteger las mismas de manejos indebidos de los habitantes.

Se diseñó y construyó un decantador.

Se instaló un equipo de potabilización por cloración.

Surgió como necesidad emergente, la de proveer tanques de agua. En efecto, después de lluvias importantes, es necesario interrumpir transitoriamente la provisión de agua, ya que la cantidad de barro, arena y hojas satura el sistema de decantación. Al contar con tanques, la población no se ve afectada por el problema.

Se hizo necesario construir bases de hormigón armado y hierro para sostener los tanques domiciliarios, (Fig. 5) ya que algunas viviendas bastante precarias no soportarían el peso de los tanques. Además, en la zona se desencadenan fuertes vientos que en ocasiones han levantado techos de algunas casas, lo que debe tenerse en cuenta para prevenir futuras catástrofes.

Acciones sociales y educativas

Docentes y alumnos universitarios dictaron charlas sobre la problemática del agua a la comunidad, en el ámbito de la Escuela. Los temas tratados fueron las características del agua, la necesidad de agua potable, el buen manejo de este elemento.

Reuniones con la comunidad:

Se organizaron también charlas de formación para la comunidad sobre la temática del agua



Figura 6- Reunión con la comunidad

En varias ocasiones se realizaron reuniones con la comunidad. (Figura 6).

Se trabajó con el árbol de problemas.

Lógicamente surgió el tema de la distribución del agua, y los problemas vecinales que ocasiona.

Se detectó como necesaria la formación de una Mesa de Gestión que pueda ocuparse de la gestión del agua. Uno de los objetivos es lograr que los pobladores contribuyan con una suma mínima a la gestión del agua, dado que si se instala un sistema de potabilización,

es necesario mantener la provisión de insumos.

Se produjeron acaloradas discusiones, dado que los miembros de la comunidad no están acostumbrados a pagar por el agua.

(Sin embargo, erogan sumas mayores para obtener agua mineral, que es muy costosa por gastos de transporte).

Finalmente se logró fijar una pequeña suma para la contribución y se propusieron para una mesa de gestión.

Talleres con docentes de la escuela

Se organizó un taller para todos los docentes de la Escuela N°22 sobre la transversalidad de la temática del agua. Se abordó el tema desde las distintas áreas lo que se puso de manifiesto en producciones como: poesías, teatralizaciones y en actividades de educación física. Como resultado de dicho taller surgió un Proyecto Institucional.

Iniciación científica de los alumnos de la Escuela N° 22:

Los docentes y alumnos universitarios realizaron con los alumnos de la Escuela experimentos relacionados con el agua, tanto en el nivel inicial como en la primaria (Figura 7).



Figura 7- Experimentación

Se observó entusiasmo e interés de los alumnos. Debe destacarse que se contó con la más amplia colaboración de los docentes de la Escuela.

Fue muy interesante la participación de los alumnos universitarios, que establecieron muy buen diálogo con los más pequeños.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se ha beneficiado en forma directa a unas 700 personas, de las cuales más de la mitad son menores de 15 años, algunos con capacidades diferentes. Parte de los beneficiarios pertenecen a pueblos originarios.

Se estima además unos 1000 beneficiarios indirectos: Personas del entorno, alumnos de la escuela y trabajadores que no residen en Las Carreras, visitantes ocasionales y turistas.

Se iniciaron dos proyectos de Educación Ambiental con impacto en la escuela y en la comunidad.

Por otro lado, el equipo de la División de Asesoramiento Comunitario del SePaPyS (Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento) se ha reunido con vecinos de la comunidad a fin de impulsar la formación de una Junta de agua. Paralelamente, se ha iniciado el trámite para la vinculación formal con SePaPyS.

Se ha logrado en gran parte modificar el pensamiento colectivo respecto a la necesidad de contar con agua potable y de involucrarse en su gestión.

Sin embargo, pobladores más antiguos están tan aferrados a sus costumbres ancestrales que manifiestan “extraño beber el agua de la acequia”.

Algunos consideran de poca importancia el hecho de poder contar con agua potable, y se resisten a colaborar económicamente para la compra de los insumos. Lamentablemente se supone que “el Estado” debe proveer todo gratuitamente.

Puede afirmarse que se ha logrado parcialmente en la población:

- Concientización sobre el problema del agua.
- Preparación para la autogestión.
- Cambios de conductas hacia hábitos saludables.

BIBLIOGRAFIA

- Keller, H. 1992. Hydrologie und Waldwirkung - Forest Diseases and Hydrological Processes. Dtsch. Gewässerkd. Mitt. [Koblenz], 5/6: 169-171.
- Kliksberg, Bernardo (2003). Revista Venezolana de Gerencia (RVG) Año 8. N° 24, 2003, 661-665 Universidad del Zulia (LUZ) · ISSN 1315-9984 –
- Liniger, H.P., Weingartner, R., Grosjean, M., Kull, C., MacMillan, L., Messerli, B., Bisaz, A. y Lutz, U. (1998). Mountains of the world: water towers for the twenty-first century. A contribution to global freshwater management. Mountain Agenda. Berna, Paul Haupt.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la importante colaboración de la Prof. Silvia Hoyos, directora de la Escuela Nº 22.

“PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*LACTUCA SATIVA*) EN INVERNADEROS CON SISTEMA DE ALMÁCIGOS FLOTANTES

COMO

ALTERNATIVA EN CULTIVOS EXTENSIVOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS Y EFICIENCIA”

CONTRERAS J., GONZÁLEZ K.

javiercntrrs@gmail.com, kgonzalez@uspt.edu.ar

* Universidad de San Pablo Tucumán, Av. Solano Vera y Camino a Villa Nougues, (4129) San Pablo,

Tucumán, Argentina.

