

ISSN 0328-8080 (Impresa)

Agraria

Revista Científica de la
Facultad de Ciencias Agrarias



**Facultad
de Ciencias
Agrarias**



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

Año 2020 | Volumen 13 (2)



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY

Rector

Lic. Rodolfo Alejandro Tecchi

Vicerrector

Dr. Ricardo Enrique Gregorio Slavutsky

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNJu

Decano

Ing. Agr. Dante Fernando Hormigo

Vicedecana

Dra. Noemi Bejarano

Sec. Académica: MSc. Susana E. Álvarez

Sec. Administrativa: Ing. Agr. Alejandro Zelaya

Sec. Extensión y Difusión: Dra. Natalia Ávila Carreras

Sec. Ciencia y Técnica: Dr. Marcelo R. Benítez Ahrendts

COMITÉ EDITOR

Dr. Marcelo R. Benítez Ahrendts

Dr. Marcos Vaira

COMITÉ REVISOR

Dr. Alejandro Daniel Ríos

Dr. Antonio de la Casa

Dr. Jorge Cacciavillani

Dr. José Matias Rusconi

Dra. Leonor Carrillo

Dra. Leticia Andrea Fernández

Dra. Lucía E. Claps

Dra. Luciana Garat

Esp. Mónica Valdiviezo

MSc. Jorge Baldo

MSc. Roberto Bernal

MSc. Silvia Ana Carla Cravero

REVISIÓN Y TRADUCCIÓN

Master Esp. Trad. Lilita 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

7-13 pag.

ANÁLISIS TEMPORAL DE ÍNDICES CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN DE LAS PROVINCIAS DE JUJUY Y SALTA

TEMPORARY ANALYSIS OF CLIMATE PRECIPITATION INDICES IN JUJUY AND SALTA PROVINCES

14-22 pag.

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE RESES DE CORDEROS EN LA CUENCA DE LOS POZUELOS, JUJUY – ARGENTINA. Estudio de caso

EVALUATION OF YIELD OF LAMB CARCASSES IN LOS POZUELOS BASIN, JUJUY – ARGENTINA: case study

23-32 pag.

REPRODUCCIÓN SEXUAL Y AGÁMICA DE QUEÑOÁ (*Polylepis tomentella*) IN SITU Y EX SITU

IN SITU AND EX SITU SEXUAL AND AGAMIC REPRODUCTION OF QUEÑOÁ (*Polylepis tomentella*)

33-42 pag.

SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN ENOLÓGICA DE LEVADURAS NATIVAS DE PURMAMARCA, JUJUY, ARGENTINA

SELECTION AND ENOLOGICAL CHARACTERIZATION OF NATIVE YEAST OF PURMAMARCA, JUJUY, ARGENTINA

43-51 pag.

DETECCIÓN DE ESPECIES DE *Meloidogyne* spp. EN TUBÉRCULOS DE PAPA ANDINA EN LA QUEBRADA DE HUMAHUACA (JUJUY, ARGENTINA)

DETECTION OF *Meloidogyne* spp. SPECIES IN ANDEAN POTATO TUBERCLES IN THE QUEBRADA DE HUMAHUACA (JUJUY, ARGENTINA)

COMUNICACIONES

52-58 pag.

DIFICULTADES DE LOS ALUMNOS DEL PRIMER AÑO DE LA LICENCIATURA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CUANDO RESUELVEN PROBLEMAS DE FÍSICA GENERAL

DIFFICULTIES OF FIRST-YEAR STUDENTS OF THE BACHELOR'S DEGREE IN BIOLOGICAL SCIENCES AT THE FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES WHEN SOLVING GENERAL PHYSICS PROBLEMS

NOTA TÉCNICA

59-61 pag.

BOVINE INTOXICATION

INTOXICACIÓN EN BOVINOS

ANÁLISIS TEMPORAL DE ÍNDICES CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN DE LAS PROVINCIAS DE JUJUY Y SALTA

TEMPORARY ANALYSIS OF CLIMATE PRECIPITATION INDICES IN JUJUY AND SALTA PROVINCES

Fabio Alabar*, Rafael Hurtado, Mónica Valdiviezo Corte y Carla Moreno

Cátedra de Agroclimatología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy

*Autor para correspondencia:
davidalabar@hotmail.com

Licencia:
[Licencia Creative Commons](#)
[Atribución-NoComercial-](#)
[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Diciembre 2020

Historial:
Recibido: 02/05/2020
Aceptado: 11/08/2020

RESUMEN

En la actualidad existe un amplio consenso científico de que el cambio climático es un hecho inequívoco, y se ha convertido en uno de los temas más analizados, principalmente a causa de los numerosos eventos extremos que provoca. El objetivo del trabajo es evaluar índices de precipitación y analizar sus tendencias en 6 estaciones de las provincias de Jujuy y Salta, Argentina, en los periodos 1957-2017; 1968-2017 y 1987-2017. A partir de series de precipitación diaria se estimaron los índices climáticos mediante el programa R-Climdex, cuya tendencia y significancia se determinó mediante el test no paramétrico de Mann-Kendall. Las tendencias positivas de los índices cantidad máxima de lluvia en 1 día en un año (Rx1day) y Cantidad máxima de lluvia en 5 días consecutivos en un año (Rx5day) en el periodo 1957-2017, resultaron significativas en las estaciones Orán Aero y La Quiaca Aero, respectivamente. Los valores esperados de acuerdo Rx5day y Rx1day son 0,289 mm/año y 0,489 mm/año, respectivamente.

Palabras clave: eventos extremos, R-Climdex 1.0, tendencia

SUMMARY

Currently there is a broad scientific consensus that climate change is an unequivocal fact, and it has become one of the most discussed topics, mainly because of the many extreme events it causes. The objective of the work is to evaluate climatic precipitation indices and to analyse their linear trends in 6 stations in Jujuy and Salta provinces, Argentina, in the 1957-2017; 1968-2017 and 1987-2017 periods. Climatic indices were estimated from daily precipitation series, using the R-Climdex program, whose trend and significance were determined using the Mann-Kendall non-parametric test. The positive trends of the maximum amount of rain in 1 day in a year (Rx1day) and Maximum amount of rain in 5 consecutive days in a year

(Rx5day) indices in the 1957-2017 period were significant at the Oran Aero and La Quiaca Aero stations, respectively. Increases of 0,289 mm / year in Rx5day and 0,489 mm / year in Rx1day are expected.

Keywords: extreme events, R-Climdex 1.0, trend

INTRODUCCIÓN

El sistema climático no es un componente estático del medio terrestre, sino que posee un régimen dinámico sujeto a variaciones naturales y alteraciones provocadas por actividades humanas en todas sus escalas temporales (SMN, 2019). Las variaciones provocadas por la dinámica interna del sistema climático sin la influencia de forzantes externos se denomina variabilidad climática (SMN, 2019). El cambio climático (CC) es una variación del estado del clima a lo largo del tiempo, y que persiste durante un período prolongado (SMN, 2019).

En la actualidad existe un amplio consenso científico de que el CC es un hecho inequívoco (Belmonte, 2017), y se ha convertido en uno de los temas más analizados de la comunidad académica, principalmente a causa de los numerosos eventos extremos que provoca (Cardona-Guerrero, Ávila-Díaz, Carvajal-Escobar y Jiménez-Escobar, 2013). En la Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la convención marco de Naciones Unidas sobre cambio climático, se indica un aumento menor al 10% en la precipitación anual media para la región denominada Cordillerana, que incluye las provincias de Jujuy y Salta considerando dos escenarios de emisiones y modelos climáticos globales del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (Barros y otros, 2015). Sin embargo, los cambios son de escasa relevancia y los valores proyectados están dentro del margen de incerteza (Barros y otros, 2015).

Las investigaciones a nivel mundial señalan una tendencia creciente en la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos en los últimos cincuenta años y se considera probable que las altas temperaturas, olas de calor y fuertes precipitaciones, continuarán siendo más

periódicas en el futuro (Cardona-Guerrero y otros, 2013; Belmonte, 2017).

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) a través de un equipo de expertos "Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices" (ETCCDMI) desarrolló un set de 27 índices climáticos útiles para la detección y el monitoreo de cambios en los registros extremos del clima (Zhang y Feng, 2004). La determinación de los índices climáticos de precipitación propuesto por el ETCCDMI son un aporte en procura de promover acciones idóneas para la gestión integral del recurso hídrico. (Cardona-Guerrero y otros, 2013). En la localidad de Anguil, provincia de La Pampa (Argentina), se observó una tendencia creciente en la cantidad de precipitación anual en un periodo de 55 años (1961-2016) con una variabilidad interanual significativa y un aumento en la frecuencia de eventos de precipitación extrema, relacionados con aumentos en la intensidad de precipitación y las cantidades de lluvia diaria (Belmonte, 2017). Cardona-Guerrero y otros (2013), en un estudio en la cuenca del río Cali, Colombia, determinaron incrementos en la precipitación máxima en 24 horas y una tendencia en aumento en las intensidades de lluvias. Núñez González y García Suárez (2018), en el estado de Jalisco, México, muestran tendencias decrecientes en el índice de precipitación total anual y un aumento en el caso de días secos consecutivos y consideran que para estudiar de manera confiable las variaciones y cambios en el clima es indispensable contar con datos de calidad.

En estudio de índices de eventos extremos de precipitación para la estación climática-meteorológica Augusto Romain (Jujuy) Alabar y otros (2019) determinaron una tendencia decreciente no significativa de las lluvias en un periodo de 32 años. Leaño y otros (2019) analizaron

la precipitación diaria decadal acumulada de la estación meteorológica Jujuy Aero (Jujuy), en el periodo 2008-2017, encontrando una disminución de las mismas.

Entre los eventos extremos más renombrados en la región del Noroeste Argentino (NOA) en los últimos años se encuentra lo sucedido en la localidad de Tartagal provincia de Salta (La Nación, 2009; Página12, 2009) y en la Puna Jujeña, con inundaciones y deslaves en las montañas y sequías extremas, respectivamente. En enero de 2017, localidades de la Quebrada Jujeña, Volcán, Tumbaya y Bárcena, se vieron afectados por un alud causado por lluvias intensas que llevaron a la evacuación de todas sus poblaciones (Jujuy al momento, 2017). El objetivo del trabajo es estimar índices climáticos de precipitación propuesto por ETCCDMI y analizar sus tendencias en 6 estaciones de las provincias de Jujuy y Salta en los periodos 1957-2017; 1968-2017 y 1987-2017.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron registros diarios de precipitación de la estación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy en convenio con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de otras cinco estaciones pertenecientes al SMN, localizadas en las provincias de Jujuy y Salta (Tabla 1 y Figura 1). Se consideraron estas estaciones por presentar una serie de registros diarios superiores a 30 años.

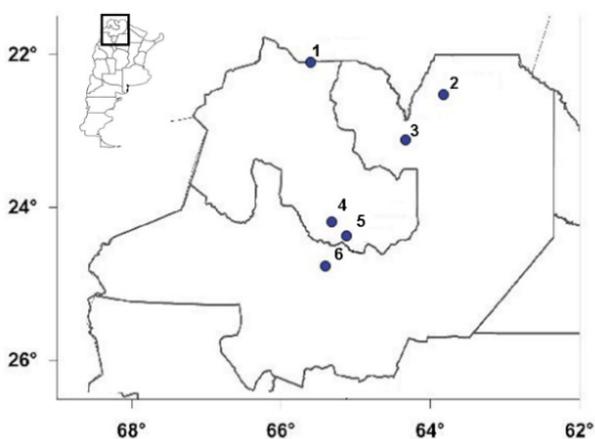


Figura 1. Distribución de las estaciones en estudios.

Tabla 1. Georreferenciación y fechas de registros de las estaciones en estudio.

Numeración	Nombre de la estación	Latitud	Longitud	Fecha de primer registro*
1	La Quiaca Aero	-22,10	-65,60	01/04/1956
2	Tartagal Aero	-22,53	-63,82	01/05/1956
3	Oran Aero	-23,13	-64,33	01/01/1957
4	Augusto Romain	-24,20	-65,32	01/01/1987
5	Jujuy Aero	-24,38	-65,12	01/05/1967
6	Salta Aero	-24,78	-65,40	19/02/1925

*: Todas las estaciones se encuentran en vigencia en la actualidad.

Se contabilizó el número y porcentaje de datos faltantes para los periodos 1957-2017 (60 años), 1968-2017 (49 años) y 1987-2017 (30 años) para todas las estaciones en estudios que presentan dichos periodos. El período 1957-2017 incluye las estaciones Orán Aero, Tartagal Aero, Salta Aero y La Quiaca Aero, ya que Jujuy Aero y Augusto Romain no cuentan con ésta extensión. Jujuy Aero se suma al análisis en el período 1968-2017 y Augusto Romain para el intervalo 1987-2017.

Los índices climáticos de precipitación se calcularon a partir del programa R-Climdex 1.0 desarrollado por el departamento de investigación climática del servicio meteorológico de Canadá (Zhang y Feng, 2004) y ejecutado por medio del software R versión 3.5.3. Se estimó seis índices climáticos relacionados con eventos de precipitación (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los seis índices climáticos de precipitación (Zhang y Feng, 2004).

Índice	Definición	Unidad
PRCPTOT	Lluvia total anual	mm
R10	Número de días en un año con precipitación ≥ 10 mm	Días
CWD	Mayor número de días consecutivos en un año con lluvias ≥ 1 mm	Días
CDD	Mayor número de días consecutivos en un año con lluvias ≤ 1 mm	Días
Rx1day	Cantidad máxima de lluvia en 1 día en un año	mm
Rx5day	Cantidad máxima de lluvia en 5 días consecutivos en un año	mm

Se realizó un análisis de consistencia (Quality Control) a los registros de precipitación propuesta en el programa R-Climdex 1.0. Los principales errores de la serie de precipitaciones detectados se debieron a la carga de los datos de acuerdo al programa R-Climdex 1.0, ya que los signos separadores de decimales en algunos casos eran punto, coma y, punto y coma.

La estación Tartagal Aero presenta, en forma porcentual, la mayor cantidad de registros faltantes en los periodos 1957-2017 (10,88%) y 1968-2017 (6,92%), respectivamente (Tabla 3). La estación Salta Aero no presenta ningún registro faltante en los tres periodos analizado.

Tabla 3. Números y porcentaje de registros faltantes

Estaciones	Números de registros faltantes			Porcentaje de registros faltantes		
	1957-2017	1968-2017	1987-2017	1957-2017	1968-2017	1987-2017
Oran Aero	487	487	0,00	2,19	2,67	0,00
Tartagal Aero	2423	1264	0,00	10,88	6,92	0,00
Salta Aero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La Quiaca Aero	25	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00
Jujuy Aero	-	79	0,00	-	0,43	0,00
Augusto Romain	-	-	2,00	-	-	0,02

-: Sin registros para el periodo analizado.

Los periodos 1968-2017 y 1987-2017 cumplen los criterios recomendados por la OMM para el análisis de tendencias (Vázquez-Aguirre, 2010) que son: un mínimo de 30 años y menos del 10% de datos faltantes (Núñez González y García Suárez, 2018). La serie de precipitación en el periodo 1957-2017 de la estación Tartagal Aero presentó

un porcentaje de 10,88% de datos faltantes. Sin embargo, al tener una desviación de 0,88%, la cual es considerada baja, fue incorporada en el estudio. El test no paramétrico de Mann-Kendall se aplicó para determinar la tendencia y significancia estadística a un nivel de $\alpha=0,05$. El proceso se realizó con la función MannKendall de la librería Kendall

del software R versión 3.5.3. Las series anuales que resultaran significativa al test de Mann-Kendall se graficaron con sus tendencias calculadas por regresión lineal de mínimos cuadrados (Belmonte, 2017) utilizando la función `lm` (modelo lineal).

RESULTADOS

Los valores extremos de pendiente del índice lluvia total anual (PRCPTOT) se presentan en las estaciones Salta Aero (3,081 mm) y Orán Aero (-3,588 mm) en el periodo 1987-2017 (Tabla 4). En el número de días en un año con precipitación ≥ 10 mm (R10) de los tres periodos analizados, el mayor valor de pendiente positiva es de 0,098 y corresponde a la estación Salta Aero del periodo 1987-2017 y el menor valor de pendiente negativa es de 0,063 en La Quiaca Aero.

Con respecto al mayor número de días consecutivos en un año con lluvias ≥ 1 mm (CWD), la estación Orán Aero presentó pendiente negativa en los tres periodos analizados. Además el periodo 1987-2017, presenta el mayor valor de pendiente

positiva (0,014) para la estación Augusto Romain, y el menor valor de pendiente negativa (0,054) en la estación Orán Aero (1987-2017) (Tabla 4).

