

Agraria

Revista Científica de la
Facultad de Ciencias Agrarias



**Facultad
de Ciencias
Agrarias**



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

Año 2024 | Volumen 17 (2)

Queda hecho el depósito que marca la ley.
ISSN 2362-4035 (Digital)
Año 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY

Rector

Mg. Ing. Agr. Mario César Bonillo

Vicerrectora

Dra. Lic. Liliana del Carmen Bergesio

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNJu

Decana

Dra. Noemí del Valle Bejarano

Vicedecana

Dra. Raquel Ángela Romeo

Sec. Académica: Mg. Susana E. Álvarez

Sec. Administrativa: Ing. Agr. Rodolfo Aguado

Sec. Extensión y Difusión: Ing. Agr. Graciela Elisa Simón

Sec. Ciencia y Técnica y Posgrado: Dra. Claudia B. Gallardo

COMITÉ EDITOR

Dra. Claudia Gallardo

Dra. Nancy Hernández de Borsetti

COMITÉ REVISOR

Dr. Hugo Borsetti

Dra. Gabriela Fernandez

Dra. Claudia Gallardo

Dra. Cecilia Giulianotti

Dra. Nancy Hernández

Dr. Matías Yañez

M. Sc. Patricia Arias

M. Sc. Gustavo Guzmán

Esp. en Doc. Superior Miriam Sofán

Ing. Agr. José Catacata

REVISIÓN Y TRADUCCIÓN

Master Esp. Trad. Liliana Beatriz Chávez

EDICIÓN Y DISEÑO

D.G. Marina Schimpf



**Facultad
de Ciencias
Agrarias**



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy | Jujuy | Argentina | C.P. 4600

Revista Científica de la FCA es producida y financiada por la Facultad de Ciencias Agrarias - UNJu

CONTENIDO/CONTENTS

TRABAJOS

7-15 pag.

ESTUDIO PRELIMINAR *IN VIVO* DEL EFECTO DE *APILACTOBACILLUS KUNKEEI* (LSAJ) Y *LACTOBACILLUS HELSINGBORGENSIS* (LSAI) SOBRE PATÓGENOS Y PARÁSITOS DE *APIS MELLIFERA*

IN VIVO* PRELIMINARY STUDY OF THE EFFECT OF *APILACTOBACILLUS KUNKEEI* (LSAJ) AND *LACTOBACILLUS HELSINGBORGENSIS* (LSAI) ON PATHOGENS AND PARASITES OF *APIS MELLIFERA

16-21 pag.

EVALUACIÓN DE LA INOCUIDAD MICROBIOLÓGICA DEL BIOPREPARADO SUPERMAGRO

EVALUATION OF SUPERMAGRO BIOPREPARATION MICROBIOLOGICAL INNOCUOUSNESS

22-pag.

METODOLOGÍA DEL AULA INVERTIDA APLICADA A LA ENSEÑANZA DE LA DINÁMICA E HIDROSTÁTICA. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE SU IMPLEMENTACIÓN

FLIPPED CLASSROOM METHODOLOGY APPLIED TO DYNAMIC AND HYDROSTATIC TEACHING. PRELIMINARY ASSESSMENT OF ITS IMPLEMENTATION

35-41 pag.

LOMBRICES DE TIERRA COMO INDICADORAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE FRUTILLA (*FRAGARIA X ANANASSA*) CON MANEJOS DIFERENTES

EARTHWORMS AS INDICATORS IN TWO STRAWBERRY (*FRAGARIA X ANANASSA*) PRODUCTION SYSTEMS WITH DIFFERENT MANAGEMENT

COMUNICACIÓN

42-46 pag.

CONFECCIÓN DE CAJONES FRUTIHORTÍCOLAS Y SUS IMPLICANCIAS - EN SAN PEDRO DE JUJUY - ARGENTINA

FRUIT AND VEGETABLES CRATES MANUFACTURING AND ITS IMPLICATIONS IN SAN PEDRO DE JUJUY, ARGENTINA

47-51 pag.

CUENTOS PARA NIÑOS Y ADOLESCENTES SOBRE LA IMPORTANCIA DEL SUELO PARA LA VIDA

TALES FOR CHILDREN AND TEENAGERS ABOUT SOIL IMPORTANCE FOR LIFE

Agraria

Revista Científica de la
Facultad de Ciencias Agrarias

ESTUDIO PRELIMINAR *IN VIVO* DEL EFECTO DE *APILACTOBACILLUS KUNKEEI* (LSAJ) Y *LACTOBACILLUS HELSINGBORGENSIS* (LSAI) SOBRE PATÓGENOS Y PARÁSITOS DE *APIS MELLIFERA*

IN VIVO PRELIMINARY STUDY OF THE EFFECT OF *APILACTOBACILLUS KUNKEEI* (LSAJ) AND *LACTOBACILLUS HELSINGBORGENSIS* (LSAI) ON PATHOGENS AND PARASITES OF *APIS MELLIFERA*

Jose J. ¹, Cabana M. J. ^{1,2*} y Benítez Ahrendts M. R. ^{1,2,3}

¹ Catedra de Microbiología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias-UNJu; ² Laboratorio de Sanidad Apícola y Melipónica; ³ Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA-CONICET)

*Autor para correspondencia:
mariajosecabana@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:
Diciembre 2024

Historial:
Recibido: 31/07/2024
Aceptado: 04/11/2024

RESUMEN

En la provincia de Jujuy se registra pérdidas de colmenas de *Apis mellifera* ocasionada por *Varroa destructor* y *Nosema* spp. Una alternativa para controlar dicho parásito y patógeno es la utilización de bacterias lácticas potencialmente probióticas, que suministradas en cantidades necesarias generan bienestar en la microbiota intestinal de las abejas, haciéndolas resistente frente a las enfermedades. En este estudio se aplicaron dos bacterias lácticas autóctona de la provincia de Jujuy, *Apilactobacillus kunkeei* (LSAJ) y *Lactobacillus helsingborgensis* (LSAI) aislados de pan de polen y se evaluó su efecto *in vivo* sobre *V. destructor* y *N. spp.* El ensayo se realizó en colmenas de la Finca Experimental Emilio Navea de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNJu), desde Marzo a Julio del 2019. Las bacterias fueron vehiculizadas a las colmenas en jarabe que contenía 125 gr de azúcar /litro de agua, y se emplearon colmenas testigos a las cuales se les suministró solamente el jarabe. Se evaluaron los índices de *V. destructor* y *N. spp.* un mes antes de iniciar los ensayos, donde se tomaron muestras de todas las colmenas, posteriormente se aplicaron las bacterias lácticas una vez al mes durante un período de 4 meses. En cada mes de aplicación se recogieron muestras de las colmenas para realizar los análisis. Los resultados indicaron una disminución de los valores de *V. destructor* en las colmenas con ambos tratamientos con índices del 0% en los 4 meses, mientras que para el control registraron valores mayores del 1%. En lo que respecta a *N. spp.*, el control reportó $1,0 \times 10^6$ esporas/abejas, mientras que *L. helsingborgensis* 60,000 esporos /abejas y *A. kunkeei*, 20,000 esporos/abejas, siendo *A. kunkeei* quien presentó valores muy bajos, reduciendo más del 70% *N. spp.* Por lo que *A. kunkeei* evidenció mejor efecto *in vivo* sobre ambas enfermedades.

Palabras clave: bacterias lácticas, *Varroa destructor*, *Nosema* spp.

SUMMARY

In Jujuy province, losses of *Apis mellifera* hives caused by *Varroa destructor* and *Nosema* spp. are recorded. An alternative to control this parasite and pathogen is the use of potentially probiotic lactic acid bacteria, which, supplied in necessary quantities, generates well-being in the intestinal microbiota of bees, making them resistant to diseases. In this study, two lactic acid bacteria native to Jujuy province, *Apilactobacillus kunkeei* (LSA) and *Lactobacillus helsingborgensis* (LSAI), isolated from pollen bread, were applied and their effect in vivo on *V. destructor* and *N. spp* was evaluated. The test was carried out in hives located at the Emilio Navea Experimental Farm of the Agricultural Sciences Faculty (UNJu), from March to July 2019. The bacteria were transported to the hives in syrup containing 125g of sugar/litre of water, and control hives were used to which only the syrup was supplied. The indices of *V. destructor* and *N. spp* were evaluated one month before starting the trials, where samples were taken from all the hives, subsequently the lactic acid bacteria were applied once a month for a period of 4 months. In each month of application, samples were collected from the hives for analysis. The results indicated a decrease in the values of *V. destructor* in the hives with both treatments with rates of 0% in the 4 months, whereas for the control the values recorded were over 1%. Regarding *N. spp*, the control reported 1.0×10^6 spores/bees, while *L. helsingborgensis* 60,000 spores/bees and *A. kunkeei*, 20,000 spores/bees, with *A. kunkeei* presenting very low values, by reducing more than 70% *N. spp*. Therefore, *A. kunkeei* showed a better in vivo effect on both diseases.

Keywords: lactic acid bacteria, *Nosema* spp., *Varroa destructor*.

INTRODUCCIÓN

Los apiaros en la provincia de Jujuy se encuentran afectados en su mayoría por el ácaro *Varroa destructor* y el microsporidio *Nosema* spp., que producen colmenas débiles, con poca productividad y ocasionando muchas veces su pérdida (Tejerina *et al.*, 2022).

N. spp afecta a la microbiota intestinal causando nosemosis, cuyas esporas se propagan a partir de la alimentación, afectando a las abejas obreras. Este microsporidium coloniza el epitelio del intestino medio encargado de la absorción de los nutrientes, causando disentería y lesiones, provocando posteriormente la muerte de las abejas (Tauber *et al.*, 2019; Soklic & Gregorc, 2016).

Así mismo otras de las enfermedades que afectan a las abejas es el parásito *V. destructor* causante de la varroasis, un ácaro que parasita a las abejas adultas y larvas, alimentándose de los tejidos grasos de las abejas (Ramsey *et al.*, 2019). Estos mismos autores señalan que las abejas afectadas por la varroasis presentan el tejido del cuerpo dañado, con obstaculización en la producción de péptidos antimicrobianos e impedimento a la respuesta inmunológica.

Sin embargo, el empleo de antibióticos o antifúngicos para controlar estas enfermedades como otras comprende tratamientos de larga duración, y uso de profilaxis que no eliminan al patógeno completamente. Lo cual provoca mecanismos de resistencias a antibiótico, produciendo disbiosis intestinal y dejando residuos en productos de la colmena (Jia *et al.*, 2022; Krongdang *et al.*, 2017).

Por tal razón en los últimos tiempos para controlar las enfermedades se comenzó aplicar bacterias lácticas potencialmente probióticas, definiendo a las mismas como “microorganismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren un beneficio en el anfitrión” (Morelli & Capurso 2012). Lashani *et al.*, (2020) y De Melo Pereira *et al.*, (2018) mencionan que para considerar una bacteria láctica como potencial probiótico deben cumplir ciertas condiciones como no ser potencialmente patógena, formar parte del nicho ecológico que se pretenda aplicar, y ser obtenidas del huésped destinatario.

Es importante destacar que los efectos que presentan los *Lactobacillus* es por ser cepas dependientes, demostrando diferentes comportamientos frente a las diversas enfermedades (Iorizzo *et al.*, 2020).

En el año 2021 el laboratorio de Sanidad apícola de la Facultad de Ciencias Agrarias Unju, aisló bacterias autóctonas del pan de polen de apiarios de la provincia de Jujuy. Las cuales se identificaron como *Lactobacillus helsingborgensis* (LSAI) y *Apilactobacillus kunkeei* (LSAJ) que demostraron en ensayos *in vitro* ser potencialmente probióticas (Cabana *et al.*, 2021).

En esta investigación se planteó realizar el análisis preliminar del efecto *in vivo* de *A. kunkeei* (LSAJ) y *L. helsingborgensis* (LSAI) sobre *Varroa destructor* y *Nosema* spp de *Apis mellifera* en un apiario de la localidad El Carmen, Jujuy.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención del material biológico

Las bacterias *A. kunkeei* (LSAJ-MF435935), *L. helsingborgensis* (LSAJ-MF435934), se aislaron de panes de pólenes provenientes de apiarios del departamento Dr. Manuel Belgrano, de la provincia de Jujuy. Conservadas en el cepario del Laboratorio de Sanidad Apícola y meliponícola (FCA-UNJu).

Análisis preliminares del efecto *in vivo* de *A. kunkeei* y *L. helsingborgensis* sobre un patógeno y parásito de *Apis mellifera* en un apiario de la localidad el Carmen, Jujuy.

El ensayo se efectuó en el apiario demostrativo que posee el Laboratorio de Sanidad Apícola. Ubicado en la Finca Experimental Emilio Navea, de la Facultad de Ciencias Agrarias, paraje Severino de la localidad de El Carmen, durante los meses de Marzo – Julio del 2019.

Selección de colmenas

Se seleccionaron 3 colmenas para cada tratamiento con bacterias lácticas y 3 colmenas testigos/control. Las cuales se ubicaron en forma paralelas en tres grupos, cada grupo contaba con una colmena testigo. Las cámaras de crías se igualaron al momento de iniciar el ensayo.

Aplicación de bacterias lácticas *A. kunkeei* y *L. helsingborgensis* en las colmenas ensayos

Se aplicó una concentración de 1×10^8 UFC/mL de cada bacteria por colmena tratamiento. Los lactobacilos fueron activados 24 horas antes de la aplicación en 5 ml de caldo De Man, Rogosa & Sharpe (MRS, Britania, Buenos Aires, Argentina). Vehiculizadas en un jarabe de sacarosa de uso comercial que contenía 125 gr/litro de agua que se aplicaron en alimentadores tipo Doolittle. Las colmenas testigo/control recibieron el jarabe de sacarosa sin las bacterias.

Los suministros se realizaron una vez al mes por un período de 4 meses, transcurrido este lapso de tiempo se analizó la incidencia total de *V.destructor* y *N. spp.* en todas las colmenas.

El análisis de la incidencia de varroasis y nosemosis, se realizó en el laboratorio de Sanidad Apícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Jujuy.

Determinación de la incidencia de *V. destructor*

La incidencia de varroasis se evaluó en cada mes de ensayo y posteriormente su efecto final, mediante la prueba del frasco (De Jong *et al.*, 1980). Se utilizaron frascos de boca ancha que contenían 200 ml de agua con 5 gotas de detergente. El cual consistió en deslizar cada frasco etiquetado para cada colmena, en ambos lados de cuadros con crías abiertas desde arriba hacia abajo, tomando aproximadamente muestras de 300 abejas por colmena.

Posteriormente en el laboratorio se procedió a agitar los frascos y filtrar las muestras, contando el número de abejas y el número de *Varroa* obtenidas por cada colmena tratamiento y testigo. La variable de niveles de infestación de *Varroa* se evaluó con la siguiente fórmula: $[\text{ácaros} / \text{abejas}] \times 100 = \text{porcentaje de parasitismo}$. Índices mayores al 1 % se consideraron niveles altos de varroasis, menores del 1% valores bajos.

Determinación la incidencia de *N. spp.*

La incidencia de *N. spp.* en los meses de aplicación y el efecto final, se determinó de acuerdo a la técnica de Cantwell (1970). Para el análisis se recolectó abejas pecoreadoras (adultas) en la entrada de cada colmena, empleando también las abejas capturadas para la determinación de incidencia de varroasis. (Abejas nodrizas). Se procedió a separar 30 abdómenes de abejas, macerándolas con 30 ml de agua y se agitó la muestra, colocando posteriormente una alícuota en la cámara de Neubauer. Luego se procedió a contabilizar el número de esporas en los 25 cuadrantes de la cámara.

La variable de infestación de *N. spp.* se determinó con la siguiente fórmula expresada por Tapia González *et al.*, (2017) : $N^\circ \text{ de esporas por abejas} = [N^\circ \text{ total de esporas contadas} / 80] \times 4.000.000$. Siendo los índices de infestación: muy leve (10^4 - 10^6), leve (10^6 - 5×10^6), moderado (5×10^6 - 10^7), semifuerte (10^7 - 2×10^7), fuerte (2×10^7), según la tabla de Jaycox (Molina *et al.*, 1990).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos de *V. destructor* y *N.spp.*, se empleó el programa estadístico INFOSTA. Aplicando un diseño experimental en bloque (DBCA) y la interacción para determinar el efecto de los tratamientos en cada uno de los meses de aplicación. Para una mejor comprensión de los datos se utilizó el Test de Tukey (Di Rienzo *et al.*, 2011).

RESULTADO

Efecto de los diferentes tratamientos de bacterias lácticas en *V. destructor* por cada mes de aplicación

Antes de la aplicación de las bacterias, las incidencias de varroasis para las colmenas elegidas para el tratamiento con *L. helsingbergensis* correspondieron a 6,5 % y del 7,25 % para aquellas que obtuvieron los tratamientos con *A. kunkeei*, mientras que las testigos indicaron el 9,6 % de varroasis.

En el primer mes de aplicación, las colmenas testigos presentaron un promedio de 7,75% de varroasis. Mientras que los tratamientos presentaron un promedio del 0 % para *A. kunkeei* y del 0% para *L. helsingbergensis*. En el segundo mes de aplicación el porcentaje del efecto de la enfermedad en ambas colmenas tratamiento fue del 0 %, mientras que el testigo presentó el 6, 75% de varroasis.

En el tercer y cuarto mes de aplicación, se mantuvo una constante del índice de varroasis para los dos tratamientos siendo 0%, mientras que el testigo presentó el 6, 5% y 6 % para los respectivos períodos.

El análisis estadístico demostró diferencia significativa con un p –valor de <0,0001 entre la interacción de los diferentes meses de aplicación de los tratamientos y los testigos. La comparación de las medias no registraron diferencia entre las aplicación de los diversos tratamientos con bacterias lácticas en cada mes de aplicación.