* kgonzalez@uspt.edu.ar

Resumen

Este trabajo se enfoca en el desarrollo de alternativas económicas y estructurales para el progreso de los negocios agrícolas, sin olvidar la preservación del medio ambiente.

El sistema de almácigos flotantes es una herramienta, entre tantas, para la preservación de nuestro ecosistema y la producción sustentable de alimentos.

Se probó la validez de la conductividad como técnica para la utilización exacta de fertilizantes (solución nutritiva) y se ha detallado su metodología de trabajo a fin de lograr una correcta implementación.

Se logró cuantificar, mediante un esquema de negocios, la rentabilidad de esta técnica en una acción orientada a la producción de lechuga y comprobar su plausibilidad como alternativa para la producción de ciertos cultivos extensivos y su optimización de costos y eficiencia.

También a lo largo de la Investigación se dejó en evidencia la falta de información sobre cultivos hidropónicos en Argentina, no contando con ninguna base de datos al respecto.

Palabras claves: bandejas flotantes, Hidroponías, Lechuga

Abstract

This work focuses on the development of economic and structural alternatives for the progress of agricultural businesses, without forgetting the preservation of the environment.

The floating nursery system is one tool, among many, for the preservation of our ecosystem and the sustainable production of food.

The validity of conductivity as a technique for the exact use of fertilizers (nutrient solution) was tested and its work methodology has been detailed in order to achieve a correct implementation.

It was possible to quantify, through a business scheme, the profitability of this technique in an action oriented to the production of lettuce and to verify its plausibility as an alternative for the production of certain extensive crops and its optimization of costs and efficiency.

Also throughout the Investigation, the lack of information on hydroponic crops in Argentina was made evident, not having any database in this regard.

Keywords: floating trays, Hydroponics, Lettuce

Introducción

El cultivo en hidroponía es una modalidad en el manejo de plantas, que permite su cultivo sin suelo. La hidroponía deriva del griego Hydro (agua) y ponos (labor o trabajo).

Mediante esta técnica se producen plantas principalmente de tipo herbáceo, aprovechando sitios o áreas no convencionales, sin perder de vista las necesidades de las plantas, como luz, temperatura, agua y nutrientes. En el sistema hidropónico los elementos minerales esenciales son aportados por la solución nutritiva (fertilizante).

La solución nutritiva es un factor crítico en cultivos Hidropónicos o Sistemas de Bandejas Flotantes, los cuales pueden ser medidos por conductividad eléctrica (CE). Estas mediciones nos indican si el cultivo está absorbiendo los minerales y nutrientes necesarios para su desarrollo.

De igual manera, nos indica las cantidades exactas de fertilizante y otros agroquímicos que debemos utilizar a fin de mantener el cultivo en los niveles óptimos para su correcto crecimiento y posterior trasplante.

A partir de un ensayo llevado a cabo durante 5 años se logró resumir en una tabla los parámetros de fertilización según la conductividad existente. Estos valores por supuesto aplican de diferentes maneras según el cultivo elegido ya que no todos tienen la misma afinidad, en el caso de la lechuga, se sabe que el valor buscado es 30ds/m (deciSiemens) por tanto se toman mediciones a los 10 y 21 días desde su cultivo respectivamente y se fertiliza siempre que el valor estuviera en un rango inferior al mencionado. Para aplicar lo anteriormente mencionado, es fundamental conocer la Conductividad Eléctrica (CE) en los piletones, para esto es necesario contar con un conductímetro, con el cual se calculara $CE_{techo} - CE_{piso}$ para así obtener la proporción de fertilizante necesario.

El rendimiento de los cultivos hidropónicos puede duplicar o más los cultivos en suelo. La disponibilidad de agua y nutrientes, los niveles de radiación y temperatura del ambiente, la densidad de siembra o disposición de las plantas en el sistema hidropónico, la acción de patógenos o plagas, etc., incidirán fuertemente en el rendimiento del cultivo.

La actual demanda de alimentos por parte de la población general invita a desarrollar e implementar nuevas técnicas de producción que puedan suplir las mismas.

Justificación

Dentro de este escenario, se encuentran limitaciones territoriales cada vez más presentes a medida que la demanda ocupacional, creada por la expansión inevitable de la población, transforma actuales áreas de cultivo en nuevas metrópolis, las cuales, paradójicamente demandan mayores provisiones de alimentos. Ante esta situación los agro negocios se ven obligados a desarrollar técnicas que permitan maximizar la eficiencia de los cultivos, tanto en tiempo como en

superficie. Esta necesidad, llevo al desarrollo de la hidroponía, la cual luego dio origen a diferentes subdivisiones de la misma, como los Almacigos en Sistema de Bandejas Flotantes.

Un sistema de almacigos flotantes permite el control exhaustivo de un cultivo, desde su germinación hasta su madurez. Asegurando esto la medida utilización de agroquímicos y pesticidas, siendo un gran impacto favorable para el medio ambiente y consumidores finales del producto.

El sistema de almacigos flotantes permite maximizar la producción sin necesidad de incurrir en mayores áreas de cultivo. Esto se logra gracias la coordinación y rotación entre los almacigos sembrados y los trasplantados a campo, de esta manera cuando llega el momento de la cosecha, ya contamos con almacigos maduros que tomaran el lugar de los cosechados, asegurando producciones contiguas y constantes. La ventaja de este tipo de técnica también se aprecia de manera económica, esto es porque permiten a pequeños productores competir a mayor escala sin necesidad de contar con mayores infraestructuras. El ahorro económico producido por el minucioso control en los productos agroquímicos lleva a mejores rentabilidades del producto, las cuales ayudan a crear mayores y mejores fuentes de trabajo. Dado el integro control fitosanitario logrado en este tipo de prácticas, se puede deducir que se logrará un impacto a gran escala en el manejo de plagas y malezas debido a la sanidad de los plantines durante el

trasplante, siendo este un punto importante para evitar la resistencia de las mismas ante el uso excesivo de agroquímicos. A su vez, los beneficios ambientales serán percibidos ante la disminución de envases plásticos descartados.