En los tres periodos analizados, todas las estaciones presentan pendiente positiva para el índice de mayor número de días consecutivos en un año con lluvias ≤ 1 mm (CDD) (Tabla 4), con excepción de la estación Augusto Romain, cuyo valor fue de -0,087, (periodo 1987-2017), lo que implica un aumento en los días con poca precipitación.

Los valores extremos de pendientes del índice cantidad máxima de lluvia en 1 día de un año (Rx1day) ocurrieron en la estación Orán Aero (0,489). El valor positivo en el periodo 1957-2017 y el negativo en 1987-2017 (Tabla 4).

El valor extremo de pendiente del índice cantidad máxima de lluvia en 5 días consecutivos en un año (Rx5day) positiva (0,656) se presenta en la estación Tartagal Aero (periodo 1968-2017) y la menor en Jujuy Aero (0,95) (periodo 1987-2017).

Tabla 4. Pendientes por periodos de las estaciones en estudio.

Índices	Periodos	Oran Aero	Tartagal Aero	Salta Aero	La Quiaca Aero	Jujuy Aero	Augusto Romain
PRCPTOT	1957-2017	2,322	-1,482	1,095	0,215	-	-
	1968-2017	0,511	-0,784	0,250	-0,354	-0,958	-
	1987-2017	-3,588	-0,942	3,081	-2,400	-2,125	-0,986
R10	1957-2017	0,050	-0,021	0,051	0,038	-	-
	1968-2017	0,024	0,030	0,042	0,009	0,022	-
	1987-2017	0,033	0,052	0,098	-0,063	-0,044	-0,016
CWD	1957-2018	-0,015	-0,001	0,003	0,007	-	-
	1968-2018	-0,050	-0,003	-0,012	0,002	-0,008	-
	1987-2018	-0,054	0,000	-0,006	-0,033	-0,009	0,014
CDD	1957-2018	0,442	0,478	0,582	0,462	-	-
	1968-2018	0,739	0,858	0,549	0,578	0,742	-
	1987-2018	0,404	0,006	0,550	0,450	0,477	-0,084
Rx1day	1957-2018	0,489	0,013	0,131	0,084	-	-
	1968-2018	-0,077	-0,420	0,116	0,122	-0,459	-
	1987-2018	-0,489	-0,883	0,216	-0,089	-0,166	-0,046
Rx5day	1957-2018	0,644	0,405	0,094	0,289	-	-
	1968-2018	-0,097	0,656	0,121	0,287	-0,864	-
	1987-2018	-0,077	0,406	0,143	-0,523	-0,950	-0,821

En todas las estaciones y períodos analizados, las tendencias de los índices PRCPTOT, R10, CWD y CDD no fueron significativas, según el test de Mann-Kendall. En el periodo 1957-2017, las tendencias de los índices Rx1day y Rx5day en las estaciones Orán Aero (Figura 2) y La Quiaca Aero (Figura 3) resultaron significativa, p-value 0.028 y p-value 0.032, respectivamente.

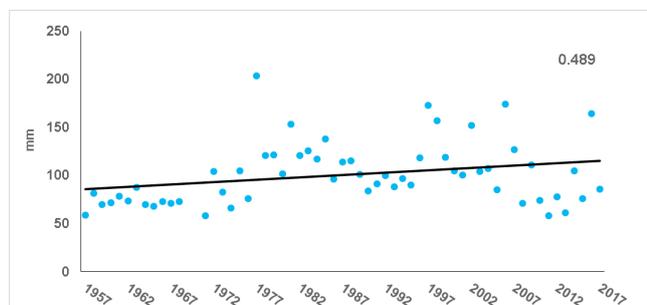


Figura 2. Marcha anual y pendiente del índice Rx1day en el periodo 1957-2017

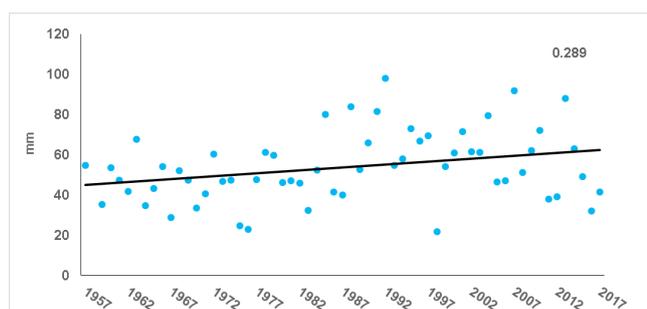


Figura 3. Marcha anual y pendiente del índice Rx5day en el periodo 1957-2017

DISCUSIÓN

Las tendencias de los índices de precipitación estimados confirman las proyecciones y análisis presentados por varios autores (Barros y otros, 2015; Hurtado y otros, 2008; Belmonte, 2017 y Cardona-Guerrero y otros, 2013).

Las series de precipitaciones de la mayoría de las estaciones en estudio presentan sus registros con menos del 10% de los datos faltantes con los que nos permitió evaluar el comportamiento de la tendencia de la marcha anual de los índices climáticos de precipitación.

Las proyecciones de Barros y otros (2015) en la región Cordillerana que incluye las provincias de Jujuy y Salta muestran una tendencia creciente en la precipitación anual (PRCPTOT), y coincide solo en la estación Salta Aero en los tres periodos

analizados. En Orán Aero solo hay una tendencia positiva del PRCPTOT en los dos primeros periodos y en La Quiaca Aero solo en el primer periodo. Tartagal Aero, Jujuy aero y Augusto Romain muestran tendencias negativas en los tres periodos analizados. Los índices R10 y CWD no presentan un patrón de comportamiento similar, varían según los períodos analizados y las estaciones en estudio (Hurtado y otros, 2008).

La variación del índice de CDD en todos los períodos analizados en las estaciones de Orán Aero, Tartagal Aero, Salta Aero, La Quiaca Aero y Jujuy Aero, está de acuerdo con lo informado por Barros y otros (2015), ya que presentan una tendencia creciente en el número máximo de días consecutivos en un año con lluvias ≤ 1 mm.

Las proyecciones positivas de la cantidad máxima de lluvia en 1 día en un año (Rx1day) y de la cantidad máxima de lluvia en 5 días consecutivos en un año (Rx5day), en el periodo 1957-2017, resultaron significativas en las estaciones Orán Aero y La Quiaca Aero, con un incremento de 0,289 mm/años para Rx5day y de 0,489 mm/años en Rx1day. Autores como Belmonte (2017) y Cardona-Guerrero y otros (2013), también establecen en otras regiones de Sudamérica, aumento en la tendencia de los índices de eventos extremos de precipitación.

CONCLUSIÓN

Para la comparación espacial de la variación de los índices climáticos, se recomienda una sola escala de tiempo y con series con menos del 10% de registros faltantes, ya que la pendiente es sensible al periodo considerado. Además, se aconseja estudiar si el cambio en la magnitud de la tendencia al considerar diferentes períodos es estadísticamente significativo, para obtener criterios al definir el periodo de tiempo analizado cuando se trabaja con estaciones que presentan diferentes periodos de registros.

Al trabajar con diferentes periodos se debe considerar el cambio en la magnitud de la tendencia y la significancia estadística de cada una, ya que definen el periodo de tiempo a utilizar cuando se trabaja con estaciones que presentan diferentes periodos de registros.

A excepción de la estación Tartagal Aero, que tiene el mayor número de registros faltantes

en el período 1957-2017, se observa un aumento en la cantidad de lluvia anual en las estaciones Orán Aero, Salta Aero y La Quiaca Aero. El aumento de la precipitación anual puede deberse a dos razones: al incremento de número de días precipitados (tendencia positiva de CWD) y/o aumento en su intensidad (tendencias positivas de CDD, Rx1day y/o Rx5day). En este trabajo se encontraron pendientes negativas en el índice CWD en Orán Aero y valores de pendientes positivas muy bajas en Salta Aero y La Quiaca Aero. Las pendientes positivas en CDD, Rx1day y Rx5day en la Orán aero, Salta Aero y La Quiaca Aero, reflejan un aumento en la intensidad de las precipitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Alabar, F; Hurtado, R; Moreno, C; Valdiviezo Corte, M; Mayo, H y J.M. Solís. (2019). Análisis de tres índices de eventos extremos de precipitación en San Salvador de Jujuy. 30. Recuperado de: http://www.fca.unju.edu.ar/media/publicaciones_cientificas/Libro_Res%C3%BAmenes_VII_Jo_fhg1li4.pdf
- Barros, v; Vera, C; Agosta, E; Araneo, D; Camilloni, I; Carril, A; Doyle, M; Frumento, O; Nuñez, M; Ortiz de Zárate, M.I; Penalba, O; Rusticucci, M; Saulo, C y S. Solman. (2015). Cambio climático en Argentina; tendencias y proyecciones. Recuperado de: http://3cn.cima.fcen.uba.ar/3cn_informe.php
- Belmonte, M.L. (2017). Índices de cambio climático en Anguil: tendencias del periodo 1961-2016. Revista Argentina de Agrometeorología, vol (VIII), 29-42. Recuperado de: http://www.crean.unc.edu.ar/files/secciones/Material/Revista_RADA_2017.pdf
- Cardona-Guerrero, F; Ávila-Tendencias en las series de precipitación en dos cuencas torrenciales andinas del Valle del Cauca (Colombia). TecnoLogicas, vol (XVII), 85-95. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v17n32/v17n32a09.pdf>
- Hurtado, R; Faroni, A; Serio, L y H. Vich. (2008). Estudio de las precipitaciones en la región Noroeste de la Argentina. XII Reunión Argentina de Agrometeorología, vol (XII). Recuperado de: <http://www.siaj.fca.unju.edu.ar/media/publicaciones/2008-AADA-JUJUY-PPNOA.pdf>
- Jujuy al momento. (2017). Alud en Volcán: ¿Mala ubicación de los poblados o cambio climático?. Recuperado de: <http://www.jujuyalmomento.com/post/62749/alud-en-volcan-mala-ubicacion-de-los-poblados-o-cambio-climatico>
- Klein, M.G; Zwiers, F y X Zhang. (2009). "Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation." World Meteorological Organization, Geneve. 55.
- La Nación. (2019). Lo que no se llevó el alud, se lo llevó el saqueo en Tartagal. <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/lo-que-no-se-llevo-el-alud-se-lo-llevo-el-saqueo-en-tartagal-nid1100196>
- Leaño, M; Solís, J.M; Hurtado, R; Alabar, F y L. Cazón. (2019). Análisis estadístico de las precipitaciones de la estación meteorológica Jujuy Aero, desde 1.968 a 2.017. 56. http://www.fca.unju.edu.ar/media/publicaciones_cientificas/Libro_Res%C3%BAmenes_VII_Jo_fhg1li4.pdf
- Núñez González, G y J. García Suárez. (2018). Análisis de la calidad de los datos y la tendencia de algunos índices de precipitación en el estado de Jalisco. Revista internacional de estadísticas y geografía, vol (IX), 14-27. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/rde/2018/11/07/analisis-la-calidad-los-datos-la-tendencia-algunos-indices-precipitacion-en-jalisco/>
- Página 12. (2009). El alerta que pesa sobre Tartagal. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-140712-2010-02-21.html>
- Servicio Meteorológico Nacional (2019). Cambio climático-Servicio climático. Recuperado de: <http://www3.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/>
- Vázquez-Aguirre, J. L. (2010). Guía para el cálculo y uso de índices de cambio climático en México. Instituto Nacional de Ecología. 88. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/wiriana/guia-indices-cc20101>
- Zhang, X. y F. Feng. (2004). RCLimdex (1.0). Manual de usuario. Climate Research Branch Environment Canada. Versión en español: Santos, J.L. Recuperado de: <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE RESES DE CORDEROS EN LA CUENCA DE LOS POZUELOS, JUJUY – ARGENTINA. Estudio de caso

EVALUATION OF YIELD OF LAMB CARCASSES IN LOS POZUELOS BASIN, JUJUY – ARGENTINA: case study

Mariana Osuna Berraz¹, Walter Eduardo Setti², Hugo Eduardo Lamas^{3,4}, Eduardo Jorge Ochner⁴ y Omar Rolando Galian²

¹ Convenio UNJu-CODEPO. Facultad de Ciencias Agrarias UNJu.

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Salta, Agencia de Extensión Rural Ing. Agr. Ricardo Hueda - Perico

³ Instituto de Biología de Altura UNJu.

⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Abra Pampa

*Autor para correspondencia:
marianaosunaar@yahoo.com.ar

Licencia:

[Licencia Creative Commons](#)

[Atribución-NoComercial-](#)

[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:

Diciembre 2020

Historial:

Recibido: 12/06/2020

Aceptado: 28/09/2020

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue obtener información del rendimiento de las carcasas y su relación con el peso vivo y la condición corporal de ovinos (corderos) criados en la Puna de Jujuy - Argentina, en particular de la localidad de Cieneguillas. Para ello se registraron parámetros como peso vivo, en diferentes momentos: en el campo del productor y previo a faena con cierto tiempo de reposo, edad por cronometría dentaria, raza, condición corporal, peso de res caliente y peso de res fría. A partir de estos valores se obtuvieron resultados de rendimiento de res caliente en relación al peso vivo a campo, rendimiento de res caliente en relación al peso vivo con reposo, rendimiento de res fría en relación, al peso vivo a campo y rendimiento de res fría en relación al peso vivo con reposo. En las diferentes combinaciones estudiadas, los rendimientos de la res para corderos fueron inferiores al 50 %. Por otra parte, se observó la existencia de correlaciones positivas significativas entre la condición corporal, con los rendimientos de la res fría y caliente, mientras que no existieron correlaciones significativas entre peso vivo y condición corporal.

Palabras clave: carcasas, ovinos, faena, Puna

SUMMARY

Evaluation of yields of lamb carcasses in Los Pozuelos Basin, Jujuy – Argentina: case study. The objective of this study was to obtain information on carcass yield and its relationship with live weight and body condition of sheep (lambs) reared in the Puna of Jujuy, Argentina, particularly in Cieneguillas. To do this, we recorded parameters such as live weights at different times in the field of the producer and prior to slaughter with a certain time of rest, age by dental chronology breed, body condition, weight of hot carcass and weight of cold carcass. From these values, we obtained results of hot

beef yield in relation to live weight in the field, yield of hot beef in relation to live weight with time of rest, yield of cold beef in relation to live weight in the field and cold beef yield in relation to live weight with time of rest. In the different combination studied beef yields for lambs were less than 50 %. On the other hand, we observed significant positive correlations between body condition, with cold and hot yields, while there were no strong correlations between live weights and body condition.

Keywords: carcasses, sheep, slaughter, weight

INTRODUCCIÓN

La ganadería en la Puna de Jujuy (Argentina) es la actividad principal, la que mayor mano de obra familiar demanda y que se establece en la base del sustento de los pobladores rurales (minifundios) (Echenique, et al., 2015).

Los habitantes rurales de la zona de Cieneguillas (Departamento Santa Catalina, Jujuy, Argentina), se autodefinen como “pequeños productores o pequeños ganaderos de la Puna”, aunque por sus objetivos y sus características, se asemejan a la definición de campesino utilizada por Basco, (1981) y Paz, (1994), entre otros. El principal objetivo de su actividad ganadera es la obtención de alimentos, cueros, lana y fibra como esencia de intercambio. El ganado se constituye en un bien económico no monetario, en algunos casos acumulables (como un depósito), que permite la “capitalización” del poblador rural. Sin embargo, el manejo reproductivo es muy deficiente (no existe una correcta relación machos/hembras), las hembras en edad reproductiva no llegan al 50% del total de las majadas, no están establecidos criterios generales y uniformes para la selección de reproductores como práctica rutinaria por lo cual los rebaños presentan animales de baja productividad (Setti, 2010).

Los establecimientos por lo general, no poseen cerco perimetral ni apotramientos internos, condicionando el manejo del ganado y de la pastura a lo largo del año. En algunos casos, los campesinos realizan rotaciones de sectores de pastoreo de las majadas pasando de zonas altas a bajas y viceversa a lo largo del año.

No se acostumbra llevar registros productivos, algunos estiman la cantidad de animales que poseen y la cantidad de superficie de pastoreo, llegándose a encontrar extremos en donde aluden desconocer ambos datos (Setti, 2010).