Se registró el efecto de los tratamientos por cada mes de aplicación de las bacterias en un lapso de 4 meses, registrando descenso inmediato del porcentaje de *V. destructor* en los meses de ensayos (Fig. 1).

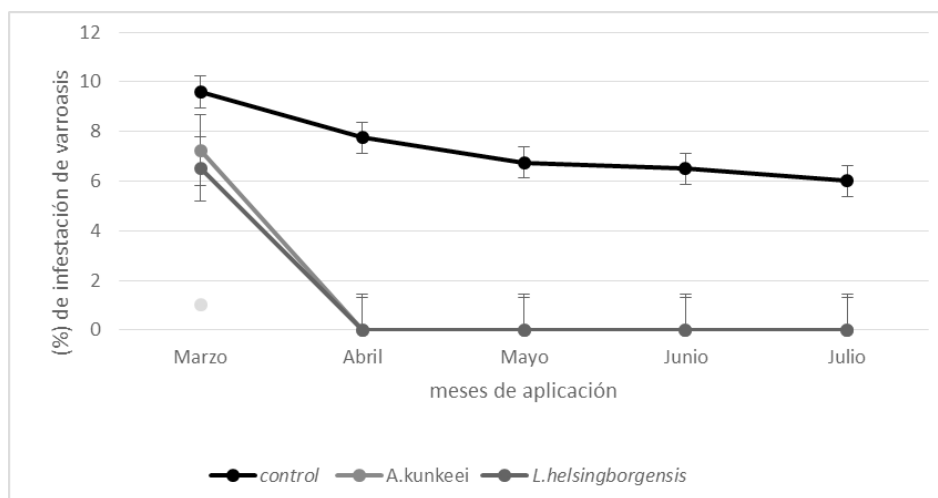


Figura 1: Efecto de los diferentes tratamientos de bacterias lácticas en *V. destructor* por cada mes de aplicación.

Determinación de la incidencia de *V. destructor*

Se observó la incidencia de ambos tratamientos con bacterias lácticas en *V. destructor*, registrando valores del 0% de varroasis para *A. kunkeei* y *L. helsingborgensis*. El análisis estadístico comprobó diferencia significativa con un p-valor de 0,001 entre los tratamientos y el testigo, y al realizar la comparación entre las medias no se registró diferencia significativa entre ambos tratamientos con bacterias lácticas (Fig.2).

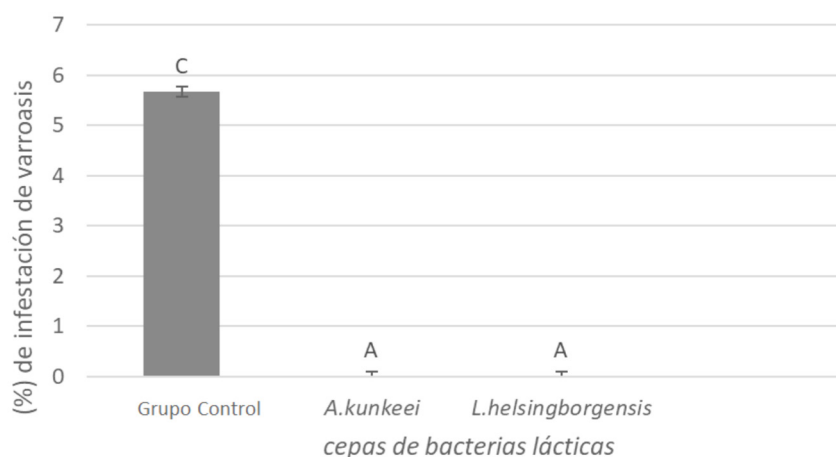


Figura 2: Determinación de la incidencia de *V. destructor* en las colmenas sometidas a tratamientos con las cepas de bacterias lácticas y colmenas control.

Efecto de los diferentes tratamientos de bacterias lácticas en *N. spp.* por cada período de aplicación.

Los valores de índice de *N. spp.* antes de realizar los tratamientos con las bacterias lácticas para el testigo indicaron $1,7 \times 10^6 \pm 143,614$ esporos/abejas, *L. helsingborgensis* $1,4 \times 10^6 \pm 377,492$ esporos/abejas y *A. kunkeei* $1,3 \times 10^6 \pm 288,140$ esporos/abejas.

En cuanto al primer mes de aplicación, para el tratamientos con *A. kunkeei*, se registró una valor de índice de *N. spp.* de $2,9 \times 10^5 \pm 141,993$ esporos/abejas, seguido por *L. helsingborgensis* $1,1 \times 10^6 \pm 432,232$ esporos/abejas y el testigo $1,5 \times 10^6 \pm 207,103$ esporos/abejas. Para el segundo mes de aplicación, se presentó una disminución de *N. spp.* en los tratamientos como en el testigo. En las aplicaciones llevadas a cabo en los meses 3 y 4, se continúa presentando una disminución de la infección de *N. spp.*, siendo para el tratamiento con *A. kunkeei* $2 \times 10^4 \pm 17,931$ esporos/abeja *L. helsingborgensis* $4 \times 10^5 \pm 356,043$ esporos/abeja y testigo $8 \times 10^5 \pm 341,567$ esporos/abejas.

Al realizar el análisis estadístico se observó diferencia entre la interacción de las aplicaciones de los tratamientos por cada mes de suministro, presentando un p valor de $<0,0001$, registrando un mejor efecto *A. kunkeei* (Fig.3).

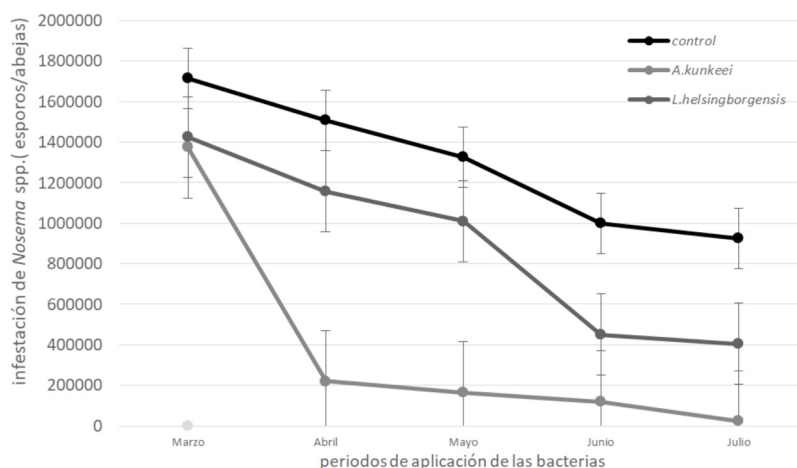


Figura 3: Efecto de los diferentes tratamientos de bacterias lácticas en *N. spp.* por cada mes de aplicación.

Determinación de la incidencia de *N. spp.*

Se observó que la incidencia final de nosemosis en los tratamientos realizados con bacterias lácticas fue para: *A. kunkeei* 20,000 esporos /abejas, *L. helsingborgensis* 60,000 esporos /abejas, quienes registraron según la tabla de Jaycox (1990) un nivel muy leve de infección. Mientras que el grupo control registró $1,0 \times 10^6$ esporas /abejas.

En análisis de las medias registró un valor promedio de $1,1 \times 10^6$ de incidencia de *N. spp.* para los testigos. En relación a los tratamientos realizados con *L. helsingborgensis* se registró una media de $5,8 \times 10^5$ esporos/abejas y para *A. kunkeei* la media fue de $2,8 \times 10^5$ esporos/abejas. Reduciendo *L. helsingborgensis* más del 50% *N. spp.* y *A. kunkeei* más del 72% el microsporidium.

Al realizar el análisis estadístico se comprobó una diferencia significativa con un p-valor de $<0,0001$, entre los tratamientos y los testigos. La comparación de las medias indicó que el mejor control lo presentó *A. kunkeei* sobre el patógeno (Fig.4).

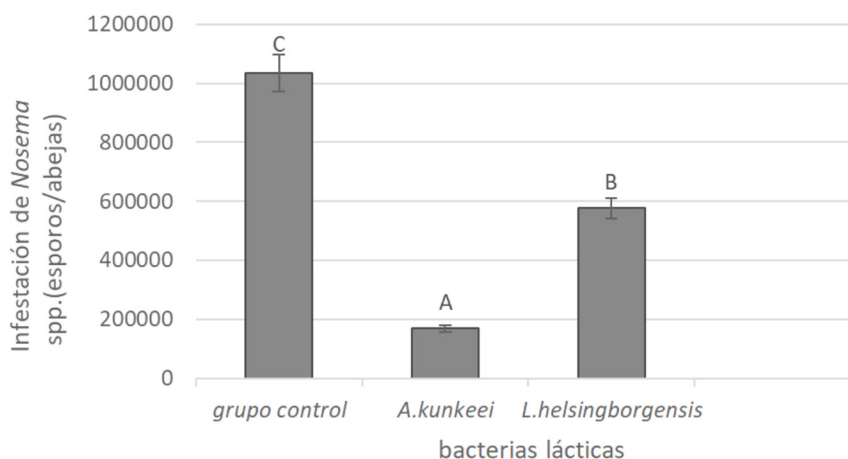


Figura 4: Determinación la incidencia de *N. spp.* en colmenas sometidas a tratamientos con las cepas bacterias lácticas y colmenas control.

DISCUSIÓN

Al realizar el análisis de la interacción de la incidencia de varroasis a partir de las aplicaciones de los lactobacilos en cada mes del ensayo, se registró que el efecto de las bacterias fue inmediata, concordando con los estudios realizados por Tejerina *et al.*, (2020) & Audisio, (2017) quienes demostraron la disminución de la incidencia del ácaro en colmenas jujeñas, con bacterias lácticas obtenidas del intestino de abejas de la provincia de Salta.

En lo que respecta al efecto de las bacterias en los 4 meses se comprobó una reducción total del ácaro, indicando estos resultados que la aplicación de *A. kunkeei* y *L. helsingborgensis* podrían mejorar la microbiota intestinal de las abejas, y contribuir a mantener la microbiota resistentes frente al parásito durante los períodos de su dinámica poblacional. Lo cual se vincula con lo expuesto por Marche *et al.*, (2019) donde comprobaron que *V. destructor* afecta la microbiota intestinal de las abejas obreras disminuyendo la cantidad de *Lactobacillus spp.*, provocando una disbiosis intestinal, observando abejas débiles y susceptibles a contraer enfermedades. Por lo que las bacterias *A. kunkeei* y *L. helsingborgensis* producirían ácidos orgánicos que inhibirían al parásito, relacionándose estos resultados a lo expuesto por De Piano *et al.*, (2020) quienes manifestaron que los lactobacilos generan ácidos orgánicos como: ácido láctico, ácido felioláctico o ácido acético que afectarían la viabilidad de *V. destructor*.

Estudios llevados a cabo por Milani (2001) y (Akyol & YeniNar, 2009) demostraron que las aplicaciones de ácidos orgánicos generan la muerte de ácaro. Sin embargo, García Vicente *et al.*, (2024) indicaron que el efecto de las bacterias lácticas se relaciona a la dosis y tiempo de exposición sobre el ácaro.

En cuanto a *N. spp.*, se evidenciaron índices de infestación muy leves para las colmenas que recibieron *L. helsingborgensis* y *A. kunkeei*, en comparación con el testigo que obtuvo porcentajes leve de *N. spp.* Cuyos resultados corresponderían a que las bacterias lácticas liberan compuestos metabólicos que reducirían la colonización de los esporos del *N. spp.*; coincidiendo con lo señalado por Zheng *et al.*, (2018) quienes enunciaron que las bacterias lácticas producen compuestos metabólicos que generan un efecto inhibitorio sobre *N. spp.*

Además se han reportado varios estudios de aplicación de bacterias lácticas aisladas del intestino de abejas de la provincia de Salta en colmenas que han demostrado efectos contra *Nosema*; como la bacteria *L. johnsonii* y *L. salivarius* quienes disminuyeron del 50 % al 80% *N. ceranae*, en comparación con colonias controles (Tejerina *et al.*, 2020; Audisio *et al.*, 2017). Por otra parte, Garrido *et al.*, (2023) demostraron que la mezcla de bacterias lácticas (*A. kunkeei* y *B. coryneformey*), como los extractos de plantas comerciales

HiveAlive aplicados en colmenas redujeron el 70% de *N. ceranea*

Los resultados estadísticos de comparación de medias en cada mes de aplicación señalaron un mejor efecto biocontrolador de *A. kunkeei*, en comparación con *L. helsingborgensis*, evidenciando que *L. helsingborgensis* necesitaría mayor tiempo de adaptación en la microbiota intestinal, como así también producirían metabolitos secundarios que tendrían menor efectividad para disminuir la infección de *Nosema*. Lo cual, se vincula a lo expuesto por Borges *et al.*, (2021) en el que señalaron en sus ensayos que no todos los compuestos antimicrobianos de algunas especies de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Bacillus* producen compuestos efectivos contra nosemosis. Los resultados obtenidos con *A. kunkeei* indicarían que presenta compuestos antimicrobianos con mayor efecto inhibitorio sobre *N.spp*.

CONCLUSIÓN

Los ensayos realizados mostraron que *A. kunkeei* demostró ser el más efectivo frente a *N. spp.* y *V. destructor*, evidenciando valores muy bajos para estas enfermedades, por lo que la aplicación de bacterias lácticas como *A. kunkeei* demostró prevenir y controlar las enfermedades estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Akyol E y YeniNar H. (2009). Uso de ácido oxálico para controlar *Varroa destructor* en abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) Colonias. Turk. J. Vet. Anim. Sci, 33:2.
- Audisio, M.C. (2017). Gram-positive bacteria with probiotic potential for the *Apis mellifera* L. honey bee: the experience in the northwest of Argentina. Probiotics Antimicro, 9: 22–31.
- Borges, D.; Guzman-Novoa, E.; Goodwin, P. H. (2021). Effects of Prebiotics and Probiotics on Honey Bees (*Apis mellifera*) Infected with the Microsporidian Parasite *Nosema ceranae*. Microorganisms, 9, 481.
- Cabana, M. J., Tejerina, M. R., José, J., Castro, R. M., Benítez Ahrendts, M. R. (2021). Potencial probiótico de bacterias aisladas de pan de polen para mejorar la producción y sanidad de *Apis mellifera*. Idesia Arica, 39(1):45-51.
- Cantwell G E. (1970). Standard methods for counting *Nosema* spores. Am. Bee J., 110: 222–223.
- De Jong, D. (1980). *Varroa jacobsoni*, Survey Techniques U.S.A. Entomology Leaflet N° 109. Univ. Maryland. USA.
- De Melo Pereira, G. V.; de Oliveira Coelho, B.; Magalhães, A. I.; Thomaz-Soccol, V.; Soccol, C. R. (2018). How to select a probiotic? A review and update of methods and criteria. Biotechnol. Adv, 36: 2060–2076.
- De Piano, F.G.; Maggi M.D.; Meroi Arceitto F.R.; Audisio M.C.; Eguaras M.; Ruffinengo, S.R. (2020). Efectos del sobrenadante libre de células bacterianas sobre los parámetros nutricionales de *Apis mellifera* y su toxicidad contra *Varroa destructor*. J. Apic. Sci, 64:55–66.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, L.; González Tablada, M.; Robledo, C.W. (2011). Grupo INFOSTAT. FCA. Universidad Nacional de Córdoba.
- Garrido, P. M.; Porrini, M. P.; Alberoni, D.; Baffoni, L.; Scott, D.; Mifsud, D.; et al. (2023). Beneficial Bacteria and Plant Extracts Promote Honey Bee Health and Reduce *Nosema ceranae* Infection. Probiotics and Antimicrobial Proteins, 1:16.
- Iorizzo, M.; Pannella, G.; Lombardi, S. J.; Ganassi, S.; Testa, B.; Succi, M.; Sorrentino, E.; Petrarca, S.; De