Hipótesis

¿Será posible cumplimentar los cultivos extensivos mediante el sistema de bandejas flotantes?

Objetivos

General: Analizar el proceso de producción del sistema de Almacigos Flotantes para la producción de lechugas en invernaderos como alternativa al sistema tradicional.

Específicos

Describir sistemáticamente la producción de lechuga.

- Determinar por medio de conductometría la cantidad de fertilizante.
- Determinar los costos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) mediante el sistema de almacigos flotantes.
- Evidenciar la maximización del rendimiento de la tierra.
- Evaluar la posibilidad de utilizar este sistema como alternativa de producción de cultivos extensivos en superficies reducidas.

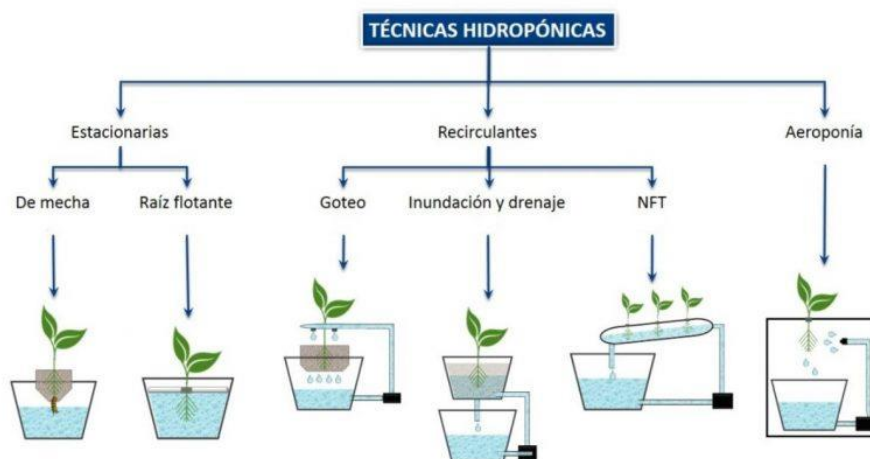


Ilustración 1

La Lechuga

El cultivo utilizado en este trabajo fue la *Lactuca sativa*.

Antes de la domesticación por los humanos, la lechuga crecía de manera silvestre.

No está claro aún a qué especies participaron en la evolución que condujo a la lechuga moderna. Pero hay certera evidencia de que *Lactuca serriola* es uno de los ancestros directos, dado que los cromosomas entre *L. sativa* y *L. serriola* son muy similares morfológicamente y no tienen problemas en cruzarse libremente (de Vries, 1990; Kesseli y otros, 1991; de Vries, 1997). El centro de origen de la lechuga probablemente está entre Asia Menor y la cuenca del Mediterráneo (Vavilov, 1992), pero la transición a su forma comestible probablemente tuvo lugar en el área del Mediterráneo oriental, quizás en Egipto, posiblemente en la región del Tigris - Eufrates. Desde Egipto, la lechuga cultivada y comestible se extendió a Grecia, Roma y a toda la región Mediterránea, donde fue mencionada por Hipócrates en el 430 a.C.; y Columela, en Roma, describió varios tipos en el 42 d.C.

La primera indicación de su cultivo en Europa Occidental fue encontrada en el herbario de Schöffer, en 1485, quien describió cuatro tipos de lechuga. Fue traída al Nuevo Mundo por Cristóbal Colón en su segundo viaje; su presencia se reportó en la isla Isabella en 1494. En los siguientes 400 años de su introducción a América, una gran variedad de tipos y formas de lechuga han sido desarrollados y actualmente cultivados en prácticamente todo el mundo.

Producción de Hidroponías en Argentina

En Argentina hay bajo cubierta 10.000 hectáreas de las cuales 10 hectáreas son de hidroponía bajo agua y 30 hectáreas en sustrato. Mientras que en Brasil hay 26.000 hectáreas de cultivos bajo cubierta y 6.000 son de hidroponía.

Si bien todavía es incipiente la superficie, la hidroponía en Argentina se viene fortaleciendo en los últimos años por sus características ambientales, sociales y económicas (triple impacto).

En nuestro país, las hortalizas de hoja son las que más se producen bajo este sistema: lechuga, espinaca, rúcula, albahaca y luego hay incipientes trabajos en tomates y frutillas. (https://www.clarin.com/rural/producir-suelo-hidroponia-marca-horizonte-horticultura_0_Hh1guNvB8.html).

Esta información es la única que se encontró como registro de los cultivos numéricamente hablando.



Ilustración 2 – Ubicación El Pedregal

Metodología de Trabajo

La metodología de trabajo del sistema de bandejas flotantes se realizó en el establecimiento “El Pedregal”, situado en Tafi del Valle (26°53'51.5"S 65°45'35.1"W -26.897628, -65.759736) Departamento de Cruz Alta, Tucumán-Argentina.

Dicho establecimiento cuenta con tres naves tipo macrotúneles cuyas dimensiones son de 10 m de ancho por 50 m de largo

Cada uno de estos macrotúneles se encuentra interiormente dividido en 2(dos) piletones los cuales a su vez se encuentran subdivididos en 5 piletas con una capacidad de 194 bandejas cada una.

Las bandejas de poliestireno expandido que se utilizan, y en las cuales se siembran tienen medidas de 70cm largo x 35cm de ancho y cuentan con 288 celdas, cada una con capacidad para 17cm³ de sustrato. Debido a cuestiones relacionadas a fallas en germinación y/o alguna otra eventualidad, se realizan los cálculos en base a 232 celdas por bandeja.