La actividad ganadera es mixta, extensiva y trashumante. La cantidad de cabezas registradas en Jujuy por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA, 2015) detalla la existencia de 372.947 ovinos, 113.293 caprinos, 108.992 bovinos y por otra parte el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC, 2008) indica la existencia de 140.882 llamas. Del stock provincial, la Puna Jujeña concentra el 89 % de los ovinos, el 71 % de caprinos, 9 % de vacunos y el 97 % de las llamas.

Para el caso de los ovinos, constituye la especie que más se explota en la Puna y que podría ser sujeta de una mayor promoción, con la finalidad de generar un incremento en el consumo interno de estas carnes por parte de los habitantes de Jujuy. Es importante subrayar que en Argentina el consumo de carne ovina se estima en 1.3 kg por habitante por año (INFOCAMPO 2015) en relación al consumo de carne bovina la cual se estima en 58.6 kg por habitante por año (IPCV 2015), no existiendo información en relación al consumo de carne ovina en la provincia de Jujuy, pero es posible que sea similar al indicado para todo el país. En este sentido y con el objetivo de desarrollar este producto, Lemus, Jorda, Torres y Serna (2011), expresan que los criadores de ganado de carne deben aumentar su interés por el rendimiento y la composición de las canales, como recurso para mejorar su producción y eficiencia.

La experiencia nos demuestra que la falta de datos de aptitud productiva de las especies domesticas en general y del ovino en particular, generan un sesgo a la hora de tomar decisiones, productiva, comerciales y de promoción. Es así que el objetivo del trabajo es iniciar el estudio del desempeño productivo de corderos criados en la Cuenca de los Pozuelos, a partir de la obtención del rendimiento de res y la relación de estas variables con el peso vivo y la condición corporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Puna jujeña de 29.340 km², representa el 55 % de la superficie total de la provincia y contiene solo al 6 % de la población de Jujuy. La altitud del relieve ronda entre los 3.000 a 5.000 metros sobre el nivel del mar (msnm). El clima es frío y seco, con temperaturas extremadamente bajas en invierno (hasta -20°C), con gran amplitud térmica diaria. La humedad relativa es del 47 %, con precipitaciones concentradas de diciembre a marzo que raramente superan los 350 mm anuales (Bianchi, et al., 2008). Casi no existen períodos libres de heladas. Los suelos, son por lo general arenosos y pedregosos, con escasa cantidad de materia orgánica debido principalmente a las bajas temperaturas, que lleva a producir bajos niveles de descomposición (Reboratti, 2005).

El estudio se ubica en la localidad de Cieneguillas, departamento Santa Catalina (perteneciente a la Cuenca de Pozuelos, Puna Norte, Argentina), a 35 km al Oeste de la ciudad de La Quiaca (22°06'00"S - 65°52'01"O), con una altitud media de 3.689 msnm. El pueblo posee 1.200 habitantes (Censo 2010) y su actividad principal es la ganadería, siendo los ovinos y las llamas los más representativos.

En cuanto a los lanares de la zona de la Cuenca de Pozuelos, existe un predominio de animales criollos y cruza con Corriedale, Hampshire Down y Merino.

La alimentación del ganado está basada en el pastoreo de pasturas naturales de la zona, compuestas principalmente por "chillaguales", "tolares" y "esporales". Algunas comunidades vegetales identificadas al Norte de la Laguna

son las estepas arbustivas de *Ocyroe armata*, de *Tetraglochin cristatum*, *Parastrephia* sp. ("tolares"), *Baccharis boliviensis* y de *Jarava icho* (Rojo, 2016). Pastizales de *Festuca* sp. ("chillaguales"), *Cenchrus* sp. ("esporales") y *Adesmia horridiscula* ("añagua"), (Arzamendia y Vilá, 2006).

Esta zona se caracteriza además por poseer un matadero multiespecie, habilitado para tránsito provincial (Resol 095-18 D.P.D.G) de la Corporación para el desarrollo de la Cuenca de Pozuelo (CODEPO), cuya finalidad es brindar servicios de faena con precios accesibles para criadores de ganado de la Cuenca.

Métodos

A finales de febrero (2019), se evaluaron datos de 20 animales (ovinos) destinados a faena, de un establecimiento (estudio de caso), ubicado a 6 km al Oeste de la localidad de Cieneguillas en donde se trabaja con hatos mixtos de ovinos (300 cabezas), caprinos (200) y llamas (120), y como ocurre en general en la Puna no se llevan registros productivos. El pastoreo se realiza con trashumancia de zonas bajas (ciénegos o mallines: 330 ha) a zonas altas (piedemonte: 150 ha), característica común en la mayoría de los establecimientos ubicados a ambos márgenes este y oeste de la Laguna de Pozuelos (Rabey, 1985), citado en Tecchi y Veloso, (1992).

Los lanares destinados para el sacrificio fueron seleccionados por el propietario del establecimiento, tratando de cumplir con la edad solicitada por el comprador (dientes de leche), sin embargo, por falta de disponibilidad, el productor completó el pedido con una hembra de 2 dientes. De acuerdo a las características fenotípicas de los animales seleccionados (n=20), los ovinos provienen de distinta composición racial ((cruzas con Corriedale (16) y cruza con Hampshire Down (4)).

Mediante la utilización de cronometría dentaria, (Gonzalez et al., 2017) y estimaciones del propietario, se determinó que las edades de los ovinos destinados a faena variaron de 7 a 8 meses (n=19), provenientes de pariciones de Junio/Julio del 2018. Asimismo, los animales estudiados fueron identificados mediante collares numerados y sometidos al mismo tratamiento, es decir, pastoreados en iguales condiciones,

pesados individualmente antes del embarque, registrándose valores de peso vivo a campo (PVac), condición corporal (CC1) en escala de 0 a 5 (Frutos y Mantecon, 1994), cruce racial y sexo, para luego ser transportados hacia los corrales de descanso del matadero (tiempo de transporte de 15 – 20 minutos), en donde se les suministró agua ad libitum.

En el matadero, después de 12 horas de reposo (rango de 6 a 24 horas, Resol SENASA 239/2015) en los corrales e inmediatamente antes de la faena, se obtuvieron valores de peso vivo con reposo (PVcr). Pasado el degüello, cuereado y eviscerado, se continuó con la identificación de las reses (precintadas en la zona del garrón), respetando el número del collar del animal, para continuar con la trazabilidad individual. En la zona limpia, se registraron los pesos de las reses en caliente (PRC) y luego de 24 horas en cámara de frío (4 - 8°C) se registraron los pesos de las reses frías (PRF).

En todo el proceso de pesado (en el campo y previo a faena), los datos (PVac, PVcr, PRC y PRF) se midieron con la misma balanza digital (Balcoppan®, Sc 102), para minimizar los errores del muestreo. El rendimiento de res se obtuvo a partir de la siguiente formula: $\text{rend. de res} = \frac{\text{peso de res}}{\text{peso vivo}} \times 100$

Los registros fueron sometidos a análisis descriptivos mediante software Statistics Package Social Science (SPSS) V20.0 para Windows (ver Tabla N°1) y análisis de correlación de variables (ver Tabla N°2).

RESULTADOS

La muestra estuvo conformado por 16 hembras y 4 capones sin perdidas de ejemplares, de los cuales 19 animales eran diente de leche (dl) y 1 dos dientes (2d). Las particularidades fenotípicas de estos animales responden a la generalidad de los ovinos de la Cuenca de los Pozuelos, caracterizados por ser animales provenientes de

distinta composición racial cruza con Corriedale (16) y cruza con Hampshire Down (4). Los valores promedio de CC determinados en estos ejemplares en el establecimiento del productor previo al traslados fue de 1.9 (escala de 0 a 5).

En la Tabla 1 se presentan los valores de pesos vivos medidos en diferentes momentos, pesos de res, rendimientos en relación a pesos vivos y pesos de res en las diferentes combinaciones, la proporción de reducción de pesos vivos y proporción de reducción de pesos de res. La disminución de peso dada por el reposo de 12 horas desde la llegada de los animales al matadero hasta el momento de faena fue de 7.93 %. Por otra parte la disminución de peso de la res caliente por oreo resultado de 24 horas de refrigeración en cámara de frío a temperatura de a 4 a 8 °C fue de 1.98 %.

El rendimiento de res caliente en relación al peso vivo a campo fue de 43.3 % y en relación al peso vivo con reposo fue de 47 %, mientras que el rendimiento en res fría en relación al peso vivo a campo fue 42.45 % y en relación al peso vivo con reposo fue de 46.07 %. Por otra parte no se encontraron diferencias significativas entre RRcPVac y RRcPVcr y los correspondientes entre RRfPVac y RRfPVcr cuyos valores fueron de 3.7 % y 3.6 % respectivamente.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos (SPSS). PVac= peso vivo a campo, PVcr= peso vivo con reposo, PRC= peso de la res caliente, PRF= Peso de res fría, RRcPVac= Rendimiento de res caliente en relación al Peso Vivo a campo, RRfPVac= Rendimiento de res fría en relación al Peso Vivo a campo, RCPVcr= Rendimiento de res caliente en relación al peso vivo con reposo, RRfPVcr= Rendimiento de res fría en relación al peso vivo con reposo, Dif= diferencia

	PVac	PVcr	PRC	PRF	RRcPVac (%)	RRfPVac (%)	RRcPVcr (%)	RRfPVcr (%)	Dif.PVac_PVcr (%)	Dif.PRC_PRF (%)
N Validos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Media	30,33	27,93	13,21	12,95	43,3	42,45	47	46,07	7,93	1,98
Error tip. de la media	0,81	0,76	0,53	0,52	0,86	0,86	0,85	0,86	0,37	0,1
Desv. tip.	3,64	3,41	2,37	2,35	3,84	3,84	3,82	3,83	1,63	0,45
Mínimo	21,46	20,2	8,26	8,04	33,74	32,84	36,39	35,42	5,8	1,04
Máximo	36,98	34,18	16,9	16,52	47,72	47,19	51,47	50,66	12,3	2,66

¹ La CC es una técnica que permite realizar una estimación de las reservas corporales del animal a partir de datos o valores que puedan determinarse in vivo, es decir, sin tener que recurrir al sacrificio de los animales, esta consiste en la valoración subjetiva por palpación lumbar, asignando un puntaje en una escala de 1 a 5 en la cual los valores más bajo corresponde a animales más desengrasado y los más altos a animales con mayor cobertura de grasa. (Fruto; P y Mantecón; A. R, ()

En la Tabla 2 se muestran los grados de correlación de Pearson entre las diferentes variables observando que la relación entre ellas según escala de rangos mencionada por Ortega et al., (2009) fueron: para pesos vivos y rendimientos, positivas entre moderadas a fuertes (0.553 -0.653), para pesos de res y rendimientos, positivas entre fuertes a perfectas (0.830-0.857). En relación a los análisis realizados sobre datos de condición corporal se destaca que siendo un indicador “puramente subjetivo”, asociado a la variable de rendimiento de res, nos señalaría correlaciones positivas y fuertes (0.732-0.738), es así que el menor rinde obtenido coincide con la CC más baja y viceversa. Por otra parte en el Figura N° 1 se observa que CC registradas por encima de 1.8, nos orientarían a RRfPVac por encima del 42 %. Por otro lado, las correlaciones halladas entre pesos y CC, son positivas pero débiles (0.214-0.254).

Tabla 2. de Correlaciones de variables (SPSS).

	RRcPVac	RRcPVcr	RRfPVac	RRfPVcr	CC
PVac	0.553	0.598	0.565	0.609	0.214
PVcr	0.619	0.642	0.631	0.653	0.254
PRC	0.830	0.849	0.838	0.856	
PRF	0.830	0.849	0.838	0.857	
CC	0.732	0.736	0.734	0.738	

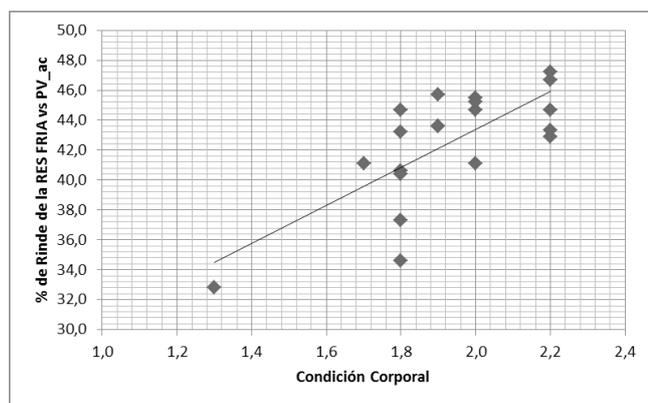


Figura 1. Correlaciones entre Condición Corporal y rendimiento de res fría en relación al peso vivo a campo (RRfPVac).

En la Tabla 3, se manifiestan las cruza genéticas encontradas de acuerdo a algunas presentaciones fenotípicas coincidentes con razas Corriedale y Hampshire Down, las cuales presentan cierto grado de diferencias en valores de CC, peso vivo a campo y con reposo, peso de res caliente y fría, rendimiento de res caliente y fría en

relación al peso vivo con reposo, siendo la crusa Hampshire Down superior en todos los aspectos mencionados a la Cruza Corriedale, aunque es importante mencionar que en ambos casos el n muestral fue muy pequeño, 4 y 16 respectivamente y que se desconocen los grados de cruzamientos de las razas especificadas ya que estos registros son inexistentes, pero es sabido que en la zona se realizó introducción de razas Corriedale y Hampshire Down.

Tabla 3. Diferencias entre las cruza genéticas en variables de CC, pesos vivos, pesos de res y rendimientos.

	Media	Cruza Corriedale (n=16)	Cruzas Hampshire Down (n=4)
C.C	1.93	1.92	1.95
Peso vivo a campo (kg)	30.33	29.96	31.81
Peso vivo con reposo (kg)	27.93	27.57	29.38
Peso Res Caliente (kg)	13.21	12.98	14.13
Peso Res Fría (kg)	12.95	12.73	13.85
Rinde Res Caliente vs PV_cr	47%	46.7%	48.1%
Rinde Res Fría vs PV_cr	46%	45.7%	47.2%

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se realizaron comparaciones de acuerdo a distintas variables para evaluar rendimiento de res, el cual considera el cociente entre el peso de res y el peso vivo obtenido a partir del peso del animal en el campo previo al embarque, el peso del animal en reposo previo a faena, así como también el peso de res fría y/o caliente.

En este sentido, Roa et al., (2011), obtuvo un valor RRcPVcr de 41 % para corderos de raza Merino criados con una alta asignación de forraje, en el Valle Inferior de Rio Negro (EEA INTA VIRN), valor inferior al encontrado en las reses de los corderos de la Cuenca. El peso vivo con reposo y peso de res caliente hallado por el autor fue de 27.9 kg y 11.4 kg respectivamente siendo, el PVcr similar a los registrados en el establecimiento del productor en el presente trabajo (con las particularidades del caso), habiendo diferencias en el peso de res caliente el cual fue inferior al presente.

Información publicada por Rébak, Capellari, Revidatti, Robson, Sánchez (2013), para ovinos Romney en pastoreo en un ensayo realizado en la EEA INTA Mercedes, muestran valores de RRcPVac de 44,81 %, siendo este superior al hallado en el presente estudio. Este valor se deduce a partir de las variables publicadas por el autor de PVac y PRC de 31.25 kg y 13.67 kg respectivamente.

Asimismo, algunos intermediarios consultados en la zona, marcan valores de RRfPVac de 50 %, superiores a los encontrados en el presente, en este sentido, Echenique, M., *et al.*, (2015, "p. 47"), expresa en relación a los corderos de la Puna Jujeña que "... *Son animales que tienen un peso vivo*, al momento de la faena, entre 18 a 25 kg. Se puede promediar este peso en 21,5 kg de peso vivo. A la faena y, con un 50% de rendimiento ...", valores diferentes a los hallados en el estudio de caso.

Por otra parte, Frias, *et al.*, (2011) estudió el RRfPVcr y RRcPVcr, en corderos cruzas Pelibuey con Katahdin y Dorper, en el Estado de Tabasco, México, obteniendo valores de 41.45 % y 43.9 % respectivamente, ambos inferiores a los obtenidos en el presente estudio, sin embargo el PVcr (32.76 kg), PRF (13.6 kg) y el PRC (14.14 kg) fueron superiores. El mejor resultado en el rendimiento para los corderos de la cuenca en esta comparación está dada por una menor diferencia entre el peso vivo y el peso de res.

El trabajo arroja pesos de res fría promedio de 12.95 Kg, calificando dentro de la clasificación propuesta por la mesa de carne ovina del Ministerio de Agroindustria 2018, (Ceballos D, Villa M y Tracaman J, 2018) como "corderos livianos" (carcasas menores a 13 kg de peso); información que permite establecer una categoría comercial definida.