- Cristofaro, A.; Coppola, R. et al. (2020). Inter- and Intra-Species Diversity of Lactic Acid Bacteria in *Apis mellifera* ligustica Colonies. *Microorganisms* 8: 1578.
- Jia, S.; Wu, Y.; Chen, G.; Wang, S.; Hu, F.; Zheng, H. (2022). The Pass-on Effect of Tetracycline-Induced Honey Bee (*Apis mellifera*) Gut Community Dysbiosis. *Front. Microbiol* 12: 781746.
- Krongdang, S.; Evans, J. D.; Pettis, J. S.; Chantawannakul, P. (2017). Multilocus Sequence Typing, Biochemical and Antibiotic Resistance Characterizations Reveal Diversity of North American Strains of the Honey Bee Pathogen *Paenibacillus larvae*. *PLoS ONE*, 12: e0176831.
- Lashani, E.; Davoodabadi, A.; Dallal, M. M. S. (2020). Some probiotic properties of *Lactobacillus* species isolated from honey and their antimicrobial activity against foodborne pathogens. *Veterinary Research Forum* 11 (2): 121-126.
- Marche, M. G.; Satta, A.; Floris, I.; Pusceddu, M.; Buffa, F.; Ruiu, L. (2019). Quantitative Variation in the Core Bacterial Community Associated with Honey Bees from *Varroa*-Infested Colonies. *J. Apic. Res*, 58: 444-454.
- Milani N. (2001). Actividad de los ácidos oxálico y cítrico en el ácaro *Varroa destructor* en ensayos de laboratorio. *Apidologie*, 32:127-138.
- Molina, A.; Guzmán, E.; Message, D.; De Jong, D.; Pesante, D.; Mantilla, C.; Zozaya, A.; Jaycox, E.; Alvarado, F.; Handal, S.; Meneses, G. (1990). Enfermedades y plagas de la abeja melífera occidental. San Salvador: OIRSA-BID.
- Morelli, L. y Capurso, L. (2012). FAO/WHO guidelines on probiotics 10 years latter. *J Clin Gastroenterol*, 46: 1-2.
- Ramsey, S. D.; Ochoa, R.; Bauchan, G.; Gulbranson, C.; Mowery, J. D.; Cohen, A.; Lim, D.; Joklik, J.; Cicero, J. M.; Ellis, J. D.; et al. (2019). *Varroa destructor* Feeds Primarily on Honey Bee Fat Body Tissue and Not Hemolymph. *Proc. Natl. Acad. Sci*, 116:1792-1801.
- Soklic, M.; Gregorc, A. (2016). Comparison of the two microsporidia that infect honeybees—A review. *Agricultura* 13: 49-56.
- Tapia González, M. J.; Alcazar Ocegüera, G.; Macías Macías, J. O.; Contreras Escareño, F.; Tapia Rivera, J. C. T.; Chavoya Morena, F. J.; Martínez González, J. C. (2017). Nosemosis in worker bees and their relationship with environmental factors in Jalisco, Mexico. *Rev Mex Cienc Pecu*, 8 (3):325-330.
- Tauber, J.; Nguyen, V.; Lopez, D. L.; Evans, J. (2019). Effects of a Resident Yeast from the Honeybee Gut on Immunity, Microbiota, and Nosema Disease. *Insects*, 10 (9): 296
- Tejerina, M.R.; Cabana, M. J.; Benítez-Ahrendts, M. R. (2022). Incidencia de factores ambientales sobre la prevalencia de *Varroa* spp. y *Nosema* spp. en zonas fitogeográficas de la provincia de Jujuy, Argentina. *Idesia Arica*, 40(2): 103-112.
- Tejerina; M. R.; Benítez-Ahrendts, M. R.; Audisio, M. C. (2020). *Lactobacillus salivarius* A3iob reduces the incidence of *Varroa destructor* and *Nosema* Spp. in commercial apiaries located in the northwest of Argentina. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* 12: 1360-1369.
- Zheng, L. H.; Steele, M.I.; Sean, P.; Leonard, S.P.; Motta, E.V.S.; Moran, N.A. (2018). Honey bees as models for gut microbiota research. *Lab Anim*, 47(11): 317-325

TRABAJO

EVALUACIÓN DE LA INOCUIDAD MICROBIOLÓGICA DEL BIOPREPARADO SUPERMAGRO

EVALUATION OF SUPERMAGRO BIOPREPARATION MICROBIOLOGICAL INNOCUOUNESS

García A. E.¹, Catacata A.¹ y Alvarez S. E. ¹

¹ Laboratorio de Innovación y Validación de Tecnología Agroecológica (LIVTA). Centro de Estudios para el Desarrollo de la Agricultura Familiar (CEDAF)-Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi Nº 47, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina. (CP4600)

*Autor para correspondencia:
arturogarcia@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:
Diciembre 2024

Historial:
Recibido: 10/04/2024
Aceptado: 10/09/2024

RESUMEN

El Supermagro representan una alternativa frente a los fertilizantes químicos para el manejo agroecológico; sin embargo, su calidad e inocuidad ha sido cuestionada debido a su composición que incluye guano fresco. El objetivo fue verificar la integridad del biopreparado y brindar características identificables a campo. Las variables analizadas fueron el número más probable (NMP) de coliformes totales y presencia /ausencia de coliformes fecales a los 8 y 15 días de preparado, según Normas ICMSF. Los resultados mostraron niveles elevados de coliformes totales, presencia de coliformes fecales y de *E. coli* a los 8 días de preparación, con pH 8. A los 15 días se obtuvo ausencia de coliformes totales, coliformes fecales y de *E. coli*, lo que demuestra que el proceso se completó con pH 5. Estos parámetros se correlacionan con variables como el color ámbar brillante y traslúcido, olor a fermentación alcohólica y la formación de una nata blanca.

Palabras clave: agroecología, sustentabilidad, sanidad

SUMMARY

Supermagro represents an alternative to chemical fertilizers for agroecological management; however, its quality and safety have been questioned due to its composition, which includes fresh guano. The objective was to verify the biopreparation integrity and to provide identifiable characteristics in the field. The variables analysed were the most probable number (MPN) of total coliforms and presence/absence of faecal coliforms at 8 and 15 days of preparation, according to ICMSF Standards. The results showed high levels of total coliforms, presence of faecal coliforms and *E. coli* at 8 days of preparation, at pH 8. After 15 days, the absence of total coliforms, faecal coliforms and *E. coli* was obtained, which shows that the process was completed at pH 5. These parameters

correlate with variables such as bright and translucent amber colour, alcoholic fermentation odor and the formation of milk skin.

Keywords: agroecology, health, sustainability

INTRODUCCIÓN

La producción bajo el enfoque agroecológico es hoy una de las más relevantes propuestas generadas para la producción de alimentos de forma sustentable y en un marco de soberanía alimentaria. Pero en la actualidad para la reconversión desde una producción con agroquímicos y monocultivo a un esquema agroecológico es necesario contar con tecnología de apoyo para dicha transición.

Las prácticas ancestrales son fuente valiosa de saberes empíricos asociados al manejo nutricional o sanitario de los cultivos. Muchos de estos saberes corresponden a lo que ahora llamamos biopreparados. Entendiéndose el término “Biopreparado” a todo insumo elaborado en base a la combinación o mezcla de sustancias de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza, que tienen propiedades nutritivas para las plantas y/o controladoras, repelentes o atrayentes de plagas y enfermedades o son utilizadas como enmienda o sustrato; que se hayan obtenido mediante un procedimiento de tipo y escala artesanal, a partir de recursos mayoritariamente de obtención local a excepción de aquellas procedentes de zonas de producción exclusivas de ciertas partes del territorio nacional, y accesible a todo usuario final.

El “supermagro” (SM), creado en Brasil por Magro (de ahí surge el nombre) es un biopreparado producido bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y ha mostrado efectos estimulantes de crecimiento en cultivos como maracuyá (Rodríguez, Cavalcante, Oliveira, Sousa & Mesquita, 2009). Se demostró también, que ayuda a acumular mayor contenido de materia seca y peso fresco en cultivos de lechuga (Bonillo, Filippini & Lipinski, 2015) y hasta es capaz de aumentar el contenido de azúcares reductores, lo que nos indica una mejora en el estado nutricional y por lo tanto favorecieron las condiciones de crecimiento y el aumento del metabolismo de las plantas. (Álvarez, Bonillo, Catacata & Lipinski, 2015)

Estos biopreparados pueden ser elaborados por los agricultores utilizando insumos sencillos y procedimientos artesanales. Son el resultado de la descomposición o fermentación (mediante la acción de microorganismos) de materia orgánica disuelta en agua, transformando elementos, que no podrían ser aprovechados directamente por las plantas, en sustancias fácilmente asimilables por las mismas.

El concepto de calidad en los productos de consumo en fresco, ha dejado de ser concebido sólo en relación con las características externas del producto que llega al consumidor. Aspectos tales como el tipo y dosis de pesticidas y fertilizantes químicos empleados durante su producción y, consecuentemente, el valor nutritivo y el contenido de sustancias nocivas para la salud en los órganos comestibles, se consideran factores cualitativos de importancia (Pimpini, Filippini & Gennari, 2004). En los sistemas que se aplican biopreparados se suele cuestionar el uso de guanos y los subproductos de estos como fertilizantes orgánicos, cuestionamiento asociado al riesgo de contaminación del cultivo con microorganismos patogénicos (coliformes como *Escherichia coli*) (Rivera, Rodríguez & Lopez-Orbegoso, 2009). Los análisis microbiológicos constituyen un aspecto importante para determinar la calidad sanitaria de los biopreparados. De acuerdo a la Environmental Protection Agency (EPA) un alto número de este grupo representa un indicador de la presencia de bacterias patógenas como *Salmonella*, *Shigella* y *E. coli* verotoxigénicas. Estos patógenos asociados a los alimentos, generan contaminación microbiológica, siendo la causa de enfermedades transmitidas por los alimentos. (Forsythe & Hayes, 2007). El objetivo del presente trabajo es verificar la inocuidad del SM, de producción artesanal, en distintos periodos del

proceso de fermentación mediante la técnica del número más probable, correlacionando la misma con variables organolépticas fácilmente identificables a campo.

METODOLOGÍA

El ensayo se llevó a cabo en el Laboratorio de Innovación y Validación de Tecnología Agroecológica (LIVTA)- Campo Experimental Dr. Emilio Navea, Severino Dpto. El Carmen, Jujuy. El SM se preparó en un recipiente de 50 L, con 5 L de guano fresco de vaca, ¼ Kg de azúcar, 2L de leche y 25L de agua, siguiendo la metodología planteada por el Centro de Estudios para el Desarrollo de la Agricultura Familiar (CEDAF, 2017). Los ingredientes se mezclaron y se ubicaron en un lugar seco y protegido de la lluvia y del sol. Para asegurar que el proceso se cumplió de manera correcta se revisó las características organolépticas (color y olor) periódicamente, y se procedió a mezclar cada 7 días.

Para la determinación microbiológica del bioinsumo se tomaron 10 g de muestra a los 8 y 15 días. Se procedió al preparado de las diluciones seriadas, para lo cual se diluyó la muestra en un Erlenmeyer que contenía 90 ml de agua peptonada estéril al 0.1% y se obtuvo una dilución de concentración 10^{-1} , que corresponde al primer nivel de dilución (1:10). Se homogeneizó a la dilución 1:10 y se tomó 1 ml, con otra pipeta estéril y se agregó a un tubo de ensayo con agua peptona estéril, 10^{-2} (1:100), correspondiente al segundo nivel de dilución. Se procedió de la misma manera, que en el punto anterior hasta llegar a la última dilución 10^{-6} (1:1.000.000). Para la aplicación de la técnica del número más probable se tomó 1 ml de cada una de las diluciones obtenidas y se sembró en tres tubos con Caldo MacConkey, con campana Durham invertida, y se las incubó a 37°C, durante 48 hs. Los tubos de ensayo positivos de coliformes totales se sembraron en tubos de ensayo con el medio EC, con campanas Durham invertidas y se incubaron entre 44 - 45 °C durante 48 hs. y en cajas de Petri que contenía agar Eosina y Azul de metileno (E.M.B) para detectar la presencia de *E. coli*.

La lectura de los resultados se llevó a cabo teniendo en cuenta las tres diluciones consecutivas positivas observando viraje de indicador (de color rojo violeta a amarillo) debido a la acidificación del medio, y formación de gas en la campana de Durham.

Para la interpretación de los resultados, se buscó el número característico formado con los resultados de tres diluciones consecutivas, donde el primer número de la serie pertenece a la mayor dilución positiva. Luego se buscó ese valor en la tabla *Mc Crady*, donde están todas las combinaciones posibles. Para la determinación de *E. coli* a los 8 y 15 días en cajas de petri no se tuvo en cuenta el número de colonias de enterobacterias, debido a que el objetivo del trabajo fue un análisis cualitativo (ausencia o presencia de *E. coli*). En la siembra en cajas de petri la presencia de un color verde esmeralda determino un resultado positivo para *E. coli*.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Tabla 1: Resultados de coliformes totales en diluciones a los 8 días de la siembra

Nivel de dilución	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
Resultados	+++ 3	+++ 3	+++ 3	+++ 3	++- 2	++- 2

El número característico de estos resultados es 3-2-2, que en la tabla *Mc Crady* corresponde a 210 NMP/g.

A los 8 días de la siembra, los resultados de las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} fueron positivos para

coliformes totales y se registró un pH de 8. Para la siembra de *E. coli* en cajas de petri fueron positivos en todas las siembras.

En cuanto a las características organolépticas se observó en el recipiente del preparado, color marrón claro, con olor a guano, sin olor de putrefacción. Los sedimentos en suspensión eran menos notorios, se comenzó a notar la formación de una capa superficial color blanco, semejante a la nata.

Tabla 2: Resultados de coliformes totales en diluciones a los 15 días de la siembra

Nivel de dilución	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
Resultados	+++ 3	+++ 3	--- 0	--- 0	--- 0	--- 0

El número característico de estos resultados es 3-0-0, que en la tabla Mc Crady corresponde a 23 NMP/g.

A los 15 días de la siembra, los resultados de las diluciones 10⁻³,10⁻⁴,10⁻⁵,10⁻⁶ fueron negativos para coliformes totales y se registró un pH de 5. Para la siembra de *E. coli* en cajas de petri fueron negativos en todas las siembras.

En cuanto a las características organolépticas, el color era ámbar brillante y translúcido, con olor agradable a fermentación alcohólica, y la formación sobre la superficie de una “nata” blanca. Los sedimentos en suspensión eran pocos, y los componentes semi-sólidos precipitaron en su totalidad.

Según Bonillo *et al.*, (2015) en un estudio sobre la inocuidad de lechugas (*Lactuca sativa* L.) tratadas a campo con biofertilizantes foliares determinándose a cosecha el (NMP) de microorganismos coliformes totales. Los resultados no registraron presencia de *E. coli* o *Salmonellas sp.* y el NMP de coliformes se encontró en los límites de aceptación de acuerdo a los valores que recomienda la ICMSF.

En coincidencia con este autor, el biopreparado elaborado respeta los límites establecidos para coliformes totales, y total ausencia de *E. coli*.

Robalino (2016) expone en su trabajo que una de las opciones de esterilización de los bioinsumos es mantener su pH en rangos cercanos a 3 para inhibir el desarrollo de bacterias patógenas, según Uribe, 2003; menciona la posibilidad de utilizar el pH de los biofermentos, SM, como un indicador de calidad, ya que estos presentaban coliformes cuando el pH fue mayor a 6, y según Voča *et al.*, (2005) el pH óptimo para el desarrollo de las bacterias mencionadas es en el rango de 6.2 a 7.2. Siguiendo la misma línea de investigación el SM elaborado presenta valores de pH de 5 cuando el proceso se ha completado.

Pinheiro (2000) y Robalino *et al.*, (2011) expone en su trabajo que el color del SM debe ser ámbar brillante y translúcido y en el fondo se debe encontrar algún sedimento para asegurar su calidad. Los biofertilizantes serán de mala calidad cuando tengan un olor putrefacto y la espuma que se forma en la superficie tiende hacia un color verde azulado o verde oscuro. Coinciden la descripción de los factores observados según López (2019) de la ausencia de olor putrefacto y la formación de la “nata” blanca.

CONCLUSIONES

Con respecto a los parámetros microbiológicos se observa que las muestras tomadas a los 8 días de preparación del bioinsumo presentan el número de coliformes totales y fecales mayores a 100 NMP/g

lo que nos indica un proceso de fermentación incompleto. A partir del día 15 el análisis microbiológico muestra valores (23 NMP/g) muy por debajo del límite fijado, además de la ausencia total de *E. coli* lo que asegura la inocuidad del biopreparado.

Valores ácidos de pH, sirven para identificar si el proceso de fermentación ha progresado de manera correcta y es seguro el uso del S.M.

El color ámbar traslúcido, el olor a fermentación alcohólica y la formación de una capa superficial blanca "nata" son características organolépticas de fácil identificación que asegura la calidad y la inocuidad del SM.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, S. E., Bonillo, M. C., Catacata, A., Filippini, M. F., & Lipinski, V. (2015). Efectos del té de compost, té de lombricompost y supermagro en el contenido de nitrato, azúcares, ácido ascórbico y microorganismos asociados al cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (La Plata, 2015).
- Bonillo, M. C., Filippini, M. F., & Lipinski, V. (2015). Estudio exploratorio de concentraciones y frecuencias de aplicación de abonos orgánicos foliares en plantines de lechuga. In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata).
- Bonillo, M. C., Filippini, M. F., & Lipinski, V. (2015). Efectos de abonos orgánicos foliares: té de compost, té de lombricompost y supermagro en la productividad en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata).
- Centro de Estudios para el Desarrollo de la Agricultura Familiar (CEDAF) (2017). Quinua, Manejo Agroecológico en Quebrada y Puna Jujeña. 1º Edición. 29-30 pág.
- Forsythe, S. J. & Hayes P.R. , (2009). Higiene de los Alimentos, Microbiología y HACCP
- López, I. M. (2019) Inocuidad Microbiológica de Los Bioinsumos empleados en el cultivo de Quinua (*Chenopodium Quinua* Willd) producidos en el Campo Experimental Dr. Emilio Navea (Severino) El Carmen – Jujuy. Tesis de Grado para obtener el título Licenciatura en Bromatología – Facultad de Ciencias Agrarias - UNJu – Argentina.
- Pimpini, F., Filippini, M. F. & Gennari, A . (2004) La qualità dei prodotti frutiorticoli. Curso de posgrado. Maestría de Horticultura. F. C. Agrarias, Mendoza.54 pp
- Pinheiro, S. (2000). Manual práctico de Agricultura Orgánica. Capítulo Biofertilizantes. Fundación Junqueira Candiru. Porto Alegre. Brasil.
- Rivera-Jacinto, M., Rodríguez-Ulloa, C., & López-Orbegoso, J. (2009). Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamarca, Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 26(1), 45-48.
- Robalino Robalino, H. S. (2011). Evaluación de la Actividad Biológica y Nutricional del Biol en Diferentes Formulaciones y la Respuesta a su Aplicación en Cultivos de Arroz (*Oriza Sativa*) y Maíz (*Aae Mays*), en Guayas (Bachelor's thesis).

- Rodrigues, A. C., Cavalcante, L. F., Oliveira, A. P. D., Sousa, J. T. D., & Mesquita, F. O. (2009). Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13, 117-124.
- Forsythe, S., & Hayes, P. (2007). *Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP* (trad. B. Sanz).
- Uribe, L. (2003). *Calidad microbiológica e inocuidad de abonos orgánicos*. Ed. Meléndez, G. *Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura*, San José, Costa Rica: CIA-UCR, 165-184.
- Voća, N., Krička, T., Ćosić, T., Rupić, V., Jukić, Ž., & Kalambura, S. (2005). Digested residue as a fertilizer after the mesophilic process of anaerobic digestion. *Plant Soil Environ*, 51(6), 262-266.