Estos valores de producción indican que cada invernadero (equivalente a 500m²) genera una producción de 417.136 plantines. Tomando un máximo de 80.000 plantines por hectárea, cada macrotúnel tiene capacidad para abastecer 5,21 hectáreas por mes.

Criterios a tener en cuenta para instalar un cultivo Hidropónico

- Disponer de un mínimo de seis 6 horas de luz solar al día en el lugar elegido.
- Debe estar próximo a un suministro de agua.
- No debe estar expuesto a vientos fuertes.
- Debe estar próximo al lugar donde se preparan y guardan los nutrientes hidropónicos.
- No debe estar excesivamente sombreados por árboles o construcciones.
- Debe ser protegido o cercado para evitar el acceso de animales domésticos.
- Debe estar protegido contra condiciones extremas del clima (heladas; granizo; alta radiación solar; vientos)
- Debe estar lejos de focos de contaminación con aguas servidas o desechos industriales.

Reciclado de bandejas:

Luego de lavadas la totalidad de bandejas deben ser desinfectadas, este proceso no debe ser necesariamente inmediato ya que podemos dedicar 1 día completo al lavado y al día posterior desinfección.

Para desinfectar las bandejas debemos contar con amonio cuaternario (NR4+) el cual deberá ser diluido con agua según la proporción indicada en su envase.

Una vez obtenida esta dilución deberemos sumergir las bandejas por un periodo mínimo de 3 minutos a fin de asegurar su correcta desinfección.

Teniendo en cuenta que, en la escala de este proyecto, cada invernadero puede albergar aproximadamente 2.000 bandejas se tuvo que idear una manera la cual permitiera optimizar el tiempo.

Para esto se desarrolló una estructura la cual permite desinfectar infinitas bandejas de forma simultánea (Ilustración 14).

Dicha estructura funciona como un pileton el cual contiene la dilución de amonio cuaternario y se sumergen las bandejas. Luego de varias modificaciones de diseño, se logró una estructura que puede ser expandida tanto como el espacio disponible lo permita.

A su vez, en lugar de construirla como un gran receptáculo, esta fue dividida en 2 compartimentos y en su base se creó un desnivel el cual permite, en 3 minutos, el paso del amonio de una división a la siguiente para finalmente ser bombeado nuevamente el al primer compartimento, logrando de esta manera cumplir con el periodo mínimo de inmersión y generar ciclos continuos de trabajo.

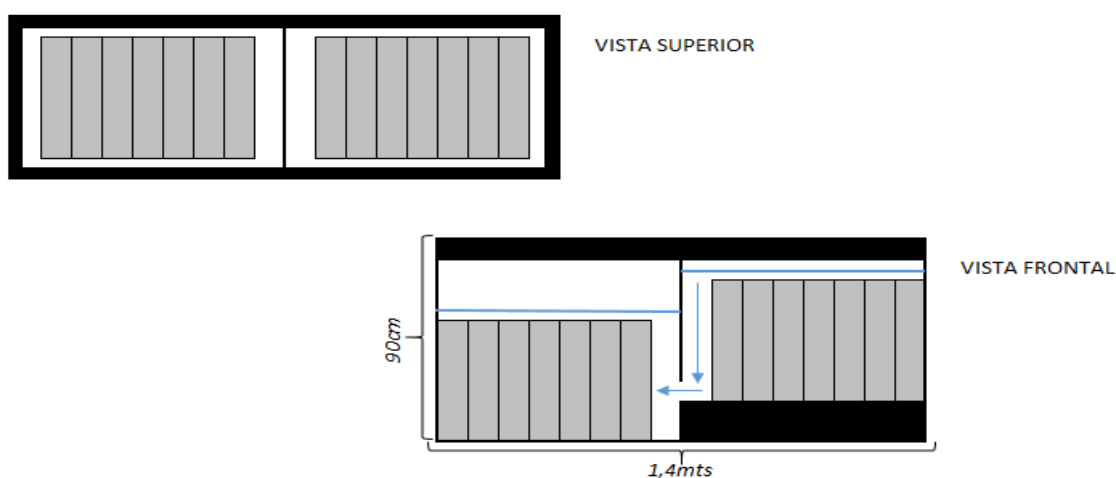


Ilustración 3 - Estructura de desinfección

Siembra de bandejas:

Una vez desinfectadas, las mismas se encuentran en condiciones de ser nuevamente sembradas (Ilustración 15).

Como primer paso en la siembra, se deberá acondicionar el sustrato con el cual se llenaran las bandejas y germinaran las semillas. El sustrato a utilizar, puede variar en marca y composición, para este ensayo se utilizó GrowMix Múltiple marca Terrafertil.

Primeramente, deberemos humedecer el sustrato a fin de lograr una textura maleable pero sin exceso de agua una vez obtengamos la misma se procederá de forma manual a rellenar las bandejas. (Existen maquinas llenadoras de bandejas, pero no fueron utilizadas para este proyecto).

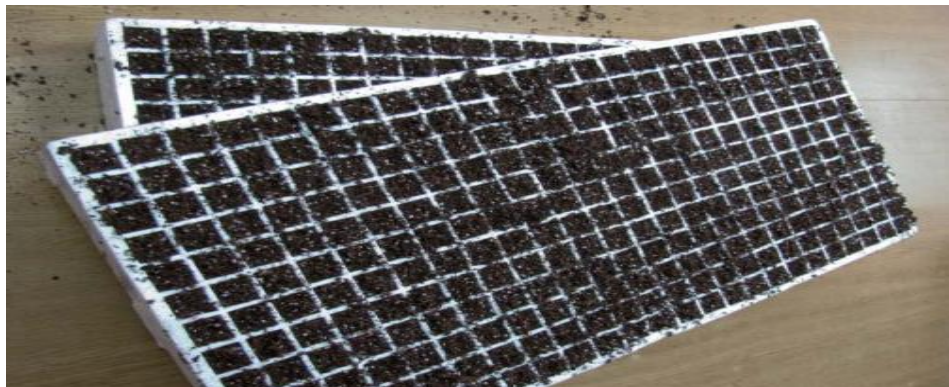


Ilustración 4 - Bandejas poliestireno

Una vez que se han rellenado la totalidad de bandejas deseadas se procederá a su siembra, esta puede ser por medio neumático utilizando una sembradora o de forma manual ayudándonos con algún objeto el cual pueda generar una pequeña cavidad a fin de colocar la semilla.