Otra variable analizada fue la proporción de reducción de peso por oreo entre res caliente (PRC) y res fría (PRF), difiriendo con los valores obtenidos por Buseti, Suarez y Babinec., (2007) en corderos de la raza Pampinta y cruzas Pampinta x Ile De France y Pampinta x Texel y las encontradas por Frias, *et al* (2011), en corderos cruzas Pelibuey con Katahdin y Dorper, en los cuales las pérdidas por oreo promedio fueron de 5,3 % promedio y 7.1 % respectivamente, superiores a la hallada en el presente, posiblemente esta diferencia este dada por el biotipo de los animales de la cuenca, por la las condiciones ambientales y de cría que se

presentan en la Puna, evidenciadas por la irregular disponibilidad de pasturas en el año y la dificultad para acceder al agua para bebida diariamente (Paredes, 2016).

En relación a los valores de correlación encontrados entre pesos vivos (PVac y PVcr) y rendimiento de res (RRfPVac, RRfPVcr, RRcPVac y RRcPVcr), difieren a los hallados por Vargas, Perez y De Luca, (2007) en corderos de razas ovinas de pelo, las cuales resultaron negativas y débiles (-0.39 $P < 0.001$), a diferencia del presente que fueron positivas entre moderada y fuerte.

Al mismo tiempo, la correlación entre PRC y RRcPVac, difieren con las obtenidas por Estrada *et al.*, (2012) para corderos de la raza Pelibuey (Dorper x Pelibuey), cuyo valor fue positivo y moderado (0.590), en comparación al presente que fue positiva, entre fuerte a perfecta.

Asimismo, se estudió la relación entre CC y peso vivo, al respecto algunos autores (Russel *et al.*, 1969; Teixeira *et al.*, 1989, Frutos, 1993) citado por Frutos y Mantecon, (1994) mencionan que existe una correlación bastante elevada, aunque esta puede ser muy variable dependiendo del estado fisiológico, (Castrillo *et al.*, 1988; Oregui, 1992), citado por Frutos y Mantecon (1994), obteniendo resultados que oscilaban entre 0,50 y 0,95, (Molina *et al.*, 1991), citado por Frutos 1994, esta situación no se condice con los valores hallado en el presenta trabajo con valores de correlación positivos pero débiles.

En cuanto a valores de CC y rendimiento, se observa que estos manifiestan correlaciones positivas y fuertes, esta relación no ha podido ser debatida, ya que no se han encontrado trabajos científicos que arrojen resultados en consonancia con este tipo de relación en corderos, por lo cual ampliar su estudio sería de gran utilidad.

Por otro lado, de los resultados obtenidos y a pesar de las diferencias en el número de las muestras analizadas, surgen algunas consideraciones marcadas por el tipo de cruce genética hallando diferencias en las variables estudiadas para las razas intervinientes, siendo importante continuar con el estudio con la finalidad de consolidar dichas disparidades.

Finalmente los resultados en general coinciden con lo mencionado por Roa , *et al* (2011) que dice que... "*los valores de rendimiento*

bajos son característicos de los corderos, debido a la importancia relativa del tracto digestivo en relación al peso vivo”, es decir que aunque existen diferencias ambientales y de formas de producir, los resultados para esta categoría en todos los trabajos analizados y en el presente no superan el 50 % de rendimiento de res.

CONCLUSIONES

El estudio permitió concluir que los rendimientos de las reses se encuentran por debajo del valor estimado en esta zona (50%), por otro lado esto permite aproximar el tipo comercial de corderos que se comercializan en la Puna, que serían “corderos livianos”, clasificación que permite encontrar precios de referencias de estos animales a nivel nacional, situación que hasta el momento se ignoraba.

Esta información pretende aportar algún grado de precisión en datos necesarios para la zona, que hasta la actualidad eran desconocidos y estimados a partir de datos para otras regiones, mostrando la necesidad de continuar y ampliar los estudios desarrollados para seguir evaluando la aptitud productiva de estos ejemplares.

Por otra parte sería necesario obtener mayor certidumbre en el nivel de relación existente entre la CC y peso vivo, así como CC y el rendimiento de res, como una herramienta predictiva o no, desde el campo del posible desempeño a la faena que podrían tener los ejemplares.

AGRADECIMIENTO

Al interventor, sub interventor y personal de la Corporación para el Desarrollo de la Cuenca de Pozuelos (CODEPO).

BIBLIOGRAFÍA

Arzamendia Y y Vila B (a). 2006. Estudios etoecológicos de vicuñas en el marco de un plan de manejo sustentable: Cieneguillas, Jujuy. Cap 6. En: Vilá B. (Ed.). Investigación, conservación y manejo de vicuñas. Proyecto MACS, Buenos Aires, Argentina.

Basco M. Tsaboumgkos M, Rodríguez Sánchez C y Borro M del C. 1981. Esquema conceptual y

metodología para el estudio de tipos de establecimientos agropecuarios con énfasis en el minifundio. El minifundio en la Argentina (segunda parte). Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación – Servicio Nacional de Economía y Sociología Rural, Buenos Aires. Publicación ESR/137. 77 p.

Bianchi, A y otros. 2008. Ecorregión Norandina. Descripción, subregiones, agro ecosistemas, sistemas productivos y cartografía regional. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 60 p.

Busetti, M. R.; Suárez, V. H. y Babinec, F. J. (2007). Características y rendimiento de la res en cordero Pampinta, Pampina x Ile de France y Pampinta x Texel. Estación Experimental Agropecuaria Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas", INTA. Anguil, La Pampa, Argentina. Recuperado: URL http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/102-busetti.pdf

Castrillo, C.; Bacells, M. and Guada J.A. (1988). Relationship between body fat rsserves and body condition score in sheep at different physiological stagis. *Animal Production*, 46, 5 | 4 (Abstract).

Ceballos, D y otros. 2018. Razas carniceras. Producción de corderos pesados en el campo experimental agroforestal INTA Trevelin. Maestría de difusión generado por técnicos de la Estación Experimental Agroforestal Esquel. EEA Esquel. Recuperado de: URL https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_eeaf_esquel_razas_carniceras_produccion_de_corderos_pesados_en_el_campo_experimental_agroforestal_inta_trevelin_082018.pdf.

Echenique, M., Chavez, M. F., Vittar, M.C. y Longoni, A. 2015. Análisis de la dinámica del stock ganadero de la Puna Jujeña, su importancia productiva actual problemática y posibles techos productivos. En G. E. Lopez, M. C. Vittar, M Echenique, (Eds). La producción y comercialización de carne de la agricultura familiar: Análisis de sistemas ganaderos, tramas comerciales y marcos normativos para el diseño de estrategias de desarrollo (p 47). Posta de Hornillos. Jujuy. Argentina. Ediciones INTA.

- Estrada, A et al. 2012. Características de la canal y rendimiento de los cortes primarios de corderos alimentados con sorgo escobero (*Sorghum bicolor* var. *Technicum*, jav). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 46, Número 2, 2012. Recuperado de: URL <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193024447005.pdf>
- Felice, M E. 2013 "Condición Corporal de ovinos". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro Regional Patagonia Norte. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. Recuperado de: URL https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_condicion_corporal.pdf
- Frias, J. C et al. 2011. Calidad y rendimiento en canal de corderos en pastoreo suplementados con caña de azúcar fermentada. *Avances de investigación agropecuaria*. Issn 0188789-0. Recuperado de: URL <http://www.ucol.mx/revaia/anteriores/PDF%20DE%20REVISTA/2011/sept/3.pdf>.
- Frutos, P. 1993. Composición corporal de ovejas adultas de raza Churras: efecto de la condición corporal. Tesis doctoral. Universidad de León.
- Frutos, P, y Mantecon, A. R. 1994. Tema 7: Condición corporal en el ganado ovino y caprino. Consejo Superior de Investigación Científica (C.S.I.C). España. Recuperado de: URL <https://digital.csic.es/handle/10261/23076>, URL: [file:///C:/Users/HP/Downloads/Pub89%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Pub89%20(5).pdf)
- Gonzalez, M V y Tapia M. 2017. Manual de Manejo Ovino. Boletín N° 3. Instituto de desarrollo Agropecuario-Instituto de investigación agropecuaria (INIA). Santiago, Chile. ISSN. 0717-4829. Recuperado de: URL <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-ovino-v2.pdf?sfvrsn=0>
- INFOCAMPO. 2015. Afirman que el consumo de carne ovina es de apenas 1,3 kg por año y por persona. Recuperado de: URL <https://www.infocampo.com.ar/afirman-que-el-consumo-de-carne-ovina-es-de- apenas-1-3-kg-por-ano-y-por-persona/>
- Instituto para la promoción de la carne vacuna, (IPCV). 2015. Estadística. Consumo promedio de carne vacuna. Recuperado de: URL http://www.ipcva.com.ar/estadisticas/vista_consumos_promedio.php
- Lemus A, Jordan H, Torres V y Senra A. 2011. Determinación de los cortes de mayor valor económico y rendimiento en el cuarto posterior de vacunos, según categoría de sacrificio y peso de la canal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 45, Número 2. RedALyC. Recuperado de: URL <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245005.pdf>
- Molina A.; Gallego, L. y Sotillo, J.L. 1991. Evolución anual del peso vivo y de la nota de condición corporal de ovejas de raza Manchega en diferentes estados nutritivos. *Archivos de Zootecnia*, 4A, 237 -249.
- Oregui, L.M. 1992. Estudio del manejo de la alimentación en los rebaños ovinos de raza Latxa y su influencia sobre los resultados reproductivos y de producción de leche. Ed Serv. Central Publicac., Gobierno Vasco. Tesis doctorales no 18. Victoria-Gasteiz.
- Ortega R. M. M. et al., 2009. El coeficiente de correlación de los rangos de Sperman caracterización. Instituto superior de Ciencias Médicas La Habana (ISCM-H). Facultad de Ciencias Médicas Enrique Cabrera. Versión On-line ISSN 1729-519X.
- Paredes, M. de los A. 2016. Procesos de construcción de redes socio-técnicas en torno al acceso al agua en la Puna de Jujuy. Tesis. Magister scientiae. Procesos locales de innovación y desarrollo rural (PLIDER). Área de posgrado en economía y desarrollo territorial. Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce. Argentina.
- Paz, R. 1994. Estructura Agraria y Sistemas de Producción en el Noroeste Argentino. Su determinación a partir del Análisis Multivariante. *Población y Sociedad* N° 2, p. 81 - 102.
- Rabey, M. 1985. Creatividad tecnológica entre los campesinos del sur de los andes centrales. CONICET. Tilcara. Jujuy. Argentina. URL [file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-CreatividadTecnologicaEntreLosCampesinosDelSurDeLo-7020001%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-CreatividadTecnologicaEntreLosCampesinosDelSurDeLo-7020001%20(1).pdf)

- Rébak, G, Capellari, A, Revidatti, M, Robson, C, y Sánchez, S (2006). Caracteres y rendimiento de faena y de cuarteo de corderos pesados en el sur de Corrientes. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. Recuperado. URL https://www.researchgate.net/publication/228675328_Rendimientos_de_faena_de_corderos_pesados_de_diferentes_biotipos_en_el_sur_de_Corrientes_Argentina
- Reboratti, C. 2005. Situación Ambiental en las Ecorregiones Puna y Altos Andes. En Ecorregiones Puna y Altos Andes pp: 33 - 39. Recuperado de: URL (http://www.vidasilvestre.org.ar/descargable/libro_imperdible_Puna.pdf)
- Roa, M; Vintet J G, Alvarez M y Mayo. 2011. Invernada en corderos en áreas de alto potencial forrajero. Comunicaciones-Publicación del Valle Inferior. Año 21. N° 66. Recuperado de: URL https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-invernada_corderos.pdf.
- Rojo, V. 2016. Análisis de la dinámica de la vegetación de la Puna Jujeña en relación con los ungulados domésticos y silvestres y su impacto sobre desertificación. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata.
- Russel, A.J.F., Doney, J.M. and Gltnn, R.G. (1969). Subjective assessment of fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 72, 451-454.
- SENASA 2015. Existencias de ovinos por provincia y partido. URL. <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/ovinos/informacion/informes-y-estadisticas>. Último acceso 2016.
- SENASA 2015. Existencias de caprinos por provincia y partido. URL <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/caprinos/informacion/informes-y-estadisticas>. Último acceso 2016.
- SENASA 2015. Existencias de bovinos por provincia y partido. URL. <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/informacion/informes-y-estadisticas>. Último acceso 2016.
- Setti, W. E. 2010. Descripción de prácticas tecnológicas campesinas, utilizadas en el proceso de esquila de ovinos en la Puna jujeña – localidad de Tres Cruces. Tesis de maestría en Procesos locales de innovación y desarrollo rural. (PLIDER). UNLP. p. 202. Recuperado de: URL http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/60312/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tecchi, R. y Veloso, A. 1992. Compilado. Ecosistemas Altoandinos de Argentina y Chile. Memoria 3. Programa de Ecología Regional. Instituto de Biología de Altura. Universidad Nacional de Jujuy. Issn 0327-7283
- Teiigira A.; Delfa, R. and Colomer-Rocher, F. (1989). Relationship between fat depots and BCS or tail fatness in the Rasa Aragonesa breed. *Animal Production* 49, 275-280.
- Vargas, G.F, Perez, R. M. A y De Lucas, T.J. (2007). Evaluación preliminar del rendimiento de la canal en ovinos de pelo mediante uso de ultrasonografía. Facultad de estudios superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. URL: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/04-Veterinarias/2006-V-013.pdf>

REPRODUCCIÓN SEXUAL Y AGÁMICA DE QUEÑO A (*Polylepis tomentella*) IN SITU Y EX SITU

IN SITU AND EX SITU SEXUAL AND AGAMIC REPRODUCTION OF QUEÑO A (*Polylepis tomentella*)

Humberto Salazar¹, Griet An Erica Cuyckens^{2,*} y Gustavo Federico Guzmán³

¹ Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Ciencias Agrarias, Licenciatura en Ciencias Biológicas,

² Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA, CONICET-UNJu) y Centro de Estudios Territoriales Ambientales y Sociales (CETAS, UNJu). Correo-e: ecuyckens@fca.unju.edu.ar

³ Catedra de Ecología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy

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

Licencia:
[Licencia Creative Commons](#)
[Atribución-NoComercial-](#)
[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Diciembre 2020

Historial:
Recibido: 24/07/2020
Aceptado: 07/09/2020

RESUMEN

Polylepis es un género de Rosaceae, nativo de los Andes, amenazado por diversos factores antrópicos. Debido a estas amenazas existe la necesidad de realizar proyectos de reforestación como los que existen en varios países. Sin embargo, para la mayoría de las especies se desconoce la biología básica sobre la reproducción de manera sexual (semillas) y agámica (esquejes). Tampoco se conoce la posibilidad de reproducción *ex situ* en ambientes protegidos (invernáculos). En el presente trabajo se evaluó la producción de plantines de queño a (*Polylepis tomentella* Wedd.) *in situ*: Quebraleña a 3.700 m.s.n.m. y *ex situ*: en San Salvador de Jujuy a 1.260 m.s.n.m en la provincia de Jujuy, Argentina. Durante un año se realizó la cosecha de semillas y esquejes en Quebraleña y la multiplicación sexual y agámica en ambos lugares, mensualmente para las semillas y bimestralmente para los esquejes. Se utilizó tierra de la localidad de Quebraleña para las siembras en ambas localidades y para los esquejes solo se utilizó agua sin enraizantes. La germinación resultó muy baja; $2,83 \pm 1,27$ % *ex situ* y $3,24 \pm 0,73$ % *in situ*, con buenos resultados en el mes de abril y muy bajos en junio para ambos lugares. A pesar de esto, se puede llevar a cabo la producción continua de plantines durante todo el año, tanto *in situ* como *ex situ*, que contribuye de esta forma a la conservación de *P. tomentella*. Los ensayos de reproducción vegetativa fueron infructuosos pese al riguroso control y cuidado que se les brindó durante el tiempo de seguimiento.