Agraria

TRABAJO

METODOLOGÍA DEL AULA INVERTIDA APLICADA A LA ENSEÑANZA DE LA DINÁMICA E HIDROSTÁTICA. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE SU IMPLEMENTACIÓN

FLIPPED CLASSROOM METHODOLOGY APPLIED TO DYNAMIC AND HYDROSTATIC TEACHING. PRELIMINARY ASSESSMENT OF ITS IMPLEMENTATION

Madregal S. O.^{1*}, Farfán L.², Huarachi S. F.¹ y Zelaya V. A.¹

¹ Cátedra de Física, Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu; ² Universidad Católica de Santiago del Estero

*Autor para correspondencia:
somadregal@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:
Diciembre 2024

Historial:
Recibido: 15/02/2024
Aceptado: 07/08/2024

RESUMEN

A partir de los vertiginosos cambios de la sociedad, la tecnología y la educación, surge la necesidad de modificar la forma de enseñar en las aulas universitarias con el diseño de otras estrategias de aprendizaje activo donde el estudiante realice actividades que lo conduzcan a reflexionar y repensar, en lugar de las prácticas expositivas actuales. Los docentes de la cátedra de Física de la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias, han visto la necesidad de realizar este cambio en la enseñanza de la asignatura y se ha incorporado la metodología del Aula Invertida como una estrategia posible para realizar una mejora en este proceso. En esta metodología, lo que se realizaba en el aula como la exposición de contenidos es reemplazada por tareas previas a la clase y durante el desarrollo del proceso enseñanza- aprendizaje los estudiantes realizan actividades de participación activa. Durante la aplicación de la propuesta se utilizó el tiempo de clase para enfocarse en la aplicación y la discusión de los temas de dinámica e hidrostática, mientras que la adquisición de conceptos y principios básicos se realizó fuera de clase en una etapa previa con recursos que se encuentran disponibles en el aula de Física de la UNJu Virtual. La aceptación de la propuesta por los estudiantes fue evaluada mediante la aplicación de una encuesta de satisfacción, diseñada y validada por Landa Cavazos y Ramírez Sánchez (2018) que involucra las dimensiones: Beneficios del Modelo de Aula Invertida, Uso de videos y Colaboración y comunicación. Los resultados muestran que los estudiantes tienen un grado de satisfacción entre medio y alto, lo cual señala que el enfoque de aula invertida puede ser una estrategia de enseñanza y aprendizaje para abordar el tratamiento de los contenidos de la materia para la enseñanza de los temas tratados.

Palabras clave: aula invertida, recurso metodológico, innovación, evaluación

SUMMARY

As a result of the rapid changes in society, technology and education, there is a need to change the way of teaching in university classrooms by designing other active learning strategies in which students carry out activities that lead them to reflect and rethink, instead of the current expository practices. The professors of the Physics chair of the bachelor's degree in Biological Sciences at the Faculty of Agricultural Sciences have noticed the need to make this change in the teaching of the subject and have incorporated the Inverted Classroom methodology as a possible strategy to improve this process. In this methodology, what used to be done in the classroom, such as the presentation of contents, is replaced by pre- class tasks and during the development of the teaching-learning process, the students carry out active participation activities. During the implementation of the proposal, class time was used to focus on the application and discussion of the dynamics and hydrostatics topics, while the acquisition of basic concepts and principles was carried out outside the class in a previous stage with resources available in the UNJu Virtual Physics classroom. The acceptance of the proposal by the students was assessed through the application of a satisfaction survey, designed and validated by Landa Cavazos and Ramírez Sánchez, which involves the following dimensions: Benefits of the Inverted Classroom Model, Use of videos and Collaboration and communication. The results show that students have a medium to high degree of satisfaction, which indicates that the flipped classroom approach can be a teaching and learning strategy to address the treatment of the content of the subject for the teaching of the topics dealt with.

Keywords: assessment, flipped classroom, innovation, methodological resource

INTRODUCCIÓN

A partir de los vertiginosos cambios de la sociedad, la tecnología y la educación, surge la necesidad de modificar la forma de enseñar en las aulas universitarias que actualmente en su mayoría tienen un carácter conductista. Barraza (2010) afirma que los actores de las instituciones educativas han sido bombardeados por un discurso educativo tecnocrático, eficientista e individualista, con la idea de una práctica pedagógica subordinada a la técnica o a la estrategia. Sin embargo muchos docentes mantienen una postura crítica, y realizan propuestas de mejora en las metodologías pedagógicas buscando que tiendan a la construcción de una educación diferente.

Merla González & Yáñez Encizo (2016) afirman que la Generación Net no concibe el mundo sin tecnologías como el celular, la computadora o el Internet. La difusión masiva de información a través de redes sociales permite que los estudiantes accedan a ellas en diversos contextos. Estos autores concluyen que dichas tecnologías son fundamentales en sus vidas y, al no integrarse en la educación, las escuelas se vuelven monótonas, lo que provoca la pérdida de interés en los procesos de enseñanza que no utilizan las TIC.

En la actualidad, la mayoría de los educadores están interesados en utilizar prácticas innovadoras para promover el aprendizaje de los estudiantes (Hao & Lee, 2016). Entre los modelos de aprendizaje, en el año 2000, ha surgido la metodología del aula invertida (IC) o modelo invertido de aprendizaje (Lage *et al.*, 2000), que pretende invertir los momentos y roles de la enseñanza tradicional, donde la cátedra,

habitualmente impartida por el profesor, pueda ser asistida en un momento anterior por el estudiante mediante herramientas multimedia; de manera que las actividades de práctica, usualmente asignadas para la casa, puedan ser ejecutadas en el aula a través de métodos interactivos de trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y realización de proyectos (Lage, *et al.*, 2000; Talbert, 2012; Coufal, 2014).

La diferencia propuesta en el aula invertida es el uso de tecnología multimedia (video conferencias, presentaciones) para acceder al material de apoyo fuera del aula, lo cual se clasifica dentro de los modelos mediados por tecnología. Aunque aquella primera expresión no se consolidó hasta que en 2007 Bergman y Sams, del Instituto de Colorado de USA, se unen para grabar contenidos de presentaciones en PowerPoint narradas y capturadas en vídeo. Su idea era la de facilitar a los alumnos que no asistieran a algunas clases la posibilidad de no perder parte de las enseñanzas (Merla González & Yáñez Encizo, 2016).

Este modelo se nutre a partir del análisis de las diferentes formas de aprender que tiene el estudiante y de las diferentes formas de enseñar que tiene el docente. Numerosos autores han categorizado a los estudiantes de acuerdo a su forma de aprender de la siguiente manera: Reichmann y Grasha (Lage *et al.*, 2000) señalan que los estudiantes pueden tener estrategias de aprendizaje independiente, colaborativa y dependiente. Los estudiantes que necesitan la constante dirección del profesor son los estudiantes que poseen una estrategia de aprendizaje dependiente, mientras los que aprenden más formando parte de un equipo son los que poseen una estrategia colaborativa, y los que estudian con una estrategia independiente son aquellos que aprenden mejor con la ayuda de los recursos que tienen a su alcance (libros, computadoras, entre otras).

Keirse & Bates (Lage *et al.*, 2000) clasifican a los estudiantes en cuatro categorías de acuerdo a las escalas de personalidad como: las escalas que muestran como el individuo se relaciona con el mundo (introvertido o extravertido), como procesa la información (intuitivamente o sensorialmente), como toma sus decisiones (razonando o sensitivamente) y cómo evalúa el ambiente (juzgando o percibiendo). Una tercera clasificación basado en los estudios de Kolb (Lage *et al.*, 2000) de como los estudiantes aprenden se basa en cómo los estudiantes adquieren y procesan la información. En base a esos dos criterios los estilos de aprendizaje de los estudiantes pueden clasificarse como asimilador, acomodador, divergente y convergente.

El modelo IC utilizado en la educación primaria y secundaria de Estados Unidos se conoce como Flipped classroom model (FCM) y comenzó a expandirse a partir de la difusión de los videos de Bergmann y Sams en la Red, ganando adeptos hasta formalizar la organización denominada The Flipped Learning Network. Asemajándose al trabajo de Salman Khan, que en 2004 inició un esquema de tutorías en YouTube, dando pie al Khan Academy, herramienta muy difundida para la obtención de material audiovisual.

Como se mencionó anteriormente, Lage *et al.*, (2000) basan su propuesta en la necesidad de tener en cuenta los diferentes tipos de aprendizaje de los múltiples estudiantes congregados en la clase y el estilo de enseñanza del profesor. En esta metodología, el uso de los recursos multimedia es considerado como un instrumento que permite al estudiante elegir el mejor método y lugar para adquirir el conocimiento declarativo a su propio ritmo, especialmente si el material se encuentra en la Web o es de fácil acceso; transfiriendo la responsabilidad del aprendizaje de contenidos al estudiante; y al profesor le corresponde, la organización de la práctica a fin de guiar las actividades (Lage *et al.*, 2000; Bristol, 2014).

El modelo del aula invertida, tiene como elemento central, la identificación de competencias que se han de desarrollar en el estudiante. En esta etapa, el profesor debe clasificar los contenidos que requieren ser aprendidos por instrucción tradicional (video u otros recursos) y aquellos que se sitúan mejor en la experimentación (Bristol, 2014)



Figura 1: Componentes de un aula invertida. En Martínez Olvera *et al.*, (2015)

Martínez Olvera *et al.*, (2015) señalan que dicha estructura provee al alumno de numerosas oportunidades para demostrar, con la práctica, la aprehensión del contenido. Para llegar a los objetivos planteados se debe proceder con una metodología centrada en el alumno con el repaso de contenidos declarativos se basa, conforme la Taxonomía de Bloom, en tareas cognitivas de bajo nivel, tales como recordar y entender, lo que conlleva que el profesor deba plantear tareas activas y colaborativas lo que implica el despliegue de actividades mentales más complejas dentro del aula como aplicar, analizar, evaluar y crear (Talbert, 2014), donde el rol de profesor es de auxiliar o apoyo. Como en toda metodología es preciso que se comunique a los estudiantes: los objetivos, la planificación del módulo, entrenamiento en el uso del modelo, lo cual permite el avance del grupo a ritmos personalizados e, idealmente, evaluaciones acordes al avance de cada estudiante. De esta manera, se dispone de un método que integra a los estudiantes con distintos niveles de competencia permitiéndoles avanzar a su ritmo fuera del aula, repitiendo el contenido tantas veces les sea necesario y, practicar presencialmente con el apoyo adecuado tanto del profesor como de sus pares, ofreciendo atención mayormente individualizada así como el espacio para retroalimentar y enriquecer participaciones. Son tales sus características que han situado al modelo como una instrucción relacionada con el aprendizaje activo, centrado en el estudiante (Coufal, 2014).

Para dimensionar el uso del modelo en el aula, se presentan las propuestas de Lage *et al.*, (2000) y de Bergmann & Sams (2012). La primera refiere que una vez seleccionados y distribuidos los temas a abordar, la secuencia incluye una primera sesión presencial, en donde se indica a los estudiantes que revisen el material multimedia preparado (en formatos variados a fin de que los estudiantes tengan la oportunidad de elegir los que mejor se ajusten a su estilo de aprendizaje), y se recomienda que sea de fácil acceso ya sea en la institución, replicado en dispositivos portátiles o bien descargado desde la Web, proporcionar material impreso y cuestionarios que se respondan de las notas tomadas a partir de la visualización de las presentaciones. En las sesiones presenciales, se pueden despejar dudas sobre los contenidos leídos y enseguida, abordar situaciones experimentales de uso práctico del tema en cuestión, variando los niveles de complejidad. Posteriormente, revisar en pequeños grupos los cuestionarios asignados (que han sido trabajados individualmente en el tiempo fuera de clase) y una vez discutidas las respuestas, se prepara una pequeña exposición al grupo. Se propone aplicar cuestionarios (o material similar) periódica y aleatoriamente, lo cual permite incitar el compromiso de preparación previa y la recolección de evidencias de trabajo.

Eventualmente, se requiere evaluar con ejercicios donde los estudiantes apliquen los conceptos revisados, para lo cual se propone el intercambio de ideas en grupos reducidos, presentando sus

conclusiones al grupo. Para terminar la sesión, el profesor debe indagar sobre nuevas dudas o inquietudes. Para el soporte del curso, los autores proponen la creación y uso de un sitio Web donde se pueda acceder al material de trabajo (presentaciones, videos, cuestionarios, evaluaciones de práctica, entre otras), al plan del curso, y a espacios de interacción para despejar dudas o ampliar información. De manera que se disponga un horario fijo de tutorías en vivo con el profesor, constituyendo un espacio de intercambio sincrónico aunado a las sesiones presenciales, así como de recursos descargables de manera asincrónica. Sin embargo, los autores insisten en adecuar los recursos tecnológicos al espacio educativo, pudiendo usar material disponible en la red o incluso fuera de línea. En la figura 2, se representa gráficamente la propuesta del modelo.

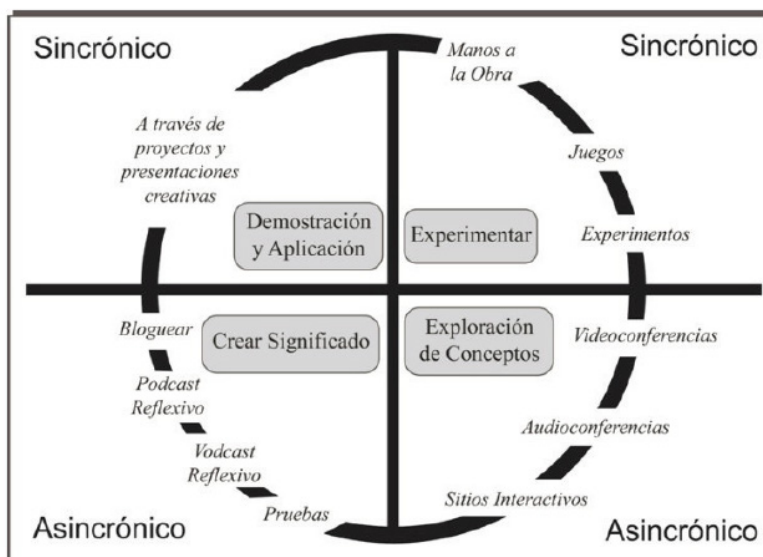


Figura 2: Componentes de un aula invertida. En Martínez Olvera et al., (2015)

El aula invertida se considera un sub-modelo de los entornos mixtos, conforme a la clasificación de Staker & Horn (2012) siendo el aprendizaje mixto o híbrido es definido como un programa de educación formal en el cual los estudiantes aprenden en línea, al menos en parte, con algún elemento controlado por el estudiante sobre el tiempo, lugar o ritmo y supervisado, al menos parcialmente, de manera tradicional en algún lugar fuera de casa y cuyas modalidades a lo largo de cada ruta de aprendizaje estén diseñadas de manera interconectada para proporcionar un aprendizaje integrado.

El sustento teórico de aprendizaje está relacionado con el modelo constructivista, específicamente de Vigotsky, en cuanto al proceso de construcción colaborativa, cuestionamiento y resolución de problemas en un trabajo conjunto (Martínez Olvera et al., 2015).

El IC se implementó diversas instituciones educativas, cabe mencionar el trabajo de Pierce & Fox (2012) con estudiantes de medicina, concluyen que usando este método, los estudiantes mostraron un aprendizaje activo centrado en la lectura con una mejor actitud sobre la experiencia. Asimismo, aunque la satisfacción es mayor en el aula invertida que de forma tradicional, los resultados aún muestran diferencias pequeñas por lo que se requiere mayor investigación.

En 2014, Talbert pone a prueba el IC con estudiantes universitarios de álgebra lineal; sin embargo, no se aplicó durante todo un curso si no que solo se probó un tema en el transcurso de dos sesiones registrando, que al principio, los estudiantes se encuentran renuentes hacia dicha estructura. Pese a ello, los resultados sugieren que se puede adquirir conocimiento procedimental fuera de clase por medio de videos siendo este método al menos tan efectivo como el tradicional. El autor reflexiona sobre la posibilidad de extender el método a un curso completo, siempre que se dé el espacio suficiente para despejar las dudas del alumnado (Martínez Olvera et al., 2015).

Existen muchas otras experiencias centradas en la implementación IC listadas por Martínez Olvera *et al.*, (2015), en las cuales se demuestran que existe una leve mejora en el nivel de rendimiento con respecto al método tradicional, sin embargo muestran que se encuentra una mayor significación a los conceptos involucrados y los participantes se describen mayormente motivados, satisfechos con el modelo, además que se desarrollaron competencias informacionales y habilidades críticas del pensamiento. El IC se aplicó en la enseñanza de diversas disciplinas tales como medicina, enfermería, inglés, economía, entre otras, todas las cuales obtuvieron resultados semejantes y la mayoría pone como uno de los obstáculos la poca experiencia en esta metodología.

Con respecto a trabajos de investigación sobre la aplicación del IC en la asignatura Física se encuentran los trabajos de Pérez Rodríguez *et al.*, (2018), Espinoza Solano Araujo & Veit, (2018), donde proponen el uso del aula invertida para el tema cinemática, pero sin mostrar la aplicación de la propuesta. Mora Ramírez & Hernández Suarez, (2017), Hernández Silva & Tecpan Flores. (2017), García Ramírez, (2019) muestran resultados positivos con la aplicación de esta metodología para diversos temas de Física.