Para este emprendimiento se utilizó una sembradora neumática de bandejas marca Mosa, modelo SP13A (Ilustración 16). Esta máquina posee una capacidad de siembra aproximada de 1 bandeja por minuto y cuenta con diferentes picos de siembra dependiendo la variedad de semilla que se desee utilizar.

Una vez terminada la siembra se deberá tamizar las bandejas con una fina capa de sustrato sin humedecer, teniendo en cuenta no superar un espesor mayor a 2 veces al espesor de las semillas.

Inmediatamente después, las mismas deben ser llevadas a los piletones.



Ilustración 5 - Sembradora Neumática

Los plantines en sus primeros estadios son más sensibles a las altas concentraciones salinas (medida por conductividad eléctrica). Teniendo en cuenta esto, se diseñó un Plan de Fertilización en función de la edad de los mismos.

La primera fertilización se debe realizar a los 10 días, una vez que hayan germinado la mayoría de las semillas, la conductividad eléctrica no deberá pasar los 0,6 mmhos/cm, y se repetirá la fertilización cada 7 o 10 días.

Esta tarea depende fundamentalmente de las condiciones climáticas (temperatura y humedad), del tipo de sustrato y fertilizante utilizado. Incluso puede llegarse a fertilizar al momento de la germinación o en caso de bajas temperaturas por intervalos mayores a los 10 días.

N° de Fertilización	Días de Germinación	CE Techo o Max. Mmhos/cm
1	10	0,6
2	21	0,8

Tabla 1 - Cronograma de fertilización

Cálculos para fertilización

Para determinar la cantidad de fertilizante a utilizar en cada fertilización, se debe tener en cuenta el CE del agua de la pileta de la que se parte (CE piso) y la CE que no debemos superar en este estadio (CE techo).

Partiendo de esta información, se calcula la diferencia entre techo y piso para encontrar la CE de fertilización o proporcionada al volumen de cada pileta, es decir:

- ☑ CE (piso) = CE que tiene el agua de la pileta.
- ☑ CE (techo) = CE máxima tolerada por los plantines en determinado estado de crecimiento (días de germinación).
- ☑ CE (p/fertilizar) = CE aportado por el fertilizante.
- ☑ CE (p/fertilizar) = CE (techo) – CE (piso)

Con este valor CE (p/fertilizar), se consulta en la “Tabla de cantidades de fertilizante en gramos según CE requerida”, (Ver Anexo, Tabla N° 4), obteniendo la cantidad de gramos de fertilizante por cada 1000 lts o 1 m³ de agua.

Teniendo en cuenta estos datos, se realizan los cálculos para el volumen de agua de las piletas que se van a fertilizar. Esto se realiza mediante una regla de tres:

Vol. De pileta (litros) x Cantidad en gramos de la tabla / 1000lts = Cantidad de fertilizante para el volumen de la pileta.

La cantidad de fertilizante para el volumen de la pileta se deberá agregar para que la CE final, es decir, la suma de las CE piso y la CE del fertilizante no pase la CE techo correspondiente a esa fertilización.

De acuerdo a la metodología de trabajo utilizada, que es la conductividad eléctrica, se obtuvo los siguientes valores que va desde los rangos. Siendo el valor mínimo 0 y el máximo 1,79.

Estos valores nos darán un indicativo sobre la cantidad (gr) de fertilizante requerida dependiendo de la conductividad eléctrica.

A su vez, luego de numerosos ensayos realizados, se determinó la posibilidad de resumir la anterior predeterminada tabla a un sencillo análisis, donde restamos CEtecho – CEpiso y lo multiplicamos por un índice fijo de 82,7%.

Conclusiones

Si bien la inversión inicial puede presentar altos valores para pequeñas PYMES la amortización de la misma, en condiciones de mercado no demasiado volátiles, es en un corto periodo de tiempo.

La posibilidad de contar con pequeñas extensiones de tierra donde lograr grandes volúmenes de producción gracias a la rotación de cultivo contra cosecha es la ventaja clave para entender el beneficio económico y de ahorros que presenta esta metodología. El mayor control de cultivo y por ende mejor manejo de suelo influyen directamente en la rentabilidad de la campaña.

A su vez, permite al pequeño productor abastecer mercados demandantes de volúmenes sin contar con una infraestructura de gran escala. Y permite al gran productor optimizar costos en un mercado muy competitivo, influyendo incluso en el costo final al bolsillo del consumidor.

Es necesario comprender que la humanidad crece a ritmos agigantados y la tierra disponible compete no solo por abastecer las necesidades alimentarias sino también habitacionales. Esto significa que los cultivos extensivos se ven obligados a innovar en nuevas técnicas y tecnologías que le permitan solventar estos inconvenientes. Esto incluso da la posibilidad a pequeños latifundistas o consumidores cotidianos de generar producciones para consumo propio en pequeños espacios.

Es importante también tener en cuenta que esta técnica reduce la utilización de agroquímicos y fertilizantes, dando así productos con menores cargas químicas y disminuyendo drásticamente los residuos originados en la práctica agronómica, así como también reduce el uso de agua.

Es importante remarcar la escasa información sobre los productores de hidroponías que existen el país y en nuestra provincia ya que no hay un registro sobre los mismos.