Palabras clave: conservación, *ex situ*, germinación, *in situ*, multiplicación, reforestación

SUMMARY

Polylepis is a Rosaceae genus, native of the Andes, threatened by several anthropic factors. Due to these threats, there is a need to carry out

reforestation projects as those that exist in several countries. However, for most species the basic biology of sexual (seeds) and agamic (cuttings) reproduction is unknown. The possibility of *ex situ* reproduction under protected environments (hothouses) is also unknown. In the present work the possibility of producing *Polylepis tomentella* Wedd. (queñoa) seedlings *in situ*: in Quebraleña at 3,700 m.a.s.l and *ex situ* in San Salvador de Jujuy, at 1,260 m.a.s.l in Jujuy province, Argentina was assessed. Seed harvest and sexual and agamic multiplication were carried out in both locations during a year, monthly for seeds and bimonthly for cuttings. Soil from Quebraleña was used for sowing in both locations; for cuttings, only water without rootings was used. Germination was very low (2.83 ± 1.27 % *ex situ* and 3.24 ± 0.73 % *in situ*), with very good results in April and very low ones in June for both places. Despite this, seedlings continuous production can be carried out throughout the year, *in situ* as well as *ex situ*, contributing in this way with *P. tomentella* conservation. Vegetative reproduction tests were unsuccessful although strict control and care was provided during monitoring time.

Keywords: conservation, *ex situ*, germination, *in situ*, multiplication, reforestation

INTRODUCCIÓN

Los bosquesillos de Queñoa (*Polylepis* spp., Sanguisorbeae, Rosaceae) son exclusivos de América del Sur. En su distribución el género alcanza más altitud que cualquier otro árbol en el mundo y latitudinalmente se extienden a lo largo de los Andes y montañas cercanas, desde Venezuela hasta el norte de Chile y el centro de Argentina. Son ecosistemas únicos que forman parches o “islas” de alta biodiversidad en una matriz con menor diversidad (Lloyd y Marsden, 2008; Gareca, Hermy, Fjeldså y Honnay, 2010; Tinoco, Astudillo, Latta, Strubbe y Graham, 2013).

Existen 28 especies de *Polylepis* y tres subespecies (Segovia-Salcedo, Domic, Boza y Kessler, 2018). El noroeste argentino conforma un verdadero punto caliente o “hotspot” con la presencia de cinco especies; *Polylepis australis* Bitt., *Polylepis crista-galli* Bitt., *Polylepis hieronymi* Pilg., *Polylepis tarapacana* Phil. y *P. tomentella* (Renison *et al.*, 2013). Las especies de *Polylepis* se encuentran amenazadas por actividades humanas como incendios provocados (Argibay y Renison, 2018; Gosling, Hanselman, Knox, Valencia y Bush,

2009), ganadería y tala selectiva (Purcell y Brelsford, 2004), el cambio climático, la minería, y la apertura de nuevos caminos (Renison *et al.*, 2013), causando la degradación y pérdida de cobertura forestal en la mayor parte de su distribución y poniendo en riesgo a muchas especies que dependen de estos bosques (Sevillano Ríos, Rodewald y Morales, 2018). La tala reduce especialmente el plantel de árboles semilleros adultos, mientras que la ganadería afecta a las plántulas.

Por estas amenazas, los programas de conservación constituyen una prioridad y en ellos se deben incluir prácticas que permitan reemplazar a los individuos talados a través de regeneración natural y/o reforestación (Nina, Marino y Veliz, 2004). Las reforestación y políticas forestales fueron propuestas como una de las acciones más importantes en la conservación de *Polylepis* (Pinos, 2020). En varios países se están realizando experiencias de reforestación; como con *P. tarapacana* en Chile y Perú y *P. australis* en Argentina (Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi 2011; Arribasplata Vargas, 2012; Portugal, 2015; Renison *et al.*, 2016), pero no se conocen proyectos de reforestación con *P. tomentella*. Los

programas de reforestación están limitados por el escaso conocimiento sobre la ecología de la especie, en particular falta información sobre la biología reproductiva, la germinación de semillas y los requerimientos de hábitat de las plántulas (Morales *et al.*, 2018).

El estudio de la biología reproductiva de especies amenazadas constituye un aspecto importante para el desarrollo exitoso de programas de conservación (Anderson, Johnson, Neal y Bernardello, 2002). En Bolivia, *P. tomentella* fructifica a principios de la época húmeda (agosto-diciembre) y en Jujuy, Argentina parece fructificar todo el año con picos en su fructificación en junio y diciembre (Guzmán, 1999). Sin embargo, se desconoce si la época influye sobre el poder germinativo. En ambientes áridos y a gran altura, la humedad es un factor limitante para la reproducción de las plantas. El reclutamiento de plantas en ambientes áridos a menudo ocurre solo en meses con lluvias por encima del promedio o en sitios seguros que brindan refugio contra altas temperaturas y baja humedad (Flores y Jurado, 2003).

Polylepis produce flores anemófilas bisexuales. Las flores producen un aquenio de alas simples (llamados semillas a partir de ahora). Naturalmente, se propaga casi exclusivamente a través de reproducción sexual, pero puede reproducirse esporádicamente de manera vegetativa o agámica a través de rizomas (Kessler, 1995; Simpson, 1979).

Las experiencias de reproducción de *P. australis* en Córdoba en invernaderos indican que esta especie se puede reproducir exitosamente *ex situ*, facilitando la propagación (más plantines en menos tiempo) y el costo, y se recomienda una reproducción por semillas para maximizar una variabilidad genética (Renison y Cingolani, 1998). Sin embargo, en Bolivia el porcentaje de germinación en condiciones experimentales en *P. tomentella* es bajo; de $7,4 \pm 7,9\%$ (Domic, Capriles y Camilo, 2020) o entre 13,5 - 23,5% (Sánchez, 2000). En Bolivia los árboles con una copa mayor a 200 m² produjeron 2,5 veces más flores y frutos que árboles más pequeños. Además de la cantidad, también la calidad de las semillas de una especie es influenciada por el tamaño de la planta maternal (Roach y Wulff, 1987; Renison, Hensen y Cingolani, 2004). Domic, Capriles, & Camilo (2020) encontraron que los árboles más altos de *P. tomentella* poseían mayor poder germinativo de sus semillas con

respecto a los más bajos y arbustos. También en Bolivia, Domic, Mamani y Camilo (2013) encontraron bosques muy deteriorados de *P. tomentella* donde la regeneración estaba comprometida. Es posible que en la provincia de Jujuy la regeneración de la especie también se vea afectada por los efectos antrópicos sobre los bosques. La extracción de ramas verdes y leña se produce ininterrumpidamente desde épocas del incario debido a que *P. tomentella* es la única especie arbórea propia de la Puna (Guzmán, 1999).

Debido a la baja germinación, la propagación del género *Polylepis* en invernadero también se realiza a través de esquejes. Esta técnica consiste en obtener nuevas plantas a partir de porciones vegetativas tomadas de un árbol adulto, las que serán genéticamente iguales a las plantas progenitoras (Kessler, 2000). En la mayoría de las especies leñosas se ha encontrado que la propagación por estacas es el método de propagación más eficiente, ya que acorta el periodo de multiplicación y reduce los costos de producción (Hartman, Kester y Marino Ambrosio, 1985; Palanisamy y Kumar, 1997). Esta técnica ya fue recomendada para *Polylepis besseri* Hier. por sus altos índices de prendimiento en relación con el poder germinativo de la semilla (Quispe Callisaya, 2013) y en *Polylepis incana* Kunth se han producido plantines mediante estacas con un éxito que varió entre 36 a 80 % (Fjeldså y Kessler, 1996). No se conoce si esta metodología es factible en *P. tomentella*. Una característica indispensable para el enraizado de estacas en especies leñosas es el uso de tejido activo (Iglesias *et al.*, 1996), por lo que es común utilizar plantas jóvenes o rebrotes juveniles de plantas de mayor edad (Chaturvedi *et al.*, 1996; Palanisamy y Kumar, 1997).

P. tomentella tiene un bajo reclutamiento probablemente asociado a una producción muy baja de semillas viables (Domic, Bernhardt, Edens-Meier, Camilo y Capriles, 2017). Las semillas no se caracterizan por una época de dormición (latencia o letargo), que se define como el estado en el cual una semilla viable y madura no germina, aunque los factores externos sean favorables para hacerlo (Baskin y Baskin, 2014), por lo que podría reproducirse en ambientes protegidos (invernáculos) todo el año.

En este trabajo con el fin de generar conocimientos con el fin de facilitar la recuperación de sus bosques mediante una reforestación de *P. tomentella* se realizaron experimentos

en invernáculos con el objetivo de evaluar la reproducción a partir de semilla y a través de esquejes. Por lo tanto, se propusieron los siguientes objetivos específicos:

- (1) Determinar el porcentaje de germinación de *P. tomentella* *in situ* y *ex situ*.
- (2) Evaluar la factibilidad de producción de plantines, tanto a través de semillas (reproducción sexual) como a través de esquejes (reproducción agámica) en invernáculos e indicar las épocas más favorables para hacerlo.
- (3) Comparar la reproducción (tanto sexual como agámica) de *P. tomentella* en su ambiente nativo y en un lugar exótico.

Nuestras hipótesis de trabajo fueron que habría diferencias en la reproducción (tanto por semillas como por esquejes) *in situ* y *ex situ*, debido a que la especie se encontraría más adaptada al lugar donde es nativa. En segundo lugar, esperamos que no habría diferencias en la reproducción entre los meses del año para la germinación, ya que se observó una producción de semillas constantes y la especie no posee una dormición. La mejor época del año para realizar esquejes debería ser la primavera cuando los tejidos de los árboles están más activos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Especie en estudio

P. tomentella es un árbol de 3 a 6 m de altura, limitándose a formas arbustivas si las condiciones ambientales son menos favorables. Su follaje es persistente, aunque se reduce considerablemente en la época desfavorable de precipitaciones y temperatura (invierno). Se propaga casi exclusivamente a través de reproducción sexual, pero puede reproducirse esporádicamente a través de rizomas (Kessler, 1995; Simpson, 1979). La distribución de *P. tomentella* en Jujuy comprende la zona de serranías de la Puna jujeña (Zenta, Aguilar, Quichagua y Cochinoca), continuando en Bolivia. Los bosques de queñoa de la Puna se presentan como manchones aislados y de escasa extensión, alcanzando las 8 hectáreas promedio (Segovia, Speranza y Malizia, 2012).

Área de estudio

En el presente trabajo se recolectaron semillas y trozos de ramas jóvenes de los árboles de *P. tomentella* en la localidad de Quebraleña (Cochinoca, Jujuy, Argentina). Se realizaron los ensayos en el invernáculo de la escuela rural N° 381 de Quebraleña y el de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy en la provincia de Jujuy (Fig. 1).

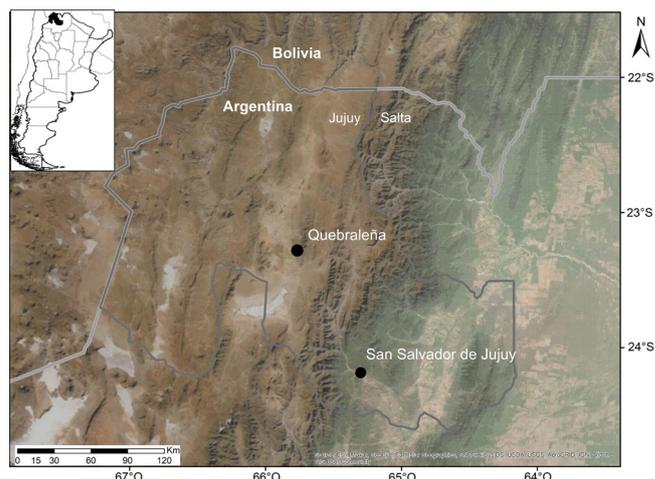


Figura 1. Localización de la provincia de Jujuy en la Argentina (recuadro) y los sitios de estudio (Quebraleña y San Salvador de Jujuy) dentro de la provincia de Jujuy sobre una imagen satelital de espectro visible, tomado de Esri.

El bosque de *P. tomentella* estudiado se encuentra a 1 km del caserío de Quebraleña (23°28'33"S y 65°45'9"O; 3.900 m.s.n.m.) a lo largo del río homónimo. El bosque se extiende en parches por varios kilómetros a lo largo del río y por las laderas. Los árboles miden entre 1 y 6 m de altura. Quebraleña se encuentra en la ecorregión de la Puna. El clima es frío, la temperatura media anual es de 7,8°C con una mínima de 7,7°C mensual en julio (medido en Abralaite) (Buitrago y Larrán, 1994). La atmósfera es casi siempre límpida, favoreciendo grandes cambios térmicos diarios (25-30°C) y la sequedad atmosférica acentuada. Las precipitaciones medias anuales totalizan entre 100 y 300 mm, produciéndose en su totalidad en la estación veraniega (Buitrago y Larrán, 1994). La mayoría de los sectores donde hay (o hubo recientemente) queñoales de *P. tomentella* en la Puna jujeña, corresponde a terrenos derivados de areniscas (Braun, Picchetti y Guzmán, 2004).

San Salvador de Jujuy (24°11'40" S y 65°17'49" O; 1255 m.s.n.m.) se encuentra en el

departamento Manuel Belgrano, ecorregión de las Yungas. El clima se clasifica como cálido y templado. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos. La temperatura media anual es de 17,1°C y las precipitaciones medias anuales son de 400 mm (Buitrago y Larrán, 1994).

Todas las semillas y ramas utilizadas en los ensayos provenían del bosque de Quebraleña. Se eligieron 10 árboles a más de 50 metros entre sí, con las siguientes características: 1. Se evitaron ejemplares aislados; se estimó la cobertura del bosque en un radio de 25 m alrededor del árbol y se eligieron lugares con una cobertura del 10% mínimo. 2. Altura del individuo: 3 o más metros, estimando a ojo la altura desde su base hasta la rama más distante. La recolección de semillas se realizó mensualmente. Con la ayuda un bastón de 3 m de largo se sacudieron las ramas sin dañar en lo posible el follaje para desprender las semillas y recolectándolas en un plástico de 3 x 2 m colocado en el suelo (Fig. 2). Cada vez se colectó una cantidad que aseguraba los ensayos del mes (mínimo de 4.000 por mes). Una vez recolectadas las semillas, éstas se guardaron en bolsas de polietileno, rotuladas, marcando número de árbol y fecha de la colecta.



Figura 2. Foto de la técnica de recolección de semillas de *P. tomentella* en la localidad de Quebraleña, Jujuy, Argentina

En laboratorio, las semillas fueron limpiadas en forma manual separando tallos, hojas e impurezas. Siguiendo la bibliografía (Domic *et al.*, 2020) se desecharon semillas pequeñas, livianas, y poco saludables a simple vista (por ejemplo, semillas con pequeños agujeritos, negras o con indicios de hongos). Por cada árbol se seleccionaron 400 semillas, para ser sembradas en los invernáculos, en donde se utilizaron la mitad

en cada localidad. En total se utilizaron 4.000 semillas por mes (400 por cada árbol). Debido a diferencias entre individuos en otra especie de *Polylepis* (Renison *et al.*, 2004; Seltmann, Leyer, Renison y Hensen, 2007) no se mezclaron semillas de diferentes árboles.

Ensayos de germinación

En los viveros, se realizaron 12 siembras por mes a lo largo del año. Como germinadores se utilizaron cajones de madera de 58x30x12 cm (Fig. 3), y como sustrato tierra de hasta 30 cm de profundidad de Quebraleña. Para cada siembra, se midió la germinación, de manera mensual registrando todos los nacimientos de plántulas hasta que ya no se produjeran más, considerando el nacimiento como la extensión completa de los cotiledones. Se regó hasta la capacidad de campo cada 2 o 3 días.



Figura 3. Siembra de semillas de *P. tomentella* en invernáculo

Multiplicación agámica

Para los ensayos de esquejes, se procedió a cortar con tijera de podar bimestralmente 20 esquejes de cada uno de los 10 árboles seleccionados de 25 a 30 cm de longitud y menos de un cm de diámetro (n=1.200). La mitad (100 esquejes) se plantó en Quebraleña y la otra mitad se transportó a la Facultad de Ciencias Agrarias en San Salvador de Jujuy. Se los rotuló con la fecha y número de árbol para individualizarlos, se los aseguró bien con un cordón de hilo plástico para que no se mezclaran durante el viaje, y fueron permanentemente humedecidos con una regadera con agua, evitando así la deshidratación del material.

En el invernáculo se procedió a quitarles los brotes y hojas en aproximadamente las $\frac{3}{4}$ partes del tallo, dejando intacto el ápice. Se colocaron los esquejes en recipientes llenos de agua. Se utilizó únicamente agua como sustrato de enraizamiento con el objetivo de probar una técnica económica, reproducible en Quebraleña y otros sitios con presencia de *P. tomentella* y que funcionó en *P. bessi* (Quispe-Callisaya, 2013). Fueron ubicados en un lugar sombrío del invernáculo, donde se procedió a renovar el agua del recipiente cada cuatro días para su oxigenación, evitando así la putrefacción de la parte sumergida de los tallos. Se observó si había desarrollo de raíces y hojas nuevas durante 60 días.