Madregal *et al.*, (2018), encontraron que los alumnos que cursan Física de la Licenciatura en Ciencias Biológicas muestran dificultades en el aprendizaje de los temas de Dinámica e Hidrostática. En base a esto, los docentes de la cátedra, han visto la necesidad de realizar este cambio en la enseñanza de la asignatura y se ha tomado la metodología del Aula Invertida como una estrategia posible para realizar una mejora en este proceso donde el estudiante realice actividades y tareas que lo obliguen a reflexionar y repensar en lugar de las prácticas expositivas actuales.

A continuación se presentan los resultados de una evaluación de la aceptación de la implementación de la metodología del aula invertida en las clases de Dinámica e Hidrostática de los alumnos de Física de la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNJu.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realiza bajo un enfoque mixto, referido a la intervención, aplicación y evaluación de la metodología del aula invertida a 43 alumnos del primer año de la Licenciatura de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy, siendo su alcance de tipo exploratorio y descriptivo.

El enfoque mixto es un proceso donde se recolectan, analizan y vinculan los datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio (Muñoz, 2013). Y la triangulación de estas metodologías permite reconocer la forma en que se complementan las distintas partes de un fenómeno (Okuda Benavides & Gómez Restrepo, 2005). Por lo tanto, interrelacionarlas se convierte en un medio para integrar la comprensión de la realidad.

Para recabar información para este trabajo se utilizó, como instrumento de recolección de datos, una encuesta de satisfacción, diseñada y validada por Landa Cavazos & Ramírez Sánchez (2018) que involucra las dimensiones: Beneficios del Modelo de Aula Invertida, Uso de videos y Colaboración y comunicación. En esta encuesta, los ítems corresponden a una escala Likert simple y luego se aplica un análisis estadístico descriptivo simple, para detectar el grado de aceptación, uso y percepción de los recursos provistos a los alumnos.

Los materiales se pusieron a disposición en la plataforma Moodle que es provista por la Universidad Nacional de Jujuy, la que ofrece un aula para cada una de las asignaturas de las carreras que se cursan en sus facultades.

Los temas de la asignatura se presentaron en tres pestañas: una introductoria, para que los alumnos tuvieran una primera aproximación a la dinámica e hidrostática respectivamente. En la misma también

se proveyó a los estudiantes de videos cortos sobre la metodología que se implementaría, sobre la construcción de mapas conceptuales y mentales, y uno que mostraba la diferencia entre los distintos métodos para sistematizar el aprendizaje.

Luego una pestaña de teoría en la cual se incluye: un video de exposición teórica de dos horas de duración, y videos cortos sobre los temas desarrollados de menos de 10 minutos de duración cada uno, la bibliografía específica con acceso a capítulos de libros recomendados disponibles en la red y también un cuestionario de elección múltiple para la autoevaluación. Por último una pestaña de práctica, donde se encuentra disponible: la guía de trabajos prácticos (guía de TP), los problemas tipos con su resolución en formato pdf y el video de la resolución de los problemas propuestos. Los estudiantes además, tenían acceso a la pestaña "Hoja de ruta" en la cual se muestra la planificación a desarrollar, con fechas, horarios, temas. Esta recuerda los propósitos y objetivos, las pautas evaluativas y el seguimiento personalizado en la asignatura. Con esta hoja se puede lograr que el estudiante se sienta contenido y pueda comprender de manera integral la propuesta pedagógica. Todo este material, disponible una semana antes de la clase de los temas Dinámica e Hidrostática.

A continuación se describe la implementación del Aula invertida como una metodología del aprendizaje de la dinámica e hidrostática, la duración de la implementación fue de dos semanas, con 3 encuentros presenciales de dos horas y media para cada tema.

Para la implementación de la metodología del Aula Invertida se adaptaron las etapas propuestas por Williner (2021) que son:

Etapa 1: Indagación del soporte disponible para el desarrollo de la asignatura.

Etapa 2: definición de qué contenidos eran fundamentales de desarrollar y qué objetivos de aprendizaje se pretendía que logren los alumnos.

Etapa 3: recopilación y organización del material existente en la materia. Elaboración de nuevos recursos.

Etapa 4: planificación de las tareas para organizar la metodología de aula invertida elegida en base a las etapas 2 y 3.

Etapa 5: implementación de la metodología acorde a todo lo elaborado.

Etapa 6: evaluación del resultado alcanzado a partir de la opinión de los estudiantes como partícipes imprescindibles del proceso formativo

Mientras que para la configuración del aula virtual se tomaron las dimensiones propuestas por Fillipi, Lafuente, Ballesteros & Bertone (2020) que son:

Dimensión informativa: formada por el material de estudio, documentos de texto, presentaciones, videos, animaciones, enlaces a páginas, etc.

Dimensión práctica: conformada por las actividades y experiencias de aprendizaje a desarrollar por los estudiantes en forma individual o en equipo.

Dimensión comunicativa: constituida por la interacción que se da entre los diferentes actores para el desarrollo del proceso educativo.

Dimensión tutorial: integrada por aspectos de carácter evaluativo, seguimiento y valoración que realiza

el docente sobre los educandos.

Siguiendo los lineamientos mencionados se armó el aula virtual para todos los temas de la asignatura Física de la carrera Licenciatura en Ciencias Biológicas.

En las clases presenciales de teoría se confeccionaron mapas conceptuales o mapas mentales por grupo, luego se expusieron algunas producciones, que se modificaron a propuesta de los compañeros, que fueron subidas al aula en un póster de Padlet. También se trataron problemas que tuvieron resolución con la aplicación de los conceptos teóricos aprendidos anteriormente.

En la clase presencial de Trabajos Prácticos, se resolvieron en grupo problemas de tipo cerrado propuestos en la guía de TP. Después de la resolución, los alumnos presentaron sus propuestas, las cuales fueron ajustadas según las sugerencias de sus compañeros y en caso de ser necesario, los docentes realizaron las aclaraciones pertinentes.

Durante las clases de dinámica e hidrostática, los docentes actuaron como mediadores de los aprendizajes obtenidos antes de la clase correspondiente.

La aceptación de la propuesta por los estudiantes fue evaluada mediante la aplicación de una encuesta de satisfacción (likert), diseñada y validada por Landa Cavazos & Ramírez Sánchez (2018) que está basada en 18 preguntas y que involucra las siguientes dimensiones:

- 1- Beneficios del Modelo de Aula Invertida.
- 2- Uso de videos.
- 3- Colaboración y comunicación.

Landa Cavazos & Ramírez Sánchez (2018) señalan que las preguntas para la dimensión de Beneficios del Modelo de Aprendizaje Invertido, evalúan la utilidad percibida por los alumnos al implementar este modelo en su proceso de aprendizaje, además del agrado hacia el modelo, el incremento en la motivación para realizar las actividades del curso tanto dentro como fuera del aula bajo este esquema, así como el impacto en su confianza para resolver problemas de forma autónoma. Con la dimensión Uso de videos, las preguntas que contribuyen a ésta, evalúan la percepción de los estudiantes respecto a la importancia que el uso de los videos tiene en el logro de los objetivos de aprendizaje bajo el Modelo de Aprendizaje Invertido. Con Colaboración y comunicación, las respuestas reflejan una alta representatividad en este factor, se relacionan con aspectos de intensificación de la misma entre estudiantes y profesores. Es interesante analizar el hecho de que, la comunicación y la colaboración pueden ser consideradas como beneficios que se derivan de la implementación de este modelo.

Además se agregó una pregunta abierta para que los alumnos se puedan expresar sobre la metodología del aula invertida.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la encuesta sobre el grado de aceptación y el uso de los recursos para los temas de dinámica e hidrostática por parte de los estudiantes.

RESULTADOS

Los resultados para la dimensión Beneficios del modelo del Aula invertida se muestran en la figura 3. Como se observa el 31% de los alumnos perciben un agrado hacia el modelo, e incrementaron su motivación para realizar las actividades del curso, tanto dentro como fuera del aula bajo este esquema,

impactando, también en la confianza para resolver problemas de forma autónoma mientras que la mayoría, 45% de los estudiantes, tienen una percepción media. Es decir existe una valoración positiva, manifestando su utilidad en el proceso de aprender, lo que indica que esta metodología puede producir una mejora en el aprendizaje de los estudiantes, tal como señalan autores como Rodríguez *et al.*, (2018), Espinoza *et al.*, (2018), Mora Ramírez & Hernández Suarez (2017), Hernández C. (2017), García Ramírez (2019).

Un 24% muestra una baja percepción, como lo expresa un estudiante con el siguiente comentario “Las clases invertidas sirven en el caso de que el alumno verdaderamente tenga el deseo de aprender me tocó [trabajar] con chicos que no habían visto nada del material”. Davies, Dean & Ball, (2013), Sosa & Palau, (2018) y Ölmefors & Scheffel (2023) expresan que algunos estudiantes pueden experimentar dificultades en la transición de la metodología, como la falta de motivación, el estrés al no comprender la tarea, y el tener que utilizar tiempo fuera de clase, entre otras.

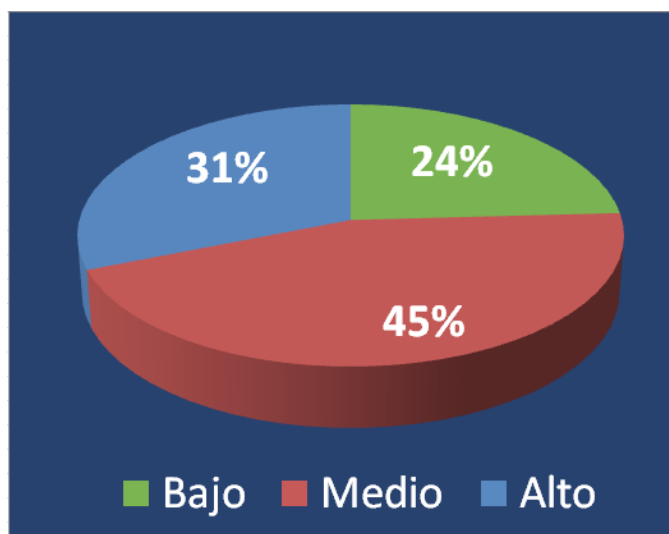


Figura 3: Beneficios del Modelo de Aula Invertida.

Los resultados para la dimensión Colaboración y Comunicación se muestran en la figura 4. En general, el 93% de los alumnos muestran una percepción favorable, 41% señalan que incrementaron su tendencia al trabajo colaborativo y la comunicación con los compañeros de clase y los profesores, ya que realizaron las actividades en forma grupal. Además, se fortalecieron capacidades como la exposición de sus resoluciones, el trabajo en equipo, entre otras. El 7% tuvo una percepción negativa por cuanto no pudieron adaptar este modelo a su metodología de aprendizaje, no encontraron motivación para realizar las tareas brindadas, consideran que la apropiación del contenido no les resultó adecuada, no recomiendan este modelo para otras materias y señalan que no comprenden la metodología. Un alumno se expresa de la siguiente manera: “La clase invertida no me sirvió porque me quita tiempo en ponerme al día con los ejercicios y me concentro mejor estudiando sola” lo que se concuerda con Talbert (2014) que afirma que al principio los estudiantes se encuentran renuentes hacia dicho modelo, ya que la propuesta representa un cambio en la forma tradicional de aprender y estudiar que tienen muchos estudiantes.

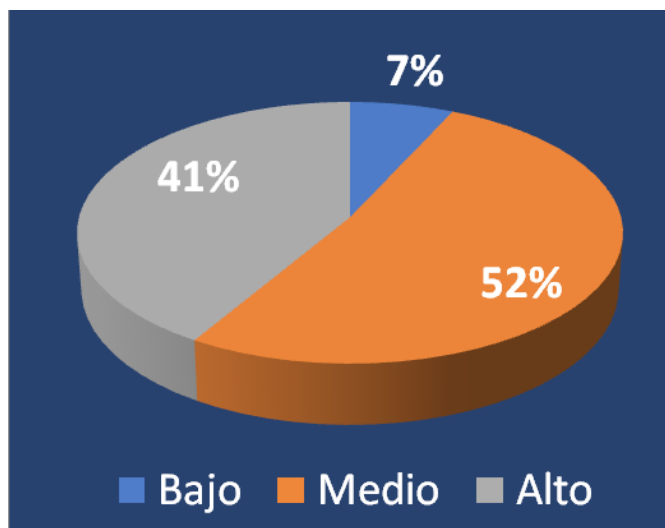


Figura 4: Colaboración y comunicación

El 48% de los estudiantes (Fig. 5) perciben que los videos puestos a disposición en el aula virtual, les ayudó en su aprendizaje basado en esta metodología. Y se observa que el 89% tiene una percepción positiva a esta, en este sentido algunos estudiantes señalan que: “Me ayuda bastante haber visto los videos para comprender los temas a desarrollar y optimizar mi tiempo”, “[Los videos] si me sirve bastante para resolver los problemas cuando estoy lejos de la facultad”. Lundin, Bergviken Rensfeldt, Hillman, Lantz Andersson y Peterson (2018) señalan que la principal ventaja de utilizar videos es que permite a los estudiantes revisar los contenidos expuestos tantas veces como lo necesiten.

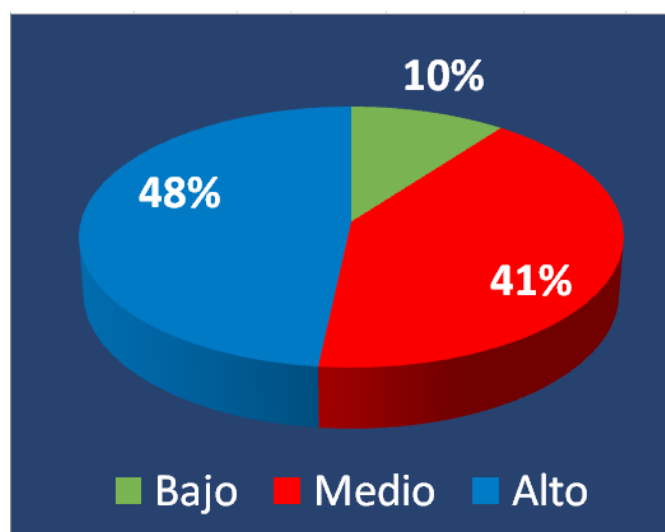


Figura 5: Uso de videos

CONCLUSIONES

Los primeros resultados obtenidos en esta investigación muestran que un 76% de los estudiantes de Física de la Licenciatura en Ciencias Biológicas, tienen una percepción positiva de la metodología del aula invertida que utiliza recursos disponibles en la plataforma Moodle.

Sin embargo, el 24% consideran que el Aula invertida trae pocos beneficios para su aprendizaje, lo que involucra que se debe mejorar la implementación de la propuesta, para aumentar la satisfacción en el clima de aprendizaje de las clases, reflexionar sobre las tareas propuestas y su potencial para fomentar

autonomía e iniciativa.

Los resultados muestran que los alumnos asumieron de manera positiva el trabajo colaborativo (95%), con lo cual pone de manifiesto la posibilidad de desarrollar metodologías de aprendizaje que usen esta estrategia, como el aula invertida, con estos alumnos.

También se concluye que el 89% de los estudiantes perciben de manera favorable que se dispongan de videos en esta metodología, ya que sirven para que los alumnos puedan aprender a su propio ritmo, rever los conceptos y contrastarlos en clases de consulta.

Los resultados presentados forman parte de un análisis de un primer conjunto de datos recabados en esta implementación y los restantes serán utilizados para futuras publicaciones.

Asimismo, mostramos como la cátedra de Física con la implementación de nuevas metodologías en el proceso de enseñanza aprendizaje tiende a que los estudiantes desarrollen habilidades que les permitan ser participantes activos de su propio aprendizaje, construyendo saberes, reflexionando sobre los mismos para llegar a un análisis crítico.