Proyecciones

- Quedan abiertas varias líneas de investigación con respecto al cultivo hidropónico de almácigos flotantes de lechugas utilizando otras técnicas hidropónicas estacionarias o de aeroponías y comparar el rendimiento de las mismas.
- Investigar el cultivo de otras variedades y especies vegetales, tales como rúcalas, Verduras y frutas pequeñas como fresa, pepino, ajo, cebolla, tomates cherry, acelga, chile, pimiento, zanahoria, arándanos, frambuesas, berenjenas, alcachofas, brócoli, melón, calabaza, entre otros.
- Estudiar y comparar la utilización de sustratos en medios de cultivos nutritivos naturales orgánicos (cáscaras de arroz, de huevo aserrín carbón etc.) con otras marcas comerciales.
- Estudiar si existe algunas propiedades nutritivas diferencial en este tipo de cultivos en comparación con los tradicionales
- Entre los desafíos a futuro hay que **expandir el consumo de cultivos hidropónicos en fresco porque todavía no lo han capitalizado 100%**.
- El manejo de cultivos hidropónicos y la biofertilización constituyen una alternativa eco aceptable para la producción de hortalizas de interés económico para el

Noroeste Argentino (lechuga) sin embargo, es preciso continuar investigando a fin de ajustar el sistema hidropónico y lograr una fertilización sustentable que permita el uso correcto de estas nuevas tecnologías incorporando la conductometría.

Bibliografía

- Arcos, B., Benavides, O., & Rodríguez, M. (2011). Evaluación de dos sustratos y dos dosis de fertilización en condiciones hidropónicas bajo invernadero en lechuga *Lactuca sativa* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(2), 95-108.
- Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., & Morisigue, D. (2009). El sistema flotante como alternativa para la producción de plantines de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* L.). *Agriscientia*, 26(2), 63-69.
- Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., Mata, D. A., & Morisigue, D. E. (2011). Producción de plantines florales en sistema flotante. Ediciones INTA. Buenos Aires, 16.
- Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2015). Cultivo en hidroponía. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Cevallos Mendoza, M. R. (2020). Aplicación de soluciones nutritivas en variedades de lechuga en cultivo hidropónico bajo el sistema nft (Bachelor's thesis, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- De Vries, I. M. (1997). Origin and domestication of *Lactuca sativa* L. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 44(2), 165-174.
- Gutiérrez Sánchez-Osorio, M. L. (2013). Evaluación financiera de cultivos hortícolas en bandejas flotantes.
- Niñirola, D., Conesa, C., & Fernández, J. A. (2015). Influencia de la salinidad de la solución nutritiva en la calidad y producción de dos cultivares de lechuga *babyleaf*. *Producción Vegetal*, UPCT, email: juan.fernandez@upct.es.
- Saavedra, G., Corradini, F., & Antúnez, A. (2017). Manual de producción de lechuga. *Salvi Laurentis (1763) Species Plantarum N° 2, Plants Rites cognitae AD página 795* Servicio de Extensión Agrícola. Nobleza Piccardo. Agrp Vision NOA "Compendio Tabacalero 1999. Float System. Producción de plantines en sistema flotante". 1999 *Species Plantarum N° 2, página 795. Lactuca sativa Linnaeus, Species Plantarum 2: 795. 1753. ... No. 950.2 (LINN). Generitype of Lactuca Linnaeus (vide Green, Prop. Brit. Bot.: 177. 1929).*
- Vavilov, N. I., Vavilov, M. I., Vavilov, N. Í., & Dorofeev, V. F. (1992). Origin and geography of cultivated plants. Cambridge University Press.
- https://www.clarin.com/rural/producir-suelo-hidroponia-marca-horizonte-horticultura_0_Hh1guNvB8.html

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_amba_-_abc_de_la_hidroponia.pdf

Referencias Técnicas

Gómez, Sergio. Experiencia en producción comercial de plantines. Empresa Plantines del Norte. Atocha, Salta.

Miguel A. Contreras. Experiencia en producción comercial de plantines. Empresa “El Pedregal”, Tafí del Valle, Tucumán.

EVOLUCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

ALBARRACÍN J.¹

Universidad San Pablo -T

**jmoran@uspt.edu.ar*

RESUMEN

En esta reseña se destaca la importancia de las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las Ciencias.

Se analizan algunos de los paradigmas que fueron la base de distintas corrientes en la enseñanza experimental.

Se discute también Las características que deben tenerse en cuenta para el uso del laboratorio en los diferentes niveles de enseñanza en distintos niveles.

Finalmente se describen algunas modalidades útiles para los prácticos de laboratorio.

Palabras clave: Ciencias -Enseñanza experimental-Trabajos prácticos de laboratorio- Enseñanza de ciencias

SUMMARY

This review highlights the importance of laboratory practices in science teaching.

Some of the paradigms that were the basis of different currents in experimental teaching are analyzed.

It is also discussed The characteristics that must be taken into account for the use of the laboratory in the different levels of education in different levels.

Finally, some useful modalities for laboratory practitioners are described.

Keywords: Science -Experimental teaching-Practical laboratory work-Science teaching

INTRODUCCIÓN

Gran parte de nuestra función como profesores de ciencias tiene que ver con planificar y desarrollar actividades experimentales para que nuestros alumnos además de aprender ciencia, aprendan sobre la ciencia, y también, aprendan a hacer ciencia (Hodson, 1992)

Sin embargo, el enfoque experimental de la enseñanza de las ciencias naturales requiere una base metodológica que permita la formulación de tales experimentos.

La Didáctica de las Ciencias Naturales cobró importancia hace unos cincuenta años, a raíz de cambios en el pensamiento científico: . .