Análisis estadísticos

Para cada lugar se calculó el promedio del porcentaje de germinación por mes con su desviación estándar. Para determinar si hubo diferencias en los porcentajes de germinación entre localidades; ex situ (San Salvador de Jujuy) e in situ (Quebraleña), entre los diferentes meses y entre los diferentes árboles semilleros se desarrolló un modelo generalizado mixto. Se agregó la variable "árbolsemillero" porque en estudios de germinación en *P. australis* se encontraron diferencias entre árboles (Marcora, Hensen, Renison, Selmann y Wesche, 2008). De acuerdo con la distribución de la variable respuesta (% de germinación), se indicó el uso de una distribución binomial en el modelo. Teniendo en cuenta que la variable "porcentaje de germinación" se encuentra anidado en la variable "árbol semillero" ya que las semillas provienen de un solo árbol y no pueden provenir de otro, se utilizó anidado en el factor "árbol semillero" (Zuur, Ieno, Walker, Saveliev y Smith, 2009). Se utilizaron pruebas de Tukey post-hoc para observar las diferencias de los tratamientos significativos y se graficaron para mejor visualización. Se utilizó el programa R y los paquetes "ggplot", "dplyr" y "statsr" (R Development Core Team, 2012).

RESULTADOS

El porcentaje de semillas germinadas en ambos sitios fue similar con $2,83 \pm 1,27$ % para San Salvador de Jujuy y un $3,24 \pm 0,73$ % para Quebraleña. El modelo indica que no existen diferencias entre los porcentajes de germinación entre las dos localidades ($p < 0,001$), pero si existen diferencias entre meses ($p < 0,0001$), y hay una interacción entre localidad y meses ($p < 0,0001$),

indicando que existen diferencias significativas durante algunos meses entre las germinaciones de Quebraleña y San Salvador de Jujuy. No se observan diferencias significativas entre árboles semilleros ($p = 0,742512$), por lo que distintos árboles semilleros seleccionados presentan un poder germinativo similar.

Las diferencias entre las localidades de San Salvador y Quebraleña se observan en los meses abril y junio, siendo abril el mes de máxima germinación para San Salvador ($p < 0,05$) y en Quebraleña hubo la menor proporción de semillas germinadas en junio ($p < 0,01$; Fig. 4).

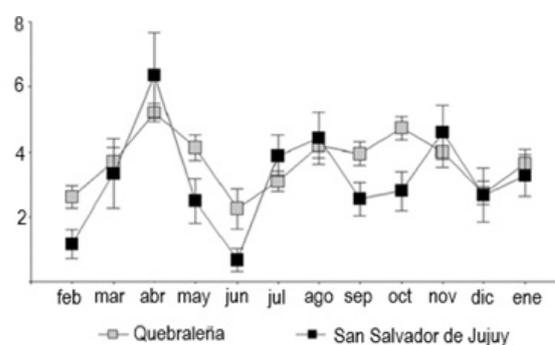


Figura 4. Porcentajes de germinación y su desviación estándar de *P. tomentella* en dos localidades (Quebraleña en gris y San Salvador de Jujuy en negro) a lo largo del tiempo, obtenidos de semillas provenientes de Quebraleña

Con respecto a la multiplicación agámica, todos los esquejes se secaron antes de cumplir los 40 días, sin presentar ningún signo de enraizamiento.

DISCUSIÓN

Los valores totales de germinación obtenidos son bajos (menor a 10%) y similares a otros para la especie: 2,7 % (Picchetti, Villafañe y Guzmán, 2004), 3,1% (Guzmán *et al.*, 2006), $3,8 \pm 3,1$ % (Cuyckens *et al.* en prensa) y $7,4 \pm 7,9$ % para Bolivia (Domic *et al.*, 2020) y para otras especies del género de ambientes áridos como *Polylepis pauta* Hieron. y *P. incana* (2-6%, Wesche *et al.*, 2008). En *P. australis* se atribuyó la gran cantidad de semillas no viables a la partenocarpia (Renison *et al.*, 2004; Selmann *et al.*, 2007). El bajo poder germinativo es un limitante para la regeneración del bosque tanto natural como por reforestación.

En el presente trabajo se obtuvieron semillas durante todo el año, con una disminución en septiembre, octubre y noviembre, coincidentemente con la etapa de floración y principio de la estación lluviosa. En departamento de Chuquisaca, Bolivia, una región semiárida, la especie florece durante la estación seca (mayo-octubre) y produce frutos desde finales agosto a diciembre (Domic *et al.*, 2013). Es posible que el clima con una estación seca muy pronunciada durante los meses de mayo a octubre (Ibisch, Beck, Gerkmann, & Carretero, 2003) limita la floración (Domic *et al.*, 2013).

En este trabajo, de acuerdo con la hipótesis planteada, no se encontraron diferencias entre diferentes épocas del año. Es posible que el cuidado en invernáculo, particularmente el riego aplicado ayude a anular una posible diferencia natural de sequía en su lugar nativo. Sin embargo, en condiciones naturales, tanto Guzmán (1999) como Nina *et al.* (2004) mencionan el verano y principios de otoño (los meses de diciembre a marzo) como la estación para la germinación, coincidente con las lluvias. Contradictoriamente, Arrueta & Choque (2014) encontraron en Punilla, Sucre (Bolivia) que la especie germina en invierno. No es la primera vez que se encuentran diferencias entre localidades dentro de una misma especie de *Polylepis* (Cuyckens *et al.*, en prensa). En el presente estudio se trabajó en invernáculos y se obtuvieron germinaciones todo el año, pero contradictoriamente a los citados autores (Arrueta y Choque, 2014), estas disminuyeron durante la época invernal (junio, Fig. 2). Esto sugiere la existencia de adaptaciones intraespecíficas ambientales y la importancia de estudios locales para el manejo y conservación de las especies. Se puede realizar recolección de semillas en cualquier época del año, pero se recomienda plantar los plantines obtenidos in situ en época húmeda por el clima seco de Quebraleña, ya que experiencias previas en plantaciones sin riego fueron infructuosas (obs.pers.).

Contrariamente a nuestra hipótesis, no hubo diferencias entre localidades. Esto es positivo porque indica que con fines reproductivos se puede aumentar el esfuerzo al trabajar tanto en Quebraleña como en San Salvador de Jujuy. En la Facultad de Ciencias Agrarias, además, se encuentra con los materiales (balanza, regador, mantenimiento de invernáculo) y los profesionales que pueden hacer un seguimiento científico del trabajo, además del caudal de estudiantes que pueden aprovechar para hacer sus trabajos

de tesinas, voluntariados, etc. Por otro lado, el hecho de poder reproducir la especie *ex situ* abre la posibilidad de su reproducción en viveros comerciales. Los plantines de *Polylepis* podrían ser usados para futuras cortinas protectoras (actualmente, realizadas con especies exóticas como sauco (*Salix sp.*, obs.pers.), evitar la erosión (actualmente aplicado por la gente de Quebraleña) o como uso ornamental como se realiza con otras especies del género *Polylepis* a lo largo de su distribución (Tafí del Valle, Cusco en Perú, La Paz en Bolivia, etc.; obs.pers.). También se podrían realizar la reforestación o restauración de los ambientes naturales de *Polylepis*, y estudiar los potenciales efectos sobre la flora y fauna nativas. Sería interesante que se estudien estas y otras potenciales aplicaciones de la reproducción de *P. tomentella* y otras especies del género.

Tampoco se observaron diferencias en la germinación entre individuos semilleros, esto podría deberse a que realizó una selección de árboles de características similares pertenecientes a un mismo bosque, sin embargo, existen siempre diferencias entre árboles debido al micrositio (sombra por ejemplo) o la genética (Seltmann *et al.*, 2007). El tamaño de los árboles puede ser indicador del poder germinativo de la semilla (Seltmann *et al.*, 2007; Domic *et al.*, 202). Por lo tanto, con objetivos de reproducción se recomienda descartar las semillas pequeñas.

En cuanto a la reproducción agámica la técnica de esquejes sumergidos en agua es inadecuada para *P. tomentella*, ni en primavera como se planteó en la hipótesis. Sin embargo, Quispe-Callisaya (2013) obtuvo 52 y 40 % de prendimiento en esquejes de *P. besseri* utilizando como enraizantes naturales extracto de sauce y agua de coco en comparación a agua destilada. Podría ser interesante indagar si se puede aumentar el éxito en la producción de esquejes aplicando enraizantes naturales. Sin embargo, puede ser que la técnica no es apta para la especie, ya que existen diferencias entre especies de *Polylepis* en cuanto a la formación de rizomas, i.e. reproducción vegetativa, y esta sería naturalmente rara en *P. tomentella* (Kessler, 2000).

CONCLUSIÓN

Los valores de germinación obtenidos son muy bajos, sin embargo, la reproducción a través de semillas de *P. tomentella* puede llevarse a cabo

tanto *in situ* como *ex situ* y en todos los meses del año, aunque con mayor éxito en otoño, tanto en Quebraleña como en San Salvador. La reproducción por esquejes no fue exitosa.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la comunidad de Quebraleña y a la entonces directora de la Escuela N° 381, Miriam Mancini, brindando albergue y sustento durante el trabajo de campo. También deseo expresar mi agradecimiento al personal de maestría de la FCA/UNJu, Antonio Fernández, por su colaboración y ayuda brindada en los viajes a Quebraleña durante el trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, G. J., Johnson, S. D., Neal, P. R., & Bernardello, G. (2002). Reproductive Biology and Plant Systematics: The Growth of a Symbiotic Association. *Taxon*, 51(4), 637. doi: 10.2307/1555019
- Argibay, D., & Renison, D. (2018). Efecto del fuego y la ganadería en bosques de *Polylepis australis* (Rosaceae) a lo largo de un gradiente altitudinal en las montañas del centro de la Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 39(1), 145-150. doi: 10.4067/S0717-92002018000100145
- Arribasplata Vargas, M. A. (2012). *Programa de forestación en las minas Arcata y Explorador en el departamento de Arequipa sobre los 4500 m.s.n.m con el forestal Polylepis tarapacana* (Tesis doctoral). Escuela de Post-Grado de la Universidad Nacional de Trujillo., Perú.
- Arrueta, M., & Choque, M. (2014). *Estudio preliminar de justificación para la restauración y conservación de bosques de queuña (Polylepis spp) en la comunidad de Punilla del municipio Sucre*. 16.
- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014). *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination* (Second edition). San Diego, CA: Elsevier/AP.
- Braun, W. R., Picchetti, L. P. E., & Guzmán, G. F. (2004). Desaparición de Queñoales de la Puna jujeña (Noroeste argentino). *Agraria*, 11(6), 73-77.
- Buitrago, L. G., & Larrán, M. T. (1994). *El clima de la provincia de Jujuy*. Jujuy.
- Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi. (2011). *Queñoa el árbol de las alturas* (1.ª ed.). Chile: Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi. Recuperado de <http://www.collahuasi.cl/wp-content/uploads/2016/07/quenoa-arbol-de-las-alturas.pdf>
- Cuyckens, G. A. E., Ranison, D., López, V.C., Cellini, J.M., & Hensen, I. En prensa. Germination of high Andean treeline species of contrasting environments and along elevational gradients in northwest Argentina. *Neotropical Biodiversity*.
- Domic, A. I., Bernhardt, P., Edens-Meier, R., Camilo, G. R., & Capriles, J. M. (2017). Pollination Ecology of *Polylepis tomentella* (Rosaceae), an Andean Anemophilous Tree Presenting a Potential Floral Fungal Infection. *International Journal of Plant Sciences*, 178(7), 512-521. doi: 10.1086/692504
- Domic, A. I., Capriles, J. M., & Camilo, G. R. (2020). Evaluating the fitness effects of seed size and maternal tree size on *Polylepis tomentella* (Rosaceae) seed germination and seedling performance. *Journal of Tropical Ecology*, 36(3), 115-122. doi: 10.1017/S0266467420000061
- Domic, A. I., Mamani, E., & Camilo, G. (2013). Fenología reproductiva de la queuña (*Polylepis tomentella*, Rosaceae) en la puna semihúmeda de Chuquisaca (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 48(1), 31-45. doi: 10.25260/EA.18.28.1.1.516
- Fjeldså, J., & Kessler, M. (1996). *Conserving the biological diversity of Polylepis Woodlands of the highland of Perú and Bolivia*. Denmark: Nordeco.
- Flores, J., & Jurado, E. (2003). Are nurse-protégé interactions more common among plants from arid environments? *Journal of Vegetation Science*, 14(6), 911-916. doi: 10.1111/j.1654-1103.2003.tb02225.x
- Gareca, E. E., Hermy, M., Fjeldså, J., & Honnay, O. (2010). *Polylepis woodland remnants as*

- biodiversity islands in the Bolivian high Andes. *Biodiversity and Conservation*, 19(12), 3327-3346. doi: 10.1007/s10531-010-9895-9
- Gosling, W. D., Hanselman, J. A., Knox, C., Valencia, B. G., & Bush, M. B. (2009). Long-term drivers of change in *Polylepis* woodland distribution in the central Andes. *Journal of Vegetation Science*, 20(6), 1041-1052.
- Guzmán, G. F. (1999). *Influencia del pastoreo en la regeneración del bosque de Polylepis tomentella (queñoa) en la puna de Jujuy, Argentina* (Maestría en Conservación y Gestión del Medio Natural). UIA, España.
- Hartman, H. T., Kester, D. E., & Marino Ambrosio, A. (1985). *Propagación de plantas: Principios y prácticas*. México: CECSA.
- Ibisch, P. L., Beck, S. G., Gerkmann, B., & Carretero, A. (2003). Ecorregiones y ecosistemas. En *Biodiversidad: La riqueza natural de Bolivia* (pp. 47-88). FAN.
- Kessler, M. (1995). Present and potential distribution of *Polylepis* (Rosaceae) forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*, 281-294.
- Kessler, M. (2000). Diversidad, evolución y distribución del género *Polylepis* (Rosaceae). *Libro de Resúmenes*, 25. Cochabamba, Bolivia.
- Lloyd, H., & Marsden, S. J. (2008). Bird community variation across *Polylepis* woodland fragments and matrix habitats: Implications for biodiversity conservation within a high Andean landscape. *Biodiversity and Conservation*, 17(11), 2645-2660. doi: 10.1007/s10531-008-9343-2
- Marcora, P., Hensen, I., Renison, D., Seltmann, P., & Wesche, K. (2008). The performance of *Polylepis australis* trees along their entire altitudinal range: Implications of climate change for their conservation. *Diversity and Distributions*, 14(4), 630-636. doi: 10.1111/j.1472-4642.2007.00455.x
- Morales, L. V., Fuentealba, B., Sevillano, C. S., Gómez, M. I., Segovia-Salcedo, C., Renison, D., ... Hensen, I. (2018). Oportunidades para acercar la ciencia a la práctica de la restauración de bosques y arbustales de *Polylepis*. *Ecología Austral*, 28(1(bis)), 291-300.
- Nina, R., Marino, F., & Veliz, R. (2004). *Establecimiento de fuentes semilleras de Polylepis tomentella, Acacia feddeana y Prosopis ferox en el departamento de Potosí* (p. 82). Potosí, Bolivia: Universidad Autónoma «Tomás Frías».
- Palanisamy, K., & Kumar, P. (1997). Effect of position, size of cuttings and environmental factors on adventitious rooting in neem (*Azadirachta indica* A. Juss). *Forest Ecology and Management*, 98(3), 277-280. doi: 10.1016/S0378-1127(97)00116-3
- Picchetti, L. P. E., Villafañe, B. S., & Guzmán, G. F. (2004). Ensayos de germinación en *Polylepis* spp. (Rosaceae) «queñoa» de rodales de la Puna Jujeña. *Agraria*, 1(5), 71-75.
- Pinos, J. (2020). *Challenges and conservation implications of Polylepis woodlands in the Andean region: Defining actions for sustainable management*. 11.
- Portugal, C. (2015). Un bosque que crece en los cielos. *Biodiversidad y Empresas*, 1, 3-11.
- Purcell, J., & Brelford, A. (2004). Reassessing the causes of decline of *Polylepis*, a tropical subalpine forest. *Ecotropica*, 10, 155-158.
- Quispe Callisaya, M. E. Q. (2013). *Propagación vegetativa de esquejes de Queñua (Polylepis besseri Hieron) en base a la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en el vivero de la comunidad de Huncané*. 117.
- R Development Core Team. (2012). *The R Project for Statistical Computing* (Versión 2.15.2). Viena, Austria. Recuperado de <http://www.r-project.org/>
- Renison, D., Cuyckens, G. A. E., Pacheco, S., Guzmán, G. F., Grau, H. R., Marcora, P., ... Hensen, I. (2013). Distribución y estado de conservación de las poblaciones de árboles y arbustos del género *Polylepis* (Rosaceae) en las montañas de Argentina. *Ecología austral*, 23(1), 27-36.
- Renison, D., Hensen, I., & Cingolani, A. M. (2004).