BIBLIOGRAFÍA

- Barraza, A. (2010). Elaboración de propuestas de intervención educativa. Universidad Pedagógica de Durango. México Recuperado de <https://maestrias.clavijero.edu.mx/cursos/MCDEMS/T6/618SI/modulo2/documentos/m2-Barraza.pdf>
- Bergmann, J.& Sams, A. (2012). Flip Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day. International Society for Technology in Education. Recuperado de https://www.rcboe.org/cms/lib/GA01903614/Centricity/Domain/15451/Flip_your_Classroom.pdf.
- Bristol, T. (2014). Flipping the Classroom. *Teaching and Learning in Nursing*, 9(1).43-46. doi:10.1016/j.teln.2013.11.002
- Coufal, K. (2014). Flipped learning instructional model: perceptions of video delivery to support engagement in eighth grade math. (Tesis doctoral). Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/d6b5/c746c533507f8887c2f5dd8e325c4eb49663.pdf?_ga=2.60051685.939524786.1571091582-1547019545.1570879254
- Davies, R., Dean, D., & Ball, N. 2013. Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Educational Technology Research and Development*, 61(4), 563-580. doi: 10.1007/s11423-013-9305-6
- Espinosa, T., Solano Araujo & Veit, E.A. (2018). Aula invertida (flipped classroom). *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 30, No. 2, 59-73. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/22736/22346>
- Filippi, J. L., Lafuente, G., Ballesteros, C. & Bertone, R. (2020). Experiencia de virtualización en la UNLPam. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, vol. 26, pp. 20-26. doi:10.24215 /18509959.26.e2
- García Ramírez, Y. (2019). Estudio de caso del modelo clase invertida en un curso de mecánica de cuerpos rígidos. *Revista Gaceta Técnica*. 20(2), 51-65. doi:10.13140/RG.2.2.11020.87683

- Hao, Y., & Lee, K. S. (2016). Teaching in flipped classrooms: Exploring pre-service teachers' concerns. *Computers in Human Behavior*, 57, 250-260. doi:10.1016/j.chb.2015.12.022
- Hernández Silva, C, & Tecpan Flores, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios pedagógicos*, 43(3), 193-204. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000300011>
- Lage, M., Platt, G., y Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43. doi:10.2307/1183338
- Landa Cavazos, M.R. & Ramírez Sánchez, M. Y. (2018). Diseño de un cuestionario de satisfacción de estudiantes para un curso de nivel profesional bajo el modelo de Aprendizaje Invertido. *Páginas de Educación*. Vol. 11 Núm. 2 doi: 10.22235/pe.v11i2.1632
- Lundin, M., Bergviken Rensfeldt, A., Hillman, T., Lantz Andersson, A & Peterson, L. (2018). Higher education dominance and siloed knowledge: a systematic review of flipped classroom research. *Int J Educ Technol High Educ* 15, 20. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0101-6>
- Madregal, S.O., Huarachi, S. F. & Zelaya, V. A. (2018). Identificación de las dificultades en la resolución de problemas de mecánica de alumnos del primer año de la licenciatura en ciencias biológicas de la facultad de ciencias agrarias. *Revista Agraria*, Vol. XI, Nº 18, Páginas 60-65
- Martínez Olvera, W., Esquivel Gámez, I. y Martínez Castillo, J. M. (2015). Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: *Origen, sustento e implicaciones*. en *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 137-154. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/273765424_Aula_Invertida_o_Modelo_Invertido_de_Aprendizaje_origen_sustento_e_implicaciones
- Merla González, A. E. & Yáñez Encizo, C.G. (2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista Mexicana de Bachillerato a distancia*. Nº16. Año 8. pp. 68-79. Recuperado de <https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/Aula-Invertida.pdf>
- Mora Ramírez, B. F. & Hernández Suárez, C. A. (2017). Las aulas invertidas: una estrategia para enseñar y otra forma de aprender física. *Inventum*, vol 12, nº 22, pp. 42-51. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.12.22.2017.42-51>
- Muñoz, C. (2013). Métodos mixtos: una aproximación a sus ventajas y limitaciones en la investigación de sistemas de servicios de salud. *Revista Chilena de Salud Pública*, vol. 17, núm. 3, pp. 218-223
- Okuda Benavides, M. & Gómez Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría* (1), pp. 118-124. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/806/80628403009.pdf>
- Ölmefors, O. & Scheffel, J. (2023). High school student perspectives on flipped classroom learning, *Pedagogy, Culture & Society*, 31:4, 707-724. doi: 0.1080/14681366.2021.1948444
- Pérez Rodríguez, V.M. Jordán Hidalgo, E.P. & Salinas Espinosa, L. G. (2018). Didáctica del aula invertida y la enseñanza de Física en la Universidad Técnica de Ambato. Mikarimin. *Revista Científica Multidisciplinaria*. Vol. 4, No. 3.

- Pierce, R. & Fox, J. (2012). Vodcasts and active-learning exercises in a “flipped classroom” model of a renal pharmacotherapy module. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 76 (10), 196. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3530058/pdf/ajpe7610196.pdf>
- Sosa, M. J. & Palau, R. F. (2018). Flipped Classroom en la Formación Inicial del Profesorado: Perspectiva del alumnado. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 16(2), 249-264. doi:10.4995/redu.2018.7911
- Staker, H., & Horn, M. (2012). Classifying K-12 Blended Learning. *Innosight Institute*. Recuperado de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED535180.pdf>
- Talbert, R. (2012). Inverted Classroom. *Colleagues*. Vol. 9: Iss. 1, Article 7. Recuperado de: <http://scholarworks.gvsu.edu/colleagues/vol9/iss1/7>
- Talbert, R. (2014). Inverting the Linear Algebra Classroom. *PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 24 (5), 361-374, doi:10.1080/10511970.2014.883457
- Tucker, B. (2012). The Flipped Classroom: Online instruction at home frees class time for learning. *Education Next*, 12(1), 82-83. Recuperado de <http://educationnext.org/the-flipped-classroom/>
- Williner, B. (2021). La clase invertida a través de tareas. Una experiencia durante el periodo de aislamiento por COVID-19 en carreras de ingeniería. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, Nº 28, pp. 48-55. doi: 10.24215/18509959.28.e6

LOMBRICES DE TIERRA COMO INDICADORAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE FRUTILLA (*FRAGARIA X ANANASSA*) CON MANEJOS DIFERENTES

EARTHWORMS AS INDICATORS IN TWO STRAWBERRY (*FRAGARIA X ANANASSA*) PRODUCTION SYSTEMS WITH DIFFERENT MANAGEMENT

Medina O. D.¹, Bautista J.¹, Alabar F.², Condorí S.¹ y Gallardo C.¹

¹ Cátedra de Zoología Agrícola, Universidad Nacional de Jujuy; Facultad de Ciencias Agrarias - UNJu; ² Cátedra de Agroclimatología, Universidad Nacional de Jujuy; Facultad de Ciencias Agrarias - UNJu

*Autor para correspondencia:
omarmedina@fca.unju.edu.ar

RESUMEN

Período de Publicación:
Diciembre 2024

Historial:
Recibido: 02/02/2024
Aceptado: 08/09/2024

La agroecología combina la producción de alimentos con el cuidado del suelo. El cultivo de frutilla se realiza de manera intensiva con prácticas de manejo que generan pérdida de biodiversidad, estructura y materia orgánica (MO) de suelo, posibilitando la utilización de lombrices como bioindicadoras en cultivos de frutilla con diferentes manejos. El trabajo se llevó a cabo en dos sistemas de producción de frutilla uno con manejo agroecológico (MA) y otro con manejo tradicional (MT), ambos de 0,25 ha y ubicados en Jujuy, Argentina. Se tomaron 10 muestras de suelo en cada sistema con la ayuda de un monolito 15x30 cm y 20 cm de profundidad, se separaron las lombrices a mano y se cuantificaron (cantidad y peso). Se determinó el porcentaje de materia orgánica (2,36 y 0,56 % para MA y MT respectivamente). Se encontró diferencias significativas entre los dos sistemas de manejo, siendo el MA el de mayor cantidad y biomasa de lombrices (992 kg/ha en MA). La biomasa de lombrices es un bioindicador de sencilla utilidad para inferir en la salud de un suelo.

Palabras clave: suelo, manejo, bioindicadores

SUMMARY

Agroecology combines food production with soil care. Strawberry cultivation is carried out intensively with management practices that generate loss of biodiversity, structure, and soil organic matter (OM), enabling the use of earthworms as bioindicators in strawberry crops with different managements. The work was carried out in two strawberry production systems, one with agroecological management (AM) and the other with traditional management (TM), both of 0.25 ha and located in Jujuy, Argentina. In each system, 10 soil samples were taken with the help of a 15x30 cm and 20cm deep monolith. The earthworms were manually

separated and quantified (quantity and weight). The organic matter percentage was determined (2.36 and 0.56% for AM and TM respectively). Significant differences were found between the two management systems, being the AM the one with the largest quantity and earthworms' biomass (992 kg/ha in MA). Earthworm biomass is an easy-to-use bioindicator to infer soil health.

Keywords: bioindicators, management, soil

INTRODUCCIÓN

La agroecología es un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables (Sarandón & Flores, 2014). Todos los sistemas de evaluación de impacto ambiental o de sustentabilidad tienen al suelo como un factor a evaluar de gran importancia (Loaiza Cerón *et al.*, 2014. D'Angelcola & Delprino, 2021), ya que el suelo constituye el sustento de la actividad agropecuaria y, por lo tanto, el sustento de la humanidad.

Dentro de las variables del suelo que se miden para evaluar el impacto de la actividad agropecuaria están: cobertura, diversidad de cultivos, síntomas de erosión (Loaiza Cerón *et al.*, 2014), materia orgánica, compactación, disponibilidad de nutrientes, (D'Angelcola & Delprino, 2021) y el uso de algunos bioindicadores como la microbiota, meso y macrofaunaedáfica (de Andréa, 2010; Socarrás e Izquierdo, 2014; Frene *et al.*, 2018; Rodríguez *et al.*, 2020). Debido a que el suelo puede albergar una gran diversidad de seres vivos en un espacio muy reducido, los bioindicadores constituyen una herramienta muy importante para estimar la salud de un suelo (Zerbino & Altier, 2006; Wall, 2020; Coyne *et al.*, 2022).

Dentro de la macrofauna, las lombrices de tierra procesan grandes volúmenes de material orgánico, por lo que son organismos dependientes de este factor, entre otros (Falco & Momo, 2010). Durante su actividad aumentan la estabilidad de agregados, porosidad del suelo y, por lo tanto, la infiltración de agua en consecuencia, disminuyen la erosión hídrica (Pinheiro Machado, 2016; Orgiazzi y Panagos, 2018, Lucas *et al.*, 2019, Rodríguez *et al.*, 2020). A esta serie de beneficios que son necesarios para un suelo sano, es decir, para que tenga la capacidad de funcionar de manera sostenible como un sistema vivo vital que sustenta plantas, animales y humanos (Wade *et al.*, 2022. Coyne *et al.*, 2022), se agrega que las lombrices son organismos sensibles a las sustancias tóxicas (de Adnréa, 2010) y a la remoción de suelo (Wild, 1992). Además, poseen una movilidad moderada, ciclos de vida relativamente largos y tienen un comportamiento activo que les permite seleccionar su hábitat según sus características físicas, químicas y biológicas; todas estas características las convierten en un bioindicador útil para evaluar la salud del suelo (Momo *et al.*, 2003).

El cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa*) se realiza de manera intensiva con prácticas de manejo que tradicionalmente involucran siempre la preparación de una cama de plantación bien mullida (remoción de suelo), seguida de una desinfección química o física del suelo. Además, luego de la plantación se aplican fungicidas, insecticidas, sales fertilizantes y también se utilizan herbicidas en los surcos de riego o entrebordos (Kirschbaum, 2010; Undurraga & Vargas, 2013). Esto genera pérdida de biodiversidad del suelo, estructura, materia orgánica y, por lo tanto, de fertilidad (Khoshnevisan *et al.*, (2013). Esta serie de consecuencias sobre el suelo posibilita la utilización de lombrices como bioindicadoras de la salud del suelo en cultivos de frutilla con diferentes manejos de suelo (Li *et al.*, 2021). El objetivo de este trabajo es cuantificar la cantidad y biomasa de lombrices en dos cultivos de frutilla con manejos diferentes para

considerar a las lombrices como posibles bioindicadoras de la salud del suelo en el cultivo de frutilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en dos sistemas de producción de frutilla uno con manejo agroecológico (MA) y otro con manejo tradicional (MT), ambos realizados en 0,25 ha y ubicados en la localidad de Perico, Jujuy, Argentina durante el año 2022. Tanto el MA como el MT se trasplantaron el 30 de abril, con plantines del mismo vivero y variedad (Camino Real).

El MA consistió en la preparación del terreno 15 de noviembre del año anterior (15/11/2021) con una sola pasada de subsolador, dos de rastra, el armado de bordos con reja y la implantación de un cultivo de cobertura. A este se le hizo dos cortes, se aplicó guano ovino compostado y se colocó la cobertura de plástico negro el 24 de marzo. Luego del trasplante, se aplicó supermagro con mochila pulverizando al cuello a partir de la brotación, se aplicó el mismo de manera foliar una vez cada 7 a 10 días. Los surcos de riego se sembraron con cebada y nabo, y durante el verano (de diciembre del 2022 a marzo del 2023) se dejó que las plantas de frutilla se taparan con vegetación espontánea debido a las altas temperaturas y a la escasez de agua para riego (seca histórica ver: <https://sissa.crc-sas.org/>). Una vez que descendió la temperatura y se estabilizaron las lluvias, a finales del semestre cálido y por el efecto atemperador de las lluvias, se procedió a cortar las espontaneas y a podar estolones. Los riegos se realizaron cada 7 días durante la brotación luego de la plantación, cada 14 días en primavera y principios del verano (diciembre 2022) hasta que los canales se quedaron sin agua como consecuencia de la sequía registrada en la provincia Jujuy (<https://sissa.crc-sas.org/>); luego el primer riego del 2023 se pudo hacer en abril y de ahí en adelante se realizaron cada 14 días.

El MT consistió en la preparación de suelo una semana antes del inicio de plantación, sus labores fueron una pasada de cincel, una de rastra, el armado de los bordos con rotobator, fertilización química de base y colocación de mulching plástico. Se aplicó fungicida al trasplante, insecticidas para el control de plagas y los surcos de riego se mantuvieron sin plantas mediante una aplicación de herbicida y luego con asada. De la misma manera, durante el verano se dejó crecer las plantas espontaneas dentro del surco para cubrir a las plantas del calor. Luego, en marzo 2023 se eliminaron las plantas espontaneas con herbicidas. Los riegos se realizaron cada 5 a 7 días según demanda durante todo el año (sus canales no se quedaron sin agua nunca).

El 10/05/2023 se tomaron 10 muestras de suelo en cada sistema, 5 muestras de bordos y 5 de surcos de riego con la ayuda de un monolito de madera de 15x30 cm y 20cm de profundidad (Rodríguez *et al.*, 2020) y se llevaron al Laboratorio de Zoología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias UNJu para separar a mano las lombrices. Posteriormente, se determinó el número y peso de las lombrices en cada muestra. Se hizo una muestra compuesta solo de los bordos de plantación y se envió al laboratorio de la Finca Experimental La Posta para determinar el contenido de materia orgánica. La distribución del muestreo se hizo de la siguiente manera: se dividió la parcela de frutilla de ambos sistemas en 3 partes. Se tomaron 4 (2 de bordo y 2 de surco) muestras en el primer tercio, 2 (1 de bordo y 1 de surco) en el segundo y 4 (2 de bordo y 2 de surco) en el tercero.

Se aplicó un Análisis de la Varianza a un factor con bloque (ANOVAB) para el número y biomasa de lombrices registradas en los diferentes manejos para determinar si se observan diferencias significativas (p-value 0,05). Los manejos fueron considerados con factor y los sitios, bordo o surco, como bloque, ya que el propósito es comparar los diferentes manejos. El ANOVAB consistió en el Test de Friedman desarrollado con la función Friedman de *agricolae* (de Mendiburu, 2014) en el software R (R Core Team, 2022). Para el peso de las lombrices consideramos solamente aquellas registradas en el MA y mediante el test de Mann Whitney con la función Wilcox_Test (Hothorn *et al.*, 2012) determinamos si existían diferencias significativas entre los surcos y bordos del sistema de producción. Posteriormente se analizó la asociación entre biomasa de lombrices y el contenido de MO.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observan diferencias significativas (Test de Friedman: $S=2$; $p\text{-value} < 0.05$) del número y biomasa de lombrices registradas en los diferentes manejos.

El peso de lombrices en los sitios surco y bordo muestran diferencias significativas ($Z = -2.6112$, $p\text{-value} = 0.007937$).

Tabla 1: Número y peso de lombrices de las muestras de surco y bordo en ambos sistemas. Materia orgánica de los bordos.

Manejo		Muestra	N° lombrices	Peso total (gr)	M. Orgánica (%)
Agroecológico	bordo	1	12	1,6	2,36
		2	3	0,18	
		3	10	0,6	
		4	1	0,01	
		5	1	0,25	
	surco	1	22	11	
		2	11	8,5	
		3	20	6,5	
		4	18	9	
		5	8	7	
Tradicional	bordo	1	0	0	0,56
		2	0	0	
		3	0	0	
		4	0	0	
		5	0	0	
	surco	1	0	0	
		2	0	0	
		3	0	0	
		4	0	0	
		5	0	0	

En promedio y llevado a hectárea, la cantidad de lombrices en el MA fue de 2.355.556 y la biomasa de 992 kg. También se obtuvo una correlación positiva entre la biomasa de lombrices y el porcentaje de MO.

Como menciona Coyne (2022) y Wade (2022), el concepto de salud de suelo es muy amplio y difícil de medir de manera concreta, sin embargo, el trabajo de las lombrices en el suelo es tan importante que su presencia mejora las condiciones del suelo que son necesarias para su cuidado y el correcto crecimiento vegetal, coincidiendo con Li y equipo (2021) en que son una fuente de información útil para determinar el grado de degradación del suelo. Por ejemplo, la mayor infiltración de agua que menciona Pinhero Machado (2016), Lucas (2019) y Rodríguez (2020), queda reflejada en la capacidad que tuvo el suelo del MA de mantener vivas las plantas a pesar de que no se las pudo regar de diciembre a marzo en unos de los veranos más secos y cálidos de los últimos 60 años de registro. En consecuencia, podemos decir que nuestros resultados demuestran que el MA es compatible con el cuidado y resiliencia del suelo, coincidiendo con lo redactado por Sarandón & Flores (2013). De la misma manera, la biomasa de

lombrices por hectárea en el MA entra en el rango de suelo sano mencionado por Pinheiro Machado (2016).

Como lo muestra Falco y Momo (2016), la MO es un factor necesario para la proliferación de las lombrices lo que también queda reflejado en nuestros resultados. Siendo importante resaltar que los beneficios de la MO en un suelo son muy conocidos y aceptados (Pinherio y Pinherio (h), 2016). Se pudo observar que, a pesar de la remoción de suelo que se hizo en el MA al inicio del proceso productivo, luego de un año de no remoción, la población y biomasa de lombrices mostró buenos niveles. Sin embargo, el MT que hizo pocas labores de labranza, en un año de no remoción tuvo ausencia de lombrices por lo que, en este caso, podría ser otro el factor que haya impidiendo la proliferación de lombrices.

Dentro del MA, la mayor cantidad de lombrices ocurrió en el surco de riego, que es donde el suelo permanece más húmedo. Coincidiendo con Falco y Momo (2010), esto estaría mostrando la capacidad de las lombrices de seleccionar el hábitat que más les conviene siendo la humedad del suelo un factor muy importante para ellas.