Figura 1 -Alumnos en el laboratorio

- Se produjo el rechazo al inductivismo, que en la década del 30 dominaba en el panorama científico. El inductivismo responde a la idea de que la ciencia puede redescubrirse en su totalidad a través de la experimentación. Aún existen educadores en ciencias que proponen copiar los experimentos realizados por los científicos que con su esfuerzo y tesón construyeron las teorías que ahora enseñamos

En realidad no es posible ofrecer a los estudiantes métodos inductivos para todas las leyes, conceptos y teorías, fundamentalmente por falta de tiempo e infraestructura. Es evidente que procesos investigativos por los cuales se ha llegado a formular una ley, y que duraron años, no son repetibles a nivel laboratorio docente

Rara vez el alumno puede llegar solo a “elaborar” una ley, a partir de las experiencias que prepara el docente y que él puede realizar en un laboratorio.

Por otra parte, raramente se cuenta con el equipamiento necesario para encarar el trabajo inductivo.

- Se intentaba superar además el enfoque tradicional de “enseñanza por transmisión de conocimientos”, donde la experimentación estaba ausente de las aulas. Se enfatizó “*la Ciencia como interrogación*” o “*el aprender haciendo*” (Matthews, 1991)

- Surgió la concepción de Piaget de que el pensamiento formal es condición necesaria y suficiente para el acceso a la comprensión de cualquier concepto científico (Piaget, 1955).

En los años 70 aparecieron proyectos de enseñanza de las Ciencias basados en la enseñanza por descubrimiento autónomo y de Ciencias integradas.

En los 80, comenzó a tomar importancia el estudio de la forma en que los niños entienden los procesos y *las concepciones* que los alumnos tienen acerca de los fenómenos naturales antes de recibir una enseñanza científica formal.

Este enfoque metodológico brinda relevancia a la elaboración de hipótesis, el diseño y ejecución de experimentos y el análisis de los resultados. Propone la enseñanza como investigación para promover el aprendizaje por “reconstrucción o redescubrimiento, por medio de actividades adecuadas, de aquellos conocimientos que se trata de enseñar “Esto significa considerar la ciencia no tanto como un descubrimiento, sino como una construcción teórica para interpretar el mundo.

En este contexto teórico, aprender ciencia es reconstruir los conocimientos partiendo de las propias ideas de los individuos, ampliándolas o modificándolas según los casos.

Este enfoque ofrece como herramientas dos tipos de actividades que permiten desarrollar la iniciativa y la creatividad científica: *el trabajo experimental* y *la resolución de problemas*. Da

mucha importancia a la historia y la filosofía de la Ciencia, útiles para comprender la resistencia que oponen las concepciones previas a ser cambiadas.

Se desarrollaron actualmente, con fuerte impulso, el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad, y el de la Educación Ambiental, que responden a un paradigma constructivista.

. Por otra parte, en la última década se ha desarrollado un consenso en torno a la necesidad de la ‘alfabetización científica’ de las personas.

Las metodologías STEM (Ciencia, Tecnología, ingeniería y matemáticas) y STEAM (Ciencia, Tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) que emergieron en los 80 y se sistematizaron en 2010, proponen la convergencia de las Ciencias. La educación STEM valora el proceso de aprendizaje tanto como sus resultados, ya que los estudiantes se hacen preguntas, experimentan, improvisan, innovan y proponen soluciones a problemas de la vida real haciendo uso de su conocimiento y habilidades en diversas disciplinas del conocimiento.

Tabla I- TIPOS DE PARADIGMAS

PARADIGMAS	CARACTERÍSTICAS DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO	ROL DEL ALUMNO	ROL DEL PROFESOR
DE TRANSMISIÓN-RECEPCIÓN (Expositivo, dogmático) TRADICIONAL	Complemento de la enseñanza teórica verbal. (Verificación de la Teoría)	Receptor pasivo. Reproducir orientaciones del profesor en forma cerrada, tipo receta.	Jerárquico - Criterio fundamental de la verdad. Elabora instrucciones a seguir por el alumno en la guía de laboratorio al pie de la letra.
POR DESCUBRIMIENTO AUTÓNOMO (Basada en el Inductivo-Empirista) (1960)	Forma de obtener información de los hechos mediante la indagación, antes de la enseñanza en el aula	Redescubrir leyes, redefinir conceptos, etc. mediante experimentación y observación., individual	Utiliza estrategias conductistas para llevar al estudiante a la obtención de la respuesta esperada, por el docente desconocida para él.
CIENTIFICISTA (De Enfoque del Proceso) (1970)	Brindar a los alumnos una percepción de la ciencia. Centrado en el aprendizaje activo.	Desarrollar competencias científicas.	Facilitador de la actividad científica del estudiante. Introduce a los alumnos en los métodos de la ciencia
CONSTRUCTIVISTA (1980)	Establecer una relación significativa entre los sujetos y los objetos de	La construcción de la realidad en el contexto de la práctica de laboratorio.	Orientador, guía y controlador de las actividades y resultados de los estudiantes.

	conocimiento.	Resolver situaciones problemáticas	
STEM (2010) (Ciencia, Tecnología, ingeniería y matemáticas)	Eliminar barreras entre disciplinas y encontrar puntos de confluencia y enriquecimiento interdisciplinar	Trabajar en equipo y aprendan a resolver problemas reales de forma creativa, tomando decisiones	Orientador del proceso de enseñanza-aprendizaje, presentando, en primer lugar, el proyecto y a continuación, proporcionando retroalimentación a los progresos del alumno

Evolución de las funciones atribuidas a los trabajos prácticos de laboratorio

Como consecuencia de los cambios de paradigma, el concepto de lo que es un práctico de laboratorio ha ido evolucionando:

1) Paradigma de la Enseñanza por Transmisión:

Las primeras prácticas de laboratorio en educación se realizaron en 1865 y tenían la finalidad de facilitar

el aprendizaje de la química en el Royal College of Chemistry. En este caso, los Trabajos Prácticos se utilizaban:

- Medio para adquirir habilidades prácticas para uso y manipulación de aparatos.
- Medio para el aprendizaje de técnicas experimentales.
- Forma de ilustrar o comprobar experimentalmente hechos y leyes

científicas presentadas previamente por el profesor.