- Anthropogenic soil degradation affects seed viability in *Polylepis australis* mountain forests of central Argentina. *Forest Ecology and Management*, 196(2-3), 327-333. doi: 10.1016/j.foreco.2004.03.025
- Renison, D., Herrero, M. L., Torres, R., Suarez, R., Friedlander, P., Navarro Ramos, S. E., ... Cingolani, A. M. (2016). El rol de los voluntariados en la restauración ecológica del centro argentino. En *Más allá de la ecología de la restauración: Perspectivas sociales en América Latina y el Caribe* (pp. 55-171). Buenos Aires: Vázquez Manzini Editores.
- Renison, Daniel, & Cingolani, A. M. (1998). Experiencias en germinación y reproducción vegetativa aplicados a la reforestación con *Polylepis australis* (Rosaceae) en las Sierras Grandes de Córdoba, Argentina. *Agriscientia*, XV, 47-53.
- Roach, D. A., & Wulff, R. D. (1987). Maternal Effects in Plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1, 209-235.
- Sánchez, J. A. (2000). *Determinación de la longevidad de semillas de las especies forestales nativas aliso (Alnus acuminata H.B.K.) y Quewiña (Polylepis tomentella Weddell)* (De grado). Universidad Autónoma «Tomás Frías», Facultad de Ciencias Agrícolas y pecuarias, Carrera de Agronomía, Potosí, Bolivia.
- Segovia, A. D., Speranza, F. C., & Malizia, L. R. (2012). *Relevamiento de bosques en la Quebrada de Humahuaca y Puna, provincia de Jujuy* (p. 18) [Informe final de consultoría]. Jujuy: Unidad de Gestión de Bosques Nativos, Dirección Provincial de Biodiversidad Secretaría de Gestión Ambiental, Provincia de Jujuy.
- Segovia-Salcedo, M. C., Domic, A., Boza, T., & Kessler, M. (2018). Situación taxonómica de las especies del género *Polylepis*. Implicancias para los estudios ecológicos, la conservación y la restauración de sus bosques. *Ecología Austral*, 28(1bis), 188-201. doi: 10.25260/EA.18.28.1.1.527
- Seltmann, P., Leyer, I., Renison, D., & Hensen, I. (2007a). Variation of seed mass and its effects on germination in *Polylepis australis*: Implications for seed collection. *New Forests*, 33(2), 171-181. doi: 10.1007/s11056-006-9021-8
- Seltmann, P., Leyer, I., Renison, D., & Hensen, I. (2007b). Variation of seed mass and its effects on germination in *Polylepis australis*: Implications for seed collection. *New Forests*, 33(2), 171-181. doi: 10.1007/s11056-006-9021-8
- Sevillano Ríos, C. S., Rodewald, A. D., & Morales, L. V. (2018). Ecología y conservación de las aves asociadas con *Polylepis*: ¿qué sabemos de esta comunidad cada vez más vulnerable? *Ecología Austral*, 28(1bis), 216-228. doi: 10.25260/EA.18.28.1.1.519
- Simpson, B. B. (1979). A revision of the Genus *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbaceae). *Smithsonian Contrib. Bot.*, 43, 1-62.
- Tinoco, B. A., Astudillo, P. X., Latta, S. C., Strubbe, D., & Graham, C. H. (2013). Influence of Patch Factors and Connectivity on the Avifauna of Fragmented *Polylepis* Forest in the Ecuadorian Andes. *Biotropica*, 45(5), 602-611. doi: 10.1111/btp.12047
- Wesche, K., Cierjacks, A., Assefa, Y., Wagner, S., Fetene, M., & Hensen, I. (2008). Recruitment of trees at tropical alpine treelines: *Erica* in Africa versus *Polylepis* in South America. *Plant Ecology & Diversity*, 1(1), 35-46. doi: 10.1080/17550870802262166
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A., & Smith, G. (2009). *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. New York: Springer.

SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN ENOLÓGICA DE LEVADURAS NATIVAS DE PURMAMARCA, JUJUY, ARGENTINA

SELECTION AND ENOLOGICAL CHARACTERIZATION OF NATIVE YEAST OF PURMAMARCA, JUJUY, ARGENTINA

Cristian Gonzalo Benitez*, Amalia María Ortega, Macarena Peynado, José Torrejón y Alfredo Agüero

Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu. Alberdi 47 San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina. C.P. 4600

*Autor para correspondencia:
benitezcristiangonzalo@gmail.com

Licencia:
[Licencia Creative Commons](#)
[Atribución-NoComercial-](#)
[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Diciembre 2020

Historial:
Recibido: 13/07/2020
Aceptado: 16/09/2020

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo seleccionar y caracterizar levaduras nativas con potencial enológico de la localidad de Purmamarca, Jujuy. Se estudiaron levaduras aisladas, provenientes de uvas de distintas variedades, obtenidas por estudios previos. Se conformó una muestra con 20 levaduras, en las que se determinó su rendimiento en el proceso fermentativo, y su influencia sobre las características sensoriales del vino. Las levaduras MP20, 21, 26 y 27, identificadas como *Saccharomyces cerevisiae*, presentaron un elevado poder fermentativo, resistencia al anhídrido sulfuroso, baja formación de espuma, sedimento, actividad β -glucosidasa y una baja producción de ácido acético. La levadura no-*Saccharomyces* MP3, identificada como *Clavispora lusitaniae*, también presentó características enológicas eficientes. Estas levaduras podrían ser un punto de partida para la producción de vinos que presenten características propias de la región, de manera rentable y sostenible, innovando con valor agregado en un mercado tan competitivo como el actual.

Palabras clave: levaduras, nativas, Purmamarca

SUMMARY

This research had the objective to characterise native yeasts with oenological potential from Purmamarca town, Jujuy. Isolated yeasts from grapes of different varieties, obtained from previous studies were studied. A sample was made up with 20 yeasts, in which its performance in the fermentation process, and its influence on the sensory characteristics of wine was determined. MP20, 21, 26 and 27 yeasts, identified as *Saccharomyces cerevisiae*, showed a high fermenting power, resistance to sulphur dioxide, low foam formation, sediment, β -glucosidase activity, and low production of acetic acid. Non-*Saccharomyces* MP3 yeasts, identified as *Clavispora*

lusitaniae, also showed efficient oenological characteristics. These yeasts could be a starting point for wine production with regional characteristics, in a profitable and sustainable way, innovating with added value in a market as competitive as the current one.

Keywords: native, Purmamarca, yeasts

INTRODUCCIÓN

La localidad de Purmamarca, en la provincia de Jujuy, Argentina, representa una región particular y por lo tanto única para el desarrollo de la industria vitivinícola, puesto que el clima, suelo, la uva, pureza del aire, altura, gran luminosidad y radiación de la región constituyen el potencial requerido en la producción de vinos de calidad diferenciada, los cuales resultan en productos con un alto grado de alcohol y una franca estabilidad en el aroma y color.

A pesar de que la práctica enológica con levaduras secas activas (LSA) comerciales se encuentra enraizada en las bodegas de la región, resultan viables las inoculaciones con levaduras autóctonas seleccionadas (Capece *et al.*, 2010; Formento *et al.*, 2011; Suranská, Vránová y Omelková, 2016). Estas pueden influir de forma decisiva en la obtención de vinos típicos con una calidad estandarizada (Tristezza *et al.*, 2014; Capozzi, Garofalo, Chiriatti, Grieco y Spano, 2015), además de reflejar la biodiversidad propia de la zona donde se encuentran, formando parte del "terroir" (Bokulich, Thorngate, Richardson, Mills, 2014; Gilbert, van der Lelie, Zarraonaindia, 2014) de los vinos de Purmamarca.

En Italia, Tufariello y otros (2019), aislaron, identificaron y caracterizaron 15 levaduras *S. cerevisiae* indígenas para llevar a cabo el proceso fermentativo a nivel industrial, donde 3 cepas dominaron con éxito dicho proceso, contribuyendo a mejorar la calidad organoléptica de los vinos producidos. Franco y otros (2019) aislaron e identificaron de viñedos chilenos, las levaduras *Rhodotorula glutinis*, *Metschnikowia pulcherrima* y *Hanseniaspora uvarum* como cepas capaces de producir vinos estables con un contenido de alcohol reducido. En República Checa y Eslovaquia,

Đurčanská y otros (2019) estudiaron 48 levaduras *Saccharomyces* aisladas de viñedos de distintas regiones de ambos países, consiguiendo 17 cepas con potencial para ser cultivos iniciadores en la producción de vinos típicos. En China, Pei-Tong Liu y otros (2016) determinaron que las levaduras indígenas no-*Saccharomyces*, entre ellas *Candida stella*, *Pichia fermentans* y *Issatchenkia orientalis*, podrían desempeñarse correctamente en fermentaciones mixtas con *Saccharomyces*, capaces de influir de forma decisiva sobre los perfiles aromáticos. En el estudio realizado por Cases en España (2019) se aislaron de distintas variedades de uva, 32 levaduras siendo *H. uvarum* la más eficiente, produciendo vinos con características organolépticas óptimas y una mayor complejidad.

Distintos autores (Suarez Lepe e Íñigo Leal, 2004; Pretorius, 2000; Regodon, 1997) afirman que las levaduras con características enológicas eficientes deben presentar un adecuado arranque y correcta cinética de fermentación, escasa producción de espuma, rápida formación de sedimento para la obtención de vinos límpidos e inexistencia de la formación de película/anillo. Resulta imprescindible su capacidad de producir y tolerar el etanol con el fin de garantizar la finalización del proceso fermentativo (Barrajón, Arévalo-Villena, Úbeda y Briones, 2011), que sea resistente al SO₂, que contenga a la enzima β-glucosidasa para ejercer su actividad en la obtención de compuestos volátiles, que genere trazas de acidez volátil y cantidades mínimas de compuestos azufrados que pueden interferir en la expresión aromática del vino.

De las levaduras nativas aisladas de uvas en Purmamarca, se evaluaron características tecnológicas para determinar su eficiencia en el proceso de fermentación y características cualitativas para determinar su participación en las

cualidades sensoriales de los vinos, con el objetivo de seleccionar las que presenten características enológicas eficientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedencia de las cepas de levaduras

Las levaduras utilizadas para este trabajo fueron proporcionadas por la Cátedra de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNJu. En el año 2019, se desarrollaron investigaciones basadas en el aislamiento de levaduras vínicas, conseguidas a través de muestras de uva de diferentes viñedos situados en la localidad de Purmamarca, Jujuy, Argentina. Como resultado de estos trabajos se conformó una colección de 20 levaduras nativas de la zona, las cuales se encuentran bajo condiciones de mantenimiento.

Preparación de la colección de trabajo

De cada cepa se extrajo una alícuota del tubo de mantenimiento, se sembró en tubos con 2 mL del medio líquido YPD (extracto de levadura 1%, peptona 2%, glucosa 2%) y se incubó en estufa durante 24 hs a $28 \pm 2^\circ\text{C}$. La pureza de los cultivos se confirmó mediante observaciones microscópicas y macroscópicas.

Los ensayos fueron realizados con levaduras en fase exponencial, en mosto pasteurizado (60°C durante 15 minutos), por duplicado.

Características tecnológicas

Tolerancia al etanol (Abad Arranz, 2006)

Cada levadura se sembró en una serie de tres tubos con diferentes concentraciones de mosto alcoholizado (10-12-15% v/v). Luego se sellaron con tapón vas-par (vaselina-parafina 50%) y se incubaron en estufa a 28°C durante 7 días. El desplazamiento del tapón indica que la levadura fermentó y produjo CO_2 resistiendo la concentración de etanol del medio.

Poder de fermentación (Abad Arranz, 2006)

El poder fermentativo se calculó gravimétricamente con el peso inicial y el peso final

de la fermentación de 30 mL de mosto. La pérdida de peso se registró diariamente para graficar las curvas de fermentación.

$$PF (\%v/v \text{ en etanol}) = [P \text{ inicial (g)} - P \text{ final (g)} * 1,5].$$

Cinética de fermentación (Abad Arranz, 2006)

Se construyó la curva de cinética tomando los datos inversos de pérdida de peso, producidos por la liberación de $\text{CO}_2 = [P \text{ final (g)} - P \text{ inicial (g)}]$.

Resistencia al anhídrido sulfuroso (Furlani *et al.*, 2017)

Cada levadura se sembró en una serie de tres tubos con mosto con diferentes concentraciones de anhídrido sulfuroso (50-100-300 ppm). Los tubos se sellaron con tapón de vas-par para poner en evidencia el crecimiento de la levadura.

Formación de espuma (Nikolaou, Soufleros, Bouloumpasi y Tzanetakis, 2004)

Cada levadura se sembró en tubos con mosto. Se midió la altura máxima alcanzada por la espuma al cabo de 10 días y se clasificaron en tres categorías: F0 (menor a 2 milímetros), F1 (entre 2 y 4 milímetros) y F2 (mayor de 4 milímetros).

Formación de sustancias adherentes (Rainieri y Pretorius, 2000)

Se observó la formación de película o anillo.

Formación de sedimentos (Rainieri y Pretorius, 2000)

Se observó la formación de sedimentos y de flóculos.

Características cualitativas

Actividad β -glucosidasa (Hernández, Espinosa, Fernández-González y Briones, 2003)

Se sembraron 5 μL de las levaduras en un medio de cultivo específico para evidenciar la actividad β -glucosidasa (Extracto de levadura 1%; peptona 2%, glucosa 2%; citrato de Hierro Amonio 0,02%; esculina 0,5%; agar 2%). La actividad se evidenció por la presencia de un halo negro que se forma alrededor de la colonia por la reacción entre la esculina hidrolizada, que se transforma

en esculetina por la actividad enzimática de la β -glucosidasa, y la sal férrica soluble.

Formación de ácido a partir de glucosa (Kurtzman y Cayó, 1998)

En cada placa de Petri se utilizó el medio específico para evidenciar la formación de ácido (Extracto de levadura 0,5%; glucosa 2%; carbonato de calcio 1%; agar 2,5%). Se sembraron 5 μ L de las cepas. La producción de ácido a partir de glucosa se evidencia por la formación de un halo transparente alrededor de la colonia, debido a la disolución del carbonato de calcio, por la producción de ácido, la cual se cuantificó de la siguiente manera:

- a. ++++ halo de disolución mayor a 3 mm/alta formación de ácido
- b. +++ halo de disolución entre 2-3 mm/baja formación de ácido
- c. ++ halo de disolución mayor entre 1 y 2 mm/leve formación de ácido
- d. + halo de disolución menor a 1 mm/trazas de ácido

Producción de ácido sulfhídrico (Nikolaou et al., 2004)

Se sembró por estría en agar Biggy. El medio de cultivo tiene sulfito de bismuto, siendo el sulfito el principal precursor de la producción excesiva de SH_2 .

Las colonias se desarrollan de color chocolate a beige, de intensidad proporcional a la producción del sulfuro. La intensidad de coloración en este medio es una indicación de la máxima actividad de la enzima sulfito reductasa de una cepa dada determinada genéticamente. A continuación, se observó la coloración y los resultados asociados:

- a. ++++ chocolate/alta formación de SH_2
- b. +++ beige-marrón/media formación de SH_2
- c. ++ beige/baja formación de SH_2
- d. +/- beige claro/trazas de SH_2

Identificación de las levaduras con características enológicas eficientes

La identificación de las cepas se realizó por Espectrometría de Masas en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. Las mismas se sembraron y procesaron bajo protocolos estandarizados de trabajos y se analizaron por MALDI-TOF-TOF para

su final identificación por base de datos SARAMIS.