CONCLUSIÓN

La biomasa de lombrices es un bioindicador de sencilla utilidad para inferir en la salud de un suelo. Siendo una herramienta de fácil registro para que un productor en campo pueda conocer el estado de salud de su suelo en un momento determinado y también para registra su evolución a lo largo del tiempo.

En un contexto con adversidades climáticas más frecuentes (cambio climático), el MA permitió tener un indicio de una mayor acumulación de agua en su perfil, esta idea quedó reflejada en que los diferentes manejos del suelo y del cultivo afectaron el registro de lombrices de tierra y, por lo tanto, las funciones que estas cumplen en el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Coyne, M.S., Pena-Yewtukhiw, E.M., Grove, J.H., Sant'Anna, A.C. y Mata-Padrino, D. (2022). Soil health – It's not all biology. *Soil Security*, Volume 6,100051, ISSN 2667-0062. DOI: 10.1016/j.soisec.2022.100051.
- D'Angelcola, M.E. y Delprino, M.R. (2021). Sistema de Evaluación Ponderada de Impacto Ambiental - SEPIA : una herramienta de trabajo para la gestión sostenible de los territorios. 1 ed- Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ediciones INTA, 2021. Libro digital, PDF.
- De Andréa, M. M. (2010). O uso de minhocas como bioindicadores de contaminação de solos. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) Número Especial 2: 95-107.
- Falco, L. B. y Momo, F. (2010). Selección de hábitat: efecto de la cobertura y tipo de suelo en lombrices de tierra. *Acta Zool. Mex*, Xalapa, vol 26, n. spe 2, p. 179-187, enero.
- Felipe de Mendiburu (2014). agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package versión 1.2-0. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
- Frene, J. P., Gabbarini, L. A. y Wall, L. G. (2018). El manejo agrícola como herramienta clave para una agricultura de conservación. Su análisis desde la bioquímica y la microbiología del suelo. *Divulgatio. Perfiles académicos de posgrado*, 2(5), 1-16. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/2773>

- Hothorn, T.; Hornik, K.; van de Wiel, M. A. y Zeileis, A. (2006). "A Lego system for conditional inference." *The American Statistician*, 60(3), 257-263. doi:10.1198/000313006X118430 (URL: <https://doi.org/10.1198/000313006X118430>).
- Kirschbaum, D. (2010). *Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de frutilla*. Buenos Aires : Ediciones INTA. ISBN: 978-987-1623-75-4.
- Khoshnevisan, B.; Rafiee, S. y Mousazadeh, H. (2013). Environmental impact assessment of open field and greenhouse strawberry production. *European Journal of Agronomy*, 50 (), 29-37. DOI: 10.1016/j.eja.2013.05.003
- Li, Y. Wang, J. y Shao, M. (2021). Assessment of earthworms as an indicator of soil degradation: A case-study on loess soil. *Land Degradation & Development*, (), -. DOI: 10.1002/ldr.3928.
- Lucas, M., Schlüter, S., Vogel, J.J. y Vetterlein, D. (2019). Soil structure formation along an agricultural chronosequence. *Geoderma*, vol 350, pag 61-72, ISSN 0016-7061. Doi: 10.1016/j.geoderma.2019.04.041.
- Loaiza Cerón, W.; Carvajal Escobar, Y. y Ávila Díaz, A.J. (2014). *Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella* (Daugua, Colombia).
- Momo, F. R., Falco, L.B. y Craig, E.B. (2003). Las lombrices de tierra como indicadores del deterioro del suelo. *Revista de Ciencia y Tecnología* Nº 8 – Agosto – Páginas 55 – 63.
- Orgiazzi, A. y Panagos, P. (2018). "Soil biodiversity and soil erosion: It is time to get married. Adding an earthworm factor to soil erosion modelling". European Commission, Joint Research Centre (JRC), Directorate for Sustainable Resources, Land Resources Unit, Ispra, Italy. DOI: 10.1111/geb.12782
- Pinheiro Machado, L. C. (2016). *Pastoreo Racional Voisin: tecnología agroecológica para el tercer milenio* (1ra ed., 6ª reimp.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Hemisferios Sur. (336 p.) (ISBN: 978-950-504-576-1).
- Pinheiro Machado, L. C. y Pinheiro Machado, L. C. (Filho) (2016). *La Dialéctica de la Agroecología. Contribución para un mundo con alimentos sin venenos* (1ra ed.) Bs. As: Hemisferio Sur. (280 p.) (ISBN: 978-950-504-632-4).
- R Core Team (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rodríguez, M.P.; Dominguez, A.; Ferroni, M.M.; Wall, L.G. y Bedano, J.C. (2020). The Diversification and Intensification of Crop Rotations under No-Till Promote Earthworm Abundance and Biomass. *Agronomy* 2020, 10, 919; doi: 10.3390/agronomy10070919.
- Sarandón, S. J. y Flores, C. C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. - 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2014. E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0.
- Socarrás, A. e Izquierdo, I. (2014). Evaluación de sistemas agroecológicos mediante indicadores biológicos de la calidad del suelo: mesofauna edáfica. *Pastos y Forrajes*, Vol. 37, No. 1, enero-marzo, 47-54.
- Undurraga, P. y Vargas, S. (2013) *Manual de frutilla*. Boletín INIA Nº 262. 112 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.

- Wade, J.; Culman, S. W.; Gasch, C. K.; Lazcano, C.; Maltais-Landry, G.; Margenot, A. L.; Martin, T. K.; Potter, T. S.; Roper, W. R.; Ruark, M. D.; Sprunger, C. D. y Wallenstein, M. D. (2022). Rigorous, empirical, and quantitative: a proposed pipeline for soil health assessment. *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 170, 108710. Doi: 10.1016/j.soilbio.2022.108710.
- Wall, L. G. (2020). *Historias del inframundo biológico* (1ra ed.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina (208 p.) (ISBN: 978-987-629-994-7).
- Wild, A. (1992). *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell* (Versión española). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa (ISBN: 84- 7114-400-X).

Agraria

COMUNICACIÓN

CONFECCIÓN DE CAJONES FRUTIHORTÍCOLAS Y SUS IMPLICANCIAS - EN SAN PEDRO DE JUJUY - ARGENTINA

FRUIT AND VEGETABLES CRATES MANUFACTURING AND ITS IMPLICATIONS IN SAN PEDRO DE JUJUY, ARGENTINA

Céspedes S.¹, Caihuara H.Z.², Ruiz, G.B.^{3,4}

¹ Cátedra de Aprovechamiento Forestal. Sede San Pedro. Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu; ² Centro Científico Tecnológico. CONICET Salta-Jujuy; ³ Cátedra de Microbiología. Sede Humahuaca. Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu; ⁴ Instituto de Ecorregiones Andinas - INECHOA (CONICET - UNJu)

*Autor para correspondencia:
silviacespedes@unju.edu.ar

Período de Publicación:
Diciembre 2024

Historial:
Recibido: 11/04/2024
Aceptado: 10/10/2024

RESUMEN

La industria de la madera comprende múltiples procesos de trabajo desde la tala de los árboles hasta la obtención del producto final para la fabricación de muebles, materiales para la construcción, producción de cajones, etc.; pasando por varios procesos intermedios. En el proceso de obtención de la madera y en su modificación para uso industrial, encontramos a los aserraderos. Estos establecimientos reciben el insumo forestal y lo acondicionan para enviarlos al sector que se encarga de ensamblar las distintas partes o de dar forma al producto definido por el mercado que opera, como ser las carpinteras. El objetivo de este trabajo fue determinar la especie forestal más utilizadas en la fabricación de cajones para la comercialización fruti-hortícola de la localidad de San Pedro e indagar cuáles son sus principales problemas que afrontan los dueños de los aserraderos en la confección de dichos cajones. Para ello se llevaron a cabo una serie de encuestas a personal de cinco (5) aserraderos ubicados a orillas del Rio Grande (comprendidas en el Polo San Pedro). Se determinó que la especie arbórea utilizadas mayormente fue *Eucalyptus* sp. la problemática encontrada fue principalmente las enfermedades y accidentes ocasionados por la maquinaria y en muchos casos debido a la falta de personal competente. El presente trabajo resulta un aporte sobre la situación actual de los aserraderos del Polo de San Pedro.

Palabras clave: aserraderos, cajones frutihortícolas, especies arbórea, productores

SUMMARY

The wood industry includes multiple work processes from tree felling till the final product is obtained for the manufacturing of furniture, construction materials, crates manufacturing, etc, going through several intermediate processes. In the process of wood sourcing and its modification for industrial

use, we find sawmills. These establishments receive and condition the forestry input to be sent to the sector that is responsible for assembling the different parts or shaping the product defined by the operating market, such as carpentry. The objective of this work was to determine the most widely used forest species in crate manufacturing for fruit and vegetable marketing in San Pedro town and to research into the main problems faced by the sawmill owners when manufacturing said crates. For this purpose, a series of surveys were carried out among personnel from five (5) sawmills located on the Rio Grande banks (included in the San Pedro hub). It was determined that *Eucalyptus* sp. was the most widely used tree species. The problems identified were mainly diseases and accidents caused by machinery and in many cases due to the lack of competent personnel. This work is a contribution to the current situation of the sawmills of San Pedro hub.

Keywords: fruit and vegetable crates, producers, sawmills, tree species

INTRODUCCIÓN

El sector forestal es una actividad económica importante de la provincia de Jujuy, con una amplia base y diversidad industrial. Las industrias forestales abarcan actividades de aserrado y fabricación de paneles, muebles, componentes de construcción, aberturas y embalajes de madera (cajones y pallets), entre otras. Jujuy cuenta con tres polos especializados en la transformación de la madera (polo San Salvador de Jujuy, Santa Bárbara, San Pedro). En estas áreas se encuentra la mayor parte de los recursos forestales, tanto nativos como implantados. En el polo de San Pedro las industrias forestales se especializan en la producción de pallets, tarimas y cajones para el transporte de la industria fruti-hortícola (Ortiz, 2015).

En la actualidad los aserraderos en Jujuy, utilizan especies cultivadas y nativas, en diferentes proporciones según su producción. En donde la especie cultivada principal es del género *Eucalyptus* en un 82% (BIRF, 2014). El sector foresto industrial incide en un 0,7% del producto bruto geográfico provincial (PBG), no solo tiene un beneficio directo en la población local, proporcionando empleo e ingresos, sino que también ayuda a aumentar el suministro de materia prima para las necesidades locales y para las industrias forestales (Lubin, 1990).

Según datos relevados del censo de 2017, en la provincia existen 61 aserraderos distribuidos en los diferentes polos, ocupando un total de 499 recursos humanos, la materia prima rolliza es de 40.842m³, con una producción de 20.070m³. En el polo San Pedro se encuentran 21 aserraderos, se necesitan 8 personas por aserradero (CNA, 2017). El sector industrial de la provincia comprende dos sectores bien diferenciados, en el primer sector se realiza la industrialización primaria que procesa el rollizo y obtiene madera serrada, en el segundo se efectúa la industrialización secundaria, se procesa el rollizo para elaboración de envases de madera, aberturas, muebles y otros productos de carpintería, este último lo realizan carpinterías y el Centro Forestal Arrayanal ya que consta con todo el equipamiento acorde al trabajo a realizar (Figura 2).

Los productos fabricados tradicionalmente con *Eucalyptus* sp, se han destinado principalmente a la elaboración de elementos de poco valor agregado, cerca del 80% de la producción corresponde a elementos de envases y embalajes (Bermúdez-Alvite *et al.*, 2002). Los establecimientos cuentan con equipamientos y maquinarias muy básicos y precarios, con más de 20 años de antigüedad, demostrando un sector poco innovador y con baja capacitación (Mac Donagh *et al.*, 2012). Sin embargo, existen casos puntuales de empresas con buena tecnificación y que logran elaborar productos con alto valor agregado

(Balducci, 2011), como el Centro Arrayanal que comprende (San Pedro, Caimancito y San Salvador).

Estos aserraderos son frecuentemente manejados por los propios dueños y algunos operarios transitorios dada la demanda de las producciones frutihortícola. Es también importante recalcar que, durante las distintas actividades de aprovechamiento forestal, se presentan altos riesgos de accidentes y enfermedades, como trastornos y desequilibrios psicofisiológicos generados por el ruido, las vibraciones, gases, etc. (Christiansen & Hanaya, 1986). El sector foresto-industrial regional requiere de inversiones en nuevas tecnologías y ofertas de capacitación de los recursos humanos intervinientes en las distintas actividades que realiza el sector. En las últimas décadas se advierte una marcada pérdida de mano de obra calificada, los trabajadores del sector no cuentan con competencias laborales certificadas (Ortiz, 2015). El presente trabajo tiene como objetivo principal conocer las principales especies que se usan para la elaboración de cajones frutihortícolas y la situación actual del sector a cargo.

En este contexto el objetivo del este trabajo es determinar cual es la especie arbórea mas utilizadas en la fabricación de cajones frutihortícolas, e Indagar cuáles son sus principales problemas que afrontan los dueños de los aserraderos en la confección de dichos cajones.

MATERIALES Y MÉTODOS

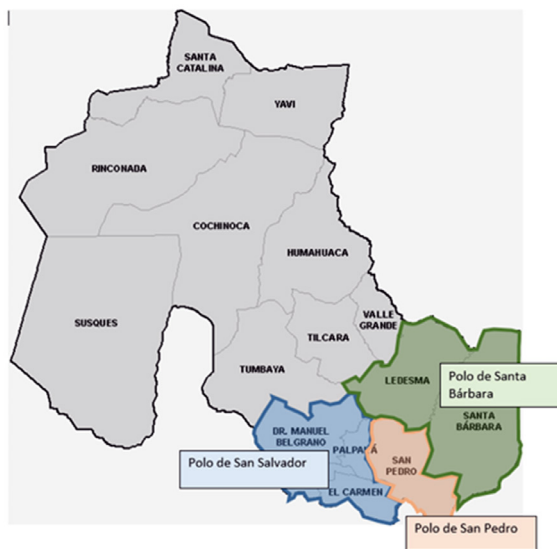
El estudio se realizó en 5 aserraderos pequeños (superficies menores a 940m³) ubicados en la localidad de San Pedro de Jujuy, pertenecientes al polo de San Pedro correspondiente a la zona foresto industrial (Fig. 1), cuya ubicación geográfica es (24° 14' 00" S, 64° 52' 00" O). Se realizó en una primera instancia un relevamiento de datos provenientes de distintas fuentes (Proyungas, Ministerio de Ambiente, entre otras) y material bibliográfico. En una segunda instancia se efectuaron encuestas al personal de los aserraderos, para recabar información sobre los volúmenes de madera que trabajan en sus establecimientos, las especies de árboles utilizados, la cantidad estimada de cajones que fabrican, los proveedores que tienen, el destino de la madera y de los productos realizados, el nivel de tecnificación con el que cuentan, entre otras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los datos recabados se obtuvo que el 80% de los aserraderos encuestados trabaja con volúmenes de materia prima entre 500 a 930m³, cuya cantidad varía dependiendo de la demanda, la época del año y los costos de flete o de combustible. El 70% afirma poseer un bajo nivel de tecnificación, insuficiente infraestructura, reducido espacio físico y escasas de muchas de las herramientas necesarias para desarrollar los trabajos; debido principalmente a la poca espalda financiera y a la escasa o nula ayuda del gobierno. Lo que concuerda con lo establecido por Mac Donagh (2007) quien menciona que la tecnología utilizada por la industria maderera es en general primaria y en algunos casos obsoleta, exponiendo de esta manera un sector poco innovador y con baja capacitación. El 65% de los aserraderos se encargan principalmente de la fabricación de embalajes (como ser cajones, pallets, bins), entre ellos tenemos principalmente la venta de envases de madera o cajones para la producción frutihortícola. El 90% de estos cajones pertenecen a madera de la Eucalipto, utilizada por su rápido crecimiento y mayor resistencia al exterior y a la presencia de hongos y termitas. La demanda de madera proveniente de plantaciones con especies de rápido crecimiento, tiene importancia regional principalmente para el sector cajonero y para la planta de celulosa ubicada en Palpalá, Jujuy (Christiansen & Hanaya, 1986).

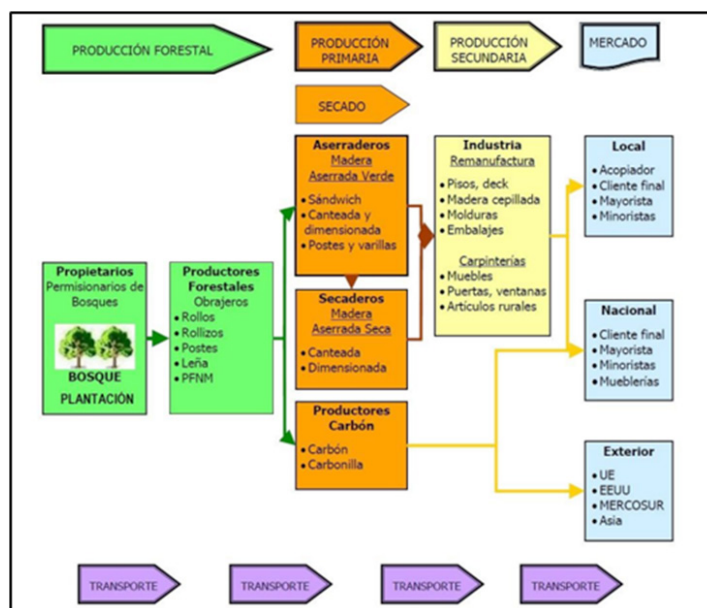
El destino de la materia prima producida corresponde en un 65% a productores de Fraile Pintado, Perico, El Carmen, Las Pampitas, Yuto, Oran y a algunas carpinterías, estos retiran en temporada alrededor de 200 a 1500 cajones frutilleros, mango, tomate) dependiendo de la producción; en general cuentan con compradores fijos. El 70% de los aserraderos, tienen a integrantes de su familia como empleados o cuentan con empleados transitorios. En las últimas décadas hubo una marcada pérdida de mano de obra calificada y muchos de los trabajadores del sector no cuentan con competencias laborales certificadas

(CNA, 2017). Debido a la ardua tarea, muchos dueños y empleados de aserraderos perdieron la audición, debido a los ruidos continuos de las maquinarias. Durante las distintas actividades de aprovechamiento forestal (apeo, transporte, cortes), el personal de trabajo presenta alto riesgos de accidentes, enfermedades y trastornos generados por el ruido, las vibraciones, gases, etc. (Christiansen & Hanaya, 1986). Por otro lado, todos los encuestados coinciden en que la actividad de los aserraderos son generadoras de puestos de trabajo. Cada aserradero cuenta con aproximadamente 8 personas para trabajar. Por ello, no solo tiene un beneficio en la población local, proporcionando empleo e ingresos, sino que también ayuda a aumentar el suministro de materia prima para las necesidades locales y para las industrias forestales (Lubin, 1990).