2) Paradigma del Descubrimiento Guiado y del Descubrimiento Autónomo: En los años setenta, se propone que los trabajos prácticos consistan en actividades de descubrimiento de hechos, conceptos y leyes mediante el uso de los procesos de la ciencia en situaciones guiadas por el profesor. Esta es una concepción más autónoma, ya que no se pone énfasis en las conclusiones de tipo conceptual a las que hay que llegar, sino en el proceso

de la investigación.

3) Paradigma de la Ciencia de los Procesos: Concepción de las prácticas como actividades encaminadas a aprender los procesos de la ciencia (observación, clasificación, emisión de hipótesis, realización, etc.) independientemente de los contenidos conceptuales concretos sobre los que se trabaja.

4) Paradigma de Investigación Unido a la Resolución de Problemas Prácticos: Los trabajos prácticos deben reservarse solo para la adquisición de habilidades prácticas y para poner a los estudiantes en situación de resolver problemas prácticos.

5- Metodología STEM y STEAM

Tabla II -PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LOS DIFERENTES NIVELES DE ENSEÑANZA.

Nivel de enseñanza	Edad de alumnos (años)	Rasgos de personalidad significativos para el aprendizaje.	Criterios de clasificación de las prácticas de laboratorio	
			Metodología	Objetivos
Medio (Secundaria Básica)	11- 15	Curiosidad Necesidad cognoscitiva. Demostrar de los que son capaces Muy dependientes	Estructurados	Observación Verificación de conceptos
Medio Superior (Polimodal)	15-18	Menos dependientes. Necesidad cognoscitiva dirigida a elección de carrera. Colectivismo, solidaridad	Estructurados o semicerrados	De predicción. Inductivos. Investigación de la realidad.
Superior (Universidad o Terciario)	18-23	Menos dependientes o autónomos. Necesidad cognoscitiva dirigida a la profesión o carrera.	Estructurados o Semicerrados Semiabiertos) Abiertos	De predicción. Inductivos. Investigación. Incluye los demás.

TIPOS DE TRABAJOS PRÁCTICOS

Podemos realizar distintos tipos de trabajos prácticos, algunos de los cuales no requieren necesariamente el uso del laboratorio y pueden realizarse en el aula:

1. *Experiencias de observación:*

Son actividades prácticas destinadas a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos.



Figura 2- Discutiendo las conclusiones

Ej: ver el cambio de color en una reacción química; observación de cambios de estado.

A este fin son muy útiles las salidas de campo, aunque sean tan sencillas como visitar una plaza.

2. *Experimentos ilustrativos:*

Son actividades para ejemplificar principios, comprobar leyes o mejorar la comprensión de determinados conceptos operativos. Ej.: comprobar el diferente comportamiento de materiales elásticos, plásticos y rígidos ante un esfuerzo.

Reacciones endo y exotérmicas

3. Ejercicios prácticos:

Actividades diseñadas para desarrollar específicamente:

- Habilidades prácticas (medición, manipulación de aparatos, etc.).
- Estrategias de investigación (repetición de medidas, tratamiento de datos, diseño de experimentos, control de variables, realización de un experimento, etc.).

4. *Procesos cognitivos en un contexto científico* (observación, clasificación, inferencia, emisión de hipótesis, interpretación en el marco de modelos teóricos, aplicación de conceptos).

Algunos ejercicios prácticos son: uso del microscopio óptico; uso de la balanza; clasificación de los minerales o fósiles; redacción de un informe sobre los resultados de una investigación.

5. Experimentos para contrastar hipótesis:

Experimentos para contrastar hipótesis establecidas por los alumnos o por el profesor para la interpretación de fenómenos.

Ej.: diseñar un experimento para confirmar el heliotropismo y geotropismo en plantas. Ensayos de solubilidad.

5. Investigaciones:

Actividades diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como los científicos o los tecnólogos en la resolución de problemas. Pueden ser:

- *Investigaciones teóricas, dirigidas* a la resolución de un problema teórico.
- *Investigaciones prácticas, dirigidas* a resolver un problema práctico. Ej.: cómo se podría reducir la contaminación de las aguas.

6. *Aplicación de metodologías STEM o STEAM*: Enfocan un problema real desde un punto de vista interdisciplinario. Ejemplo: el tratamiento de la basura en el vecindario.

También pueden usarse teatralizaciones o dibujos para aclarar un concepto científico.

Conclusiones

La educación científica es esencialmente experiencial. Pero muchas veces el docente tropieza con dificultades para la experimentación. No siempre contará con un laboratorio bien equipado, con excelente material. Por ello es indispensable que conozca las distintas posibilidades de realizar trabajos prácticos de ciencias.

Pero es posible siempre encontrar estrategias para lograr que los alumnos disfruten de la Ciencia.

Bibliografía

- Carretero, M. (1993). Constructivismo y educación. Madrid: Edelvives. También Buenos Aires: Aique.
- Driver, R. (1989). "Student's conceptions and the learning of science". International Journal of Science Education, vol. 11, número monográfico, 481 -490.
- Hodson, D. (1992). Redefining and reorienting practical work in school science. School Science

- Mata, C. (2015). *Un estudio de casos para evaluar la competencia STEM*. Trabajo Fin de Máster, Universidad- de Granada. Disponible en:

http://fqm193.ugr.es/media/grupos/FQM193/cms/TFM_Cristina_Mata_Hernandez.pdf.

-Matthews, M.R. (1991) “Un lugar para la Historia y la Filosofía en la enseñanza de las Ciencias”, en *Comunicación, Lenguaje y Educación*. 11-12, 141-155.