Fuente: Ministerio de Agricultura de la Nación

Figura 1: Localización de los aserraderos en la Provincia de Jujuy.



Fuente: Grulke M. y Brassiolo (2008). Proyecto COMPYMEFOR

Figura 2: Transformación de la madera.

CONCLUSIONES

Este trabajo genera un aporte al estudio del uso de los cultivos forestales en el aprovechamiento económico de la madera. En nuestro caso en la fabricación de envases de embalaje (cajones) que son fuentes importantes generadoras de puestos trabajo y generan un cierto impacto positivo en la sociedad.

Asimismo, la información obtenida sirve como punto de partida para pensar nuevas alternativas que generen mayor valor agregado de los insumos maderables en el pequeño sector de aserraderos al costado del Río Grande San Pedro de Jujuy.

Como así también es evidente los accidentes y enfermedades que resultan de la poca o escasa capacitación, y el uso de tecnología obsoleta entre otras. Para ello es necesario y urgente de nuevas ideas para la prevención contra accidentes y/ enfermedades, frente a la necesidad de personal competente, en el desarrollo del sector forestal.

BIBLIOGRAFÍA

- Balducci, E., Badinier C. (2011). Evaluación de la riqueza forestal y su potencial para el desarrollo de la foresto-industrial de la provincia de Salta. Consejo Federal de Inversiones.
- Bermúdez-Alvite, J., Touza-Vázquez, M., Sanz-Infante F. (2002). Manual de la madera de Eucalipto blanco. Ed. Fundación Fomento.
- BIRF 7520-AR. (2014). Evaluación ambiental estratégica y programa de monitoreo de la biodiversidad en la región del NOA. 2º Informe de avance. https://proyungas.org.ar/wp-content/uploads/2014/12/Informe-de-Avance-2_Proyecto-BIRF-EAE-PMB-NOA_11-9-14.pdf
- Christiansen, P., Hanaya, H. (1986). Aprovechamiento forestal: Análisis de apeo y transporte. Ed servicio editorial IICA.
- Censo Nacional de Aserraderos: Informe de relevamiento censal de la Provincia de Jujuy, Región NOA. (2017). Recuperado 5-01-24. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/foresto-industria/_archivos//000002_Censo%20Nacional%20de%20Aserraderos%202015/000011_Informe%20de%20la%20Provincia%20de%20Jujuy.pdf
- Lubin, D (1990). Manual de tecnología básica: Para el aprovechamiento de la madera. Colección FAO: Capacitación, N°18). ISBN 92 (5). Ed Italia.
- Mac Donagh P., Berger S., Fhaler J., Fornaso G., Berlinger C., Paiva D., Bedrij N. (2012). La experiencia del aglomerado productivo forestal, Misiones y Corrientes; Fase II Los proyectos sectoriales. XXVI Jornadas Forestales de Entre Ríos.
- Ortiz Figueroa, A. M. (2015). Formulación y evaluación del proyecto productos hortícolas procesados. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Económicas.
- Peraza, F. Arriaga F. (2004). Especies de maderas. Madrid: AITIM.

CUENTOS PARA NIÑOS Y ADOLESCENTES SOBRE LA IMPORTANCIA DEL SUELO PARA LA VIDA

TALES FOR CHILDREN AND TEENAGERS ABOUT SOIL IMPORTANCE FOR LIFE

Fernandez G. S. ^{1,2,3}, Diez Yarade L. G. ^{1,2} y Zankar G. del C. ⁴

¹ Manejo del Suelo y Riego, Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu; ² Centro de Estudios de Ecosistemas de Montaña, FCA UNJu; ³ INTA AER Perico; ⁴ Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu

*Autor para correspondencia:
fernandez.gabriela@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:
Diciembre 2024

Historial:

Recibido: 18/04/2024
Aceptado: 09/08/2024

RESUMEN

Nuestro planeta se encuentra en estado actual de emergencia climática y crisis ambiental debido a que el hombre subestima el valor de los recursos naturales y considera que los puede usar indiscriminadamente sin importar el futuro. Por tal motivo es necesario, desde la niñez, trabajar en temas como educación y ambiente, los que deben ser abordados con una visión amplia y holística, con enseñanza dentro y fuera de la escuela, y concientizando para la preservación del recurso suelo. En ese sentido, se ha conformado un equipo de docentes, investigadoras y extensionistas con una mirada diversa, pero a la vez pedagógica y didáctica, cuyo objetivo es difundir y divulgar, a través de cuentos, la importancia del suelo y su manejo sostenible. El cuento, como recurso didáctico, permite a los niños identificarse con los personajes, relacionar los contenidos con la vida real y descubrir otras formas de sentir, pensar y actuar en el mundo. La tarea de promoción, generación y difusión de cuentos sobre el suelo y el ambiente se realiza con el convencimiento de que la concientización, desde edades tempranas, es clave para construcción de conocimientos, habilidades y valores, y de que los niños de hoy serán los responsables, en el futuro, de llevar a cabo acciones para la protección de los recursos naturales.

Palabras clave: educación, conciencia pública, niñez, suelos saludables

SUMMARY

Our planet currently faces a climate emergency state and environmental crisis due to humankind underestimation of natural resources value and indiscriminate use regardless of the future. Therefore, it is essential to work on topics such as education and environment, which must be addressed from a wide and holistic vision, being taught in and outside school, raising awareness for the preservation of soil as a resource. In this regard, we have formed a team of teachers, researchers and rural extension workers whose

objective is to disseminate and divulge through tales, the importance of soil and its sustainable management. Tales, as a teaching resource, allow children to identify themselves with the characters, relate the contents to real life and discover other ways of feeling, thinking and acting in the world. The task of promoting, generating and disseminating tales about soil and the environment is carried out with the conviction that awareness, since and early age, is key to building knowledge, skills and values and that today's children will be the responsible, in the future, for carrying out actions to protect natural resources.

Keywords: childhood, education, healthy soils, public awareness

INTRODUCCIÓN

Los organismos internacionales han categorizado a nuestro planeta en estado actual de emergencia climática y crisis ambiental (Ramos *et al.*, 2018). Esto es agravado y potenciado por la intensificación de la degradación de suelos a nivel mundial, lo que provoca la pérdida de sus funciones ecosistémicas, generando alerta según diversos informes elaborados por la FAO¹. Se ha llegado a esta situación crítica por la concepción antropocéntrica del dominio del ambiente, que subestima el valor de los recursos naturales como el suelo y considera que se lo puede usar indiscriminadamente sin importar el futuro, creyendo que siempre estará ahí para sostener la vida (Burbano Orjuela, 2014).

Belmes *et al.*, (2015) consideran que la educación ambiental es fundamental para entender cuáles prácticas son adecuadas o inadecuadas, ya que cada persona puede actuar en forma positiva o dañar el ambiente. Su importancia está consignada en la Ley General del Ambiente, en su artículo N°14, donde se expresa que *“La educación ambiental constituye el instrumento básico para generar en los ciudadanos, valores, comportamientos y actitudes que sean acordes con un ambiente equilibrado, propendan a la preservación de los recursos naturales y su utilización sostenible, y mejoren la calidad de vida de la población”*².

Para un modelo de pensamiento diferente, integrador y sistémico, Reyes (2022) señala que deben tenerse en cuenta tres ejes fundamentales: 1. La propuesta de construcción de un paradigma educativo de acción, con una cultura de la preservación y cuidado del medio ambiente real y efectivo; 2. La presencia de docentes comprometidos en el rol de actor clave para enseñar ciencias de manera interdisciplinar y concientizadora y 3.- El desarrollo y ejecución desde la comunidad científica de grandes esfuerzos para construir procesos de concientización ciudadana. Por ello, temas como educación y ambiente, deben ser abordados con una visión amplia y holística, donde se trate de resolver la problemática ambiental, con enseñanza dentro y fuera de la escuela, preservando el recurso suelo y garantizando la vida en el planeta mediante la acción. Además, la pedagogía con perspectiva ambiental, beneficia la enseñanza y el aprendizaje, ya que no parcializa los contenidos, sino que es integradora (Belmes *et al.*, 2015).

En este contexto, los cuentos constituyen una herramienta para introducir, desde edades tempranas, la importancia del cuidado del suelo con una perspectiva ambiental y favorecer la adquisición del pensamiento complejo. De acuerdo a Robles Moral & De Pro Chereguini (2022), estos instrumentos estimulan el desarrollo del pensamiento abstracto y, aplicados a las ciencias, sirven para desarrollar la construcción de relaciones de causa y efecto. Giménez (2015) considera al cuento como un recurso

¹ <https://www.fao.org/newsroom/detail/agriculture-soils-degradation-FAO-GFFA-2022/es>

² <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25675-79980/texto>

didáctico que permite a los niños identificarse con los personajes, relacionar los contenidos con la vida real y descubrir otras formas de sentir, pensar y actuar en el mundo. Además, los cuentos facilitan realizar una transposición didáctica que permiten la enseñanza de conceptos científicos a los niños (Chevallard, 1998).

Por todo ello, se ha conformado un equipo de docentes, investigadoras y extensionistas con una mirada diversa, pero a la vez pedagógica y didáctica, cuyo objetivo es difundir y divulgar, a través de cuentos, la importancia del suelo y su manejo sostenible.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En el marco del programa "La IUSS va a la escuela" y de las actividades por el Día Mundial del Suelo 2020, la Unión Internacional de la Ciencia del Suelo (IUSS), junto a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Alianza Mundial por el Suelo (GSP) lanzaron un concurso de libros para menores de 5 a 14 años, sobre la biodiversidad del suelo, en idioma inglés. Los objetivos del concurso fueron: a) promover el conocimiento científico, b) crear conciencia sobre las amenazas que plantea la pérdida de la biodiversidad del suelo y c) estimular las actividades educativas de diversas formas en temas de la Ciencia del Suelo, mediante la participación de niños y escuelas.

La convocatoria constituyó el inicio de una serie de publicaciones referidas a las aventuras de dos personajes: Lumbricus y Xenylla, mediante las cuales, con una lectura fluida que introduce al niño en el mundo del suelo y su hábitat, se abordan temas como la biodiversidad, salinización, cambio climático, contaminación y la producción de alimento en huertas. En cuanto a la autoría, se trata de un equipo de docentes universitarias del área disciplinar de la Ciencia del Suelo que, a través del tiempo (2020 a 2023), fue sumando integrantes para enriquecer el relato de las vivencias y experiencias de una lombriz y un colémbolo cosmopolita, ambos personajes curiosos, divertidos y muy preocupados por la salud y calidad del suelo, al que consideran parte de un "círculo virtuoso" que hace posible la vida en el planeta.

En el periodo de años mencionado, el equipo de trabajo se consolidó e incluso, parte del mismo, integra la Comisión Científica de Educación y Conciencia Pública (CCEyCP) de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS), y se sumaron como facilitadoras y tutoras en el Proyecto "Así son los Suelos de mi País"-CREA³.

La difusión de conocimientos sobre el suelo y su importancia para la vida es una de las prioridades en el ámbito de la AACS, de la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu) y del sistema de Extensión de INTA, ya que la sostenibilidad de los suelos se debe promover en todos los niveles de enseñanza y también en instancias no formales de educación (Fernandez *et al.*, 2023). Por ello, desde la CCEyCP se buscó dar visibilidad, valorizar y destacar la importancia de todos los trabajos presentados desde Argentina en este tipo de concursos convocados por la IUSS/FAO y, a tales efectos, se propuso a los distintos autores participar con sus publicaciones reeditadas en el sitio Web de la AACS, previa traducción al idioma español y a un proceso de revisión por pares evaluadores y de una Licenciada en Psicopedagogía. Se puede acceder a estas publicaciones de manera libre y gratuita a través del sitio <https://www.suelos.org.ar/sitio/category/publicaciones/libros-infantiles/> (Fernandez & Diez Yarade, 2023).

Desde principios del año 2023, por recomendación de la comisión directiva de la AACS, se gestionó la publicación en la biblioteca digital de la plataforma EDUC.ar⁴ (<https://www.educ.ar/>), perteneciente al Ministerio de Educación de la Nación, la cual ofrece contenidos de diversas áreas del conocimiento con el fin de promover la enseñanza y el aprendizaje de calidad (Figura 1). Dicho portal educativo se encuentra

³ <https://lossuelosdemipais.crea.org.ar/>

⁴ <https://biblioteca.conectarigualdad.edu.ar/libro/819926>

legitimado como una política pública en el marco de la Ley de Educación Nacional N° 26.206 y se basa en el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para mejorar los modos de enseñar y de aprender de docentes y estudiantes de todos los niveles y modalidades.

Libros infantiles sobre el suelo

Ver más



Figura 1: Portada de libros infantiles publicados en la plataforma EDUC.ar

En cuanto al rol de la Universidad, las tres funciones sustantivas de la educación superior son docencia, investigación y extensión, siendo esta última la que tiene por objeto promover el desarrollo cultural y la transferencia del conocimiento y la cultura entre los distintos sectores sociales de la comunidad. Es en este ámbito donde no solo deben formarse profesionales para desenvolverse de manera crítica y sostenible, en cuanto al uso y manejo del suelo, sino también debe generar entre los miembros de la comunidad conciencia de su importancia como recurso finito y no renovable.

El INTA⁵, mediante su sistema de extensión y desarrollo rural, apoya procesos de intercambio de información y conocimientos para el desarrollo de las capacidades de innovación de los miembros de comunidades rurales, urbanas y periurbanas y mediante variadas estrategias, que articulan la concientización del cuidado ambiental, la inclusión social y la equidad.

REFLEXIONES FINALES

Si bien la serie de cuentos publicados por las autoras, son textos sencillos y con argumentos cortos, tienen una base de conceptos científicos con los que se pretende despertar el interés en niños sobre la importancia del suelo y crear una actitud crítica frente al cuidado del entorno natural.

El desarrollo de habilidades de interpretación del lenguaje con conocimientos del ambiente y del suelo, de sus problemáticas y posibles soluciones, son parte de un proceso de enseñanza-aprendizaje que es fundamental para fomentar ciudadanos proactivos, comprometidos y con valores, siendo mediadores y facilitadores, dentro de este proceso, tanto los docentes como los padres.

Con el convencimiento de que la concientización desde edades tempranas es clave para construcción de conocimientos, habilidades y valores, y de que los niños de hoy serán quienes en el futuro lleven a cabo acciones para la protección de los recursos naturales, nuestro equipo continúa trabajando en la promoción, generación y difusión de cuentos sobre el suelo y el ambiente.

⁵ <https://www.argentina.gob.ar/inta/investigacion-y-extension>

BIBLIOGRAFÍA

- Belmes, A.; Melillo, F.; Priotto, G. y Roggi, L. (2015). Educación Ambiental. Ideas y propuestas para docentes. Nivel Primario. Guía Didáctica. Ministerio de Educación de la Nación. Buenos Aires. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005002.pdf>
- Burbano Orjuela, H. (2014). La educación en suelos empieza a edad temprana. Rev. De Cs Agrícolas, Volumen 31 (2): 135 – 140. Segundo Semestre.
- Chevallard, Y. (1998). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. AIQUE Grupo Editor. Buenos Aires.
- Fernandez, G.S., Diez Yarade, L.G. y Bonafina, C.M. (2023). Educación y conciencia pública para socializar la importancia del suelo para la vida. Revista Nuestro Suelo. Nº 9. Abril de 2023. Pág.6-7. ISSN 2618-5571 https://www.suelos.org.ar/sitio/wp-content/uploads/2023/nuestro_suelo/Nuestro-Suelo-9.pdf
- Fernandez, G.S. y Diez Yarade, L.G. (2023). Libros de cuentos de la AACs sobre el suelo en la plataforma EDUC.ar. Revista Nuestro Suelo. Nº 10. Octubre de 2023. Pág.22. ISSN 2618-5571. https://www.suelos.org.ar/sitio/wp-content/uploads/2023/nuestro_suelo/nuestrosuelo-vol10.pdf
- Giménez, C. (2015). El cuento como recurso educativo en educación sanitaria. REDU: Revista de Docencia Universitaria, 13(2), 271-284. Recuperado de: <https://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/5448/5428>
- Ramos, T.B., Caeiro, S., Pires, S.M. y Videira, N. (2018). How are new sustainable developments approaches responding to societal challenges? Sustainable Development, 26(2), 117–121.
- Reyes, L.B. (2022). Revista Nuestro Suelo. Nº 7. Abril de 2022. Pág. 22. ISSN 2618-5571. https://www.suelos.org.ar/sitio/wp-content/uploads/2021/nuestro_suelo/Nuestro_Suelo-7.pdf
- Robles Moral, F.J. y De Pro Chereguini, C. (2022). Los cuentos ambientales en la formación inicial de los futuros docentes de educación infantil. Ápice. Revista de Educación Científica, 6(2), 1-15.