Análisis estadístico

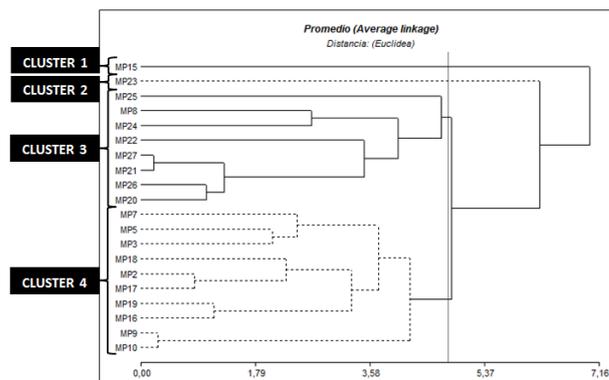
Con el fin de agrupar las cepas según la semejanza de sus características tecnológicas, cualitativas y de diferenciación, para poder facilitar el análisis de los resultados, se realizó un análisis de conglomerados a través del Software InfoStat versión 2017 (Di Rienzo y otros, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis conglomerados

Se contruyó una matriz de similitud a partir de la cual se consiguió un dendrograma con una distancia de corte de 4,8, en el cual se constituyen 4 cluster. Ver gráfico 1.

Gráfico 1. Dendrograma



Todas las levaduras pertenecientes al cluster N°3 (MP8, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27), y una del cluster N°4 (MP3) se destacaron al presentar características enológicas eficientes, útiles como potenciales cultivos iniciadores en un proceso de vinificación. Los resultados de los ensayos realizados a las levaduras se detallan en la Tabla 1 y su identificación de género y especie en la Tabla 2.

Tabla 1. Datos de análisis agrupados.

Levadura	Características tecnológicas											Características cualitativas		
	Resistencia al alcohol			Poder de fermentación	Cinética de fermentación	Resistencia al anhídrido sulfuroso			Formación de espuma	Formación de sedimentos	Formación de sustancias adherentes	Actividad β -glucosidasa	Formación de ácido acético	Formación de ácido sulfhídrico
	10%	12%	15%			50 ppm	100 ppm	300 ppm						
MP2	+	+	+	7,41	4,94	+	+	-	F0	+	+	-	+	+++
MP3	+	+	+	8,79	5,86	+	+	-	F0	+	-	+	+	+
MP5	+	+	+	9,00	6,00	+	+	-	F0	+	-	-	+	+
MP7	+	+	+	7,40	4,93	+	+	-	F0	+	-	-	+	+++
MP8	+	+	+	7,22	4,81	+	+	+	F0	+	-	+	+	+++
MP9	+	+	-	8,96	5,97	+	+	-	F0	+	+	-	+	++++
MP10	+	+	-	8,60	5,73	+	+	-	F0	+	+	-	+	++++
MP15	-	-	-	6,37	4,24	+	-	-	F1	+	+	+	+	+
MP16	-	-	-	6,15	4,10	+	+	-	F0	+	+	+	+	++++
MP17	+	+	+	7,55	5,03	+	+	-	F0	+	+	-	+	++++
MP18	+	+	+	6,29	4,19	+	+	-	F0	+	+	-	+	+
MP19	-	-	-	7,68	5,12	+	+	-	F0	+	+	+	+	++++
MP20	+	+	+	9,81	6,54	+	+	+	F0	+	+	+	+	+++
MP21	+	+	+	11,58	7,72	+	+	+	F0	+	+	+	+	+++
MP22	+	+	-	11,63	7,75	+	+	+	F0	+	+	+	+	+++
MP23	+	-	-	10,81	7,21	+	+	-	F0	+	+	+	+	+
MP24	+	+	+	6,29	4,19	+	+	+	F0	+	+	+	+	++++
MP25	-	-	-	7,47	4,98	+	+	+	F1	+	+	+	+	++++
MP26	+	+	+	10,61	7,07	+	+	+	F0	+	+	+	+	++
MP27	+	+	+	11,86	7,90	+	+	+	F0	+	+	+	+	+++

Tabla 2. Identificación de las cepas

Identificación	
Código	Género y especie
MP2-MP8-MP15-MP16-MP19-MP24	<i>Candida krusei</i>
MP3-MP5-MP7-MP10-MP18	<i>Clavispora lusitaniae</i>
MP20-MP21-MP26-MP27	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
MP9-MP17-MP22-MP23-MP25	No identificadas

Las cepas MP20, 21, 26 y 27 fueron identificadas como *S. cerevisiae*. Produjeron un promedio de 10,47% v/v de alcohol, ver Gráficos 4 y 5. El límite mínimo establecido por OIV para vinos es de 8,5% v/v de alcohol. El porcentaje fue similar al reportado por Tufariello (2019), donde las levaduras estudiadas produjeron vinos con un promedio de 12,11% v/v de alcohol.

Gráfico 2. Marcha del poder de fermentación de levaduras MP2-MP8

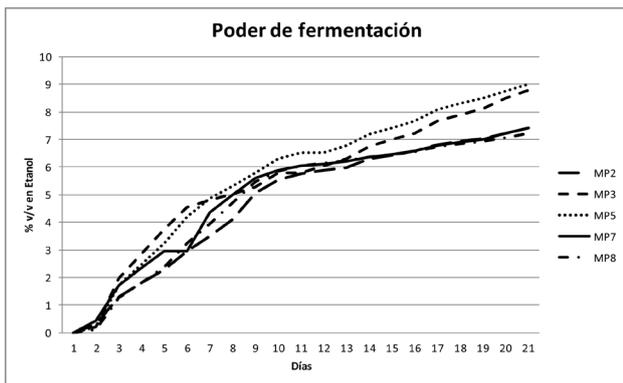


Gráfico 3. Marcha del poder de fermentación de levaduras MP9-MP17

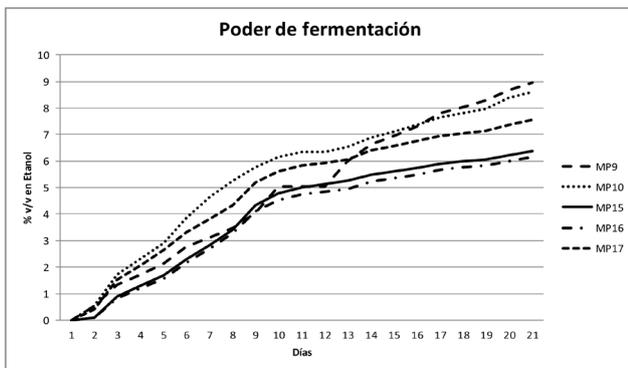


Gráfico 4. Marcha del poder de fermentación de levaduras MP18-MP22

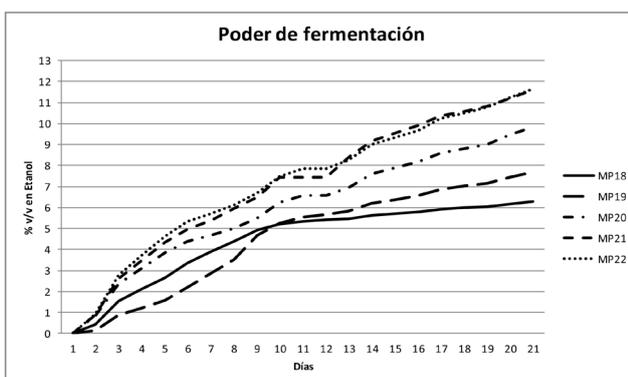
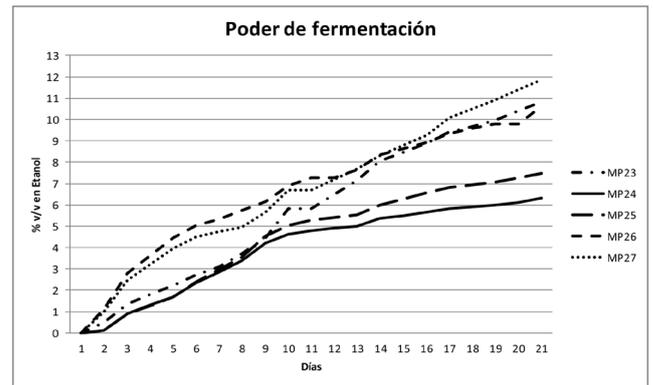


Gráfico 5. Marcha del poder de fermentación de levaduras MP23-MP27



Las levaduras presentaron una cinética de fermentación correcta, liberando más de 6,5 g de CO₂ al finalizar los 21 días de fermentación, si la levadura presenta una cinética de fermentación lenta, la fase de latencia será mayor en el inicio del proceso, posibilitando ataques bacterianos u oxidantes y la fermentación tendrá problemas de acabado, dando una terminación incompleta en la metabolización de los azúcares por parte de la cepa y un consumo innecesario de energía para la refrigeración; en una fermentación rápida habrá desprendimientos calóricos bruscos, con un aumento excesivo de la temperatura que ocasionará pérdidas aromáticas, disminución en la calidad del vino y suspensión fermentativa por muertes térmicas de las levaduras (Abad Arranz, 2006). Presentaron la capacidad de tolerar la concentración más alta de alcohol probada, siendo proporcional a su capacidad de producirlo, este resultado tiene correlación con los encontrados en el trabajo de Đurčanská (2019), donde el 37% de las levaduras estudiadas toleraron el 20% v/v de alcohol. Todas las levaduras toleraron 300 ppm de anhídrido, superando ampliamente los 50 ppm de SO₂ total que se solicita resistir para ser adecuadas en la vinificación (OIV-OENO 370, 2012). El SO₂ es un agente antiséptico y antioxidante, naturalmente empleado en enología con el fin de conseguir la estabilidad microbiológica y caracterización de levaduras fermentativas. Cantidades moderadas de dicho agente (30 a 100 ppm), destruyen la mayoría de las especies débilmente fermentativas y muchas de las perjudiciales para la vinificación, mientras que concentraciones superiores a 200 ppm retrasan el inicio fermentativo y pueden inclusive conseguir inhibirlo (Zambonelli, 1998). También se registró una baja producción de espuma, menor a 2 mm (F0), y sedimentos, mientras menos espuma se produzca, quedarán

menos espacios de cabeza y el porcentaje de volumen utilizable será mayor (Valade, 2004). La sedimentación favorece la clarificación del vino y limpieza de las piletas de fermentación. Por otro lado, la presencia de película o anillo serían un indicio de la presencia de levaduras oxidativas no-*Saccharomyces* que pueden enturbiar, formar velos en los vinos o adherirse a las paredes de los fermentadores (García-Junco, 2001; Torija Martínez y María Jesús, 2002; Mas *et al.*, 2006).

Las levaduras presentaron actividad β -glucosidasa, acorde a lo informado por Āurĉanská (2019) donde todas las cepas utilizaron la enzima con diámetros variables de halo. Formaron trazas de ácido acético en las placas y una moderada concentración de ácido sulfhídrico. En el trabajo de Aponte (2016) la mayoría de las levaduras también produjeron una considerable cantidad de SH_2 , mientras que en Capozzi (2019) y Tufariello (2019) más de la mitad de las cepas no formaron dicho ácido. El ácido acético es el principal ácido volátil del vino y es generado siempre en una fermentación alcohólica por la levadura. Tiene un aporte organoléptico negativo y por lo tanto no deseado, con una concentración permitida por la OIV, expresado ácido acético, 0,2 a 0,6 g/L. Tampoco se espera una elevada producción de ácido sulfhídrico y compuestos azufrados, puesto que los mismos generan olor a huevo podrido, cebolla podrida, plásticos o a neumáticos en los vinos (Esteve-Zarzoso, Gostincar, Bobet, Uruburu y Querol, 2000; Torija Martínez y María Jesús, 2002; Suarez Lepe e Íñigo Leal, 2004; Morata y otros, 2005; Mas *et al.*, 2006; Abad Arranz, 2006; Swiegers y Pretorius, 2007).

En las no-*Saccharomyces* destacadas están las cepas MP8 y 24 identificadas como *Candida krusei*, y la cepa MP3 como *Clavispora lusitaniae*. A la fecha, no existen trabajos que detallen la utilización de *C. krusei* en enología (se la considera un agente contaminante), mientras que en el caso de *C. lusitaniae*, Gutierrez Contreras y otros en Colombia (2011) la evaluaron en la fermentación alcohólica de jugo de fique, observando que en este medio la levadura produjo 33,81 g/L de etanol, un 43,25% más de lo producido por *S. cerevisiae*. El promedio de su poder fermentativo fue de 7,43% v/v de alcohol, próximo al 8,04% v/v de alcohol producido por las levaduras en el trabajo de Franco (2019). Toleraron elevadas concentraciones de etanol y anhídrido sulfuroso. El alcohol, junto con otros productos, es producido por las levaduras no-*Saccharomyces* en la primera etapa

de la fermentación alcohólica de los carbohidratos presentes en el mosto, los cuales contribuyen a la composición química y a la calidad sensorial del vino (Lambrechts y Pretorius, 2000). Su población se ve notoriamente reducida después de los primeros dos o tres días de la fermentación alcohólica por la vulnerabilidad que posee a la concentración de alcohol (5 a 6% v/v en la mayoría de las especies) que hay en esa etapa, siendo afectada la estructura de su membrana citoplasmática y sufriendo la pérdida de la actividad de ciertas enzimas de la glucólisis (Ricci *et al.*, 2004). Generaron poca espuma, mucho sedimento, la MP24 produjo sustancias adherentes. Las levaduras mostraron una débil producción de ácido acético y actividad β -glucosidasa. Respondieron notablemente a la actividad enzimática, considerando que los valores de pH del mosto de la uva y del vino se encuentran alrededor del 2,8 al 3,5, disminuyendo dicha actividad en un 33% (Hernández *et al.*, 2003). Comitini (2011) registró en la mayoría de las cepas una elevada producción de ácido sulfhídrico pero sólo el 30% presentó la enzima β -glucosidasa. Con dicha enzima, las cepas no-*Saccharomyces* poseen un papel sobre el aroma de los vinos, que puede ser más destacado que el de las *Saccharomyces* (Erten, 2002), al poder catalizar la hidrolización de ciertos compuestos glicosídicos, obteniéndose aquellos que pueden modificar el perfil aromático en el vino (Arévalo, Úbeda, Cordero y Briones, 2005). Tanto la enzima como los productos de su actividad reciben un lugar de análisis específico en el trabajo realizado en España por Arévalo Villena (2005), determinándose que la levadura *Debaryomyces pseudopolymorphus* es la que posee una adecuada actividad β -glucosidasa, capaz de hidrolizar los precursores del aroma de distintas variedades de uva por la adición directa de los extractos parcialmente purificados, liofilizados o inmovilizados, poniéndose de manifiesto la diferencia entre los vinos tratados con dicha actividad y el vino control.

CONCLUSIÓN

El presente trabajo aportó datos relevantes en cuanto a las características tecnológicas y cualitativas presentes en las levaduras nativas aisladas de uvas de Purmamarca.

Las levaduras con el código MP20, 21, 26 y 27, identificadas como *S. cerevisiae*, y la MP3, identificada como *C. lusitaniae*, presentaron características tecnológicas favorables, capacidad

para producir alcohol en un tiempo adecuado y una gran resistencia al alcohol y anhídrido sulfuroso. Así también, en las características cualitativas tuvieron un balance positivo, presentan actividad de β -glucosidasa y baja producción de ácido acético.

Estas levaduras podrían ser utilizadas por los bodegueros locales en fermentaciones mixtas a pequeña escala, dando el puntapié inicial y apostando por las levaduras de la zona, con lo que se podría lograr vinos con valor agregado, lo que se traduce en un producto competitivo, rentable y sostenible.

Cabe destacar que este trabajo de investigación es pionero, pudiendo ser un soporte en la ampliación de estudios posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad Arranz, E. (2006). Selección de levaduras autóctonas para la elaboración de vinos tintos para bodegas y viñedos de Trujillo S.L. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Superior de fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 144, pp. 187–192.
- Aponte, M. & Blaiotta, G. (2016). Selection of an autochthonous *Saccharomyces cerevisiae* strain for the vinification of “Moscato di Saracena”, a southern Italy (Calabria Region) passito wine. *Food Microbiology* 54, pp. 30-39.
- Arévalo, M., Úbeda, J.F., Cordero, R. & Briones, A. (2005). Optimization of a rapid method for studying the celular location of β -glucosidase activity in wine yeast. *Journal of applied microbiology*, 99 (3), pp 558-564. Recuperado de: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2672.2005.02627.x>
- Arévalo, M. (2005). Estudio de la actividad β -glucosidásica en levaduras vínicas y aplicación en enología. (Tesis Doctoral). Universidad de Castilla-La Mancha, España.
- Barrajón, N., Arévalo-Villena, M., Úbeda, J. & Briones, A. (2011). Enological properties in wild and commercial *Saccharomyces cerevisiae* yeasts: relationship with competition during alcoholic fermentation. *World J Microbiol Biotechnol.* 27, pp. 2703–2710. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/225763067_Enological_properties_in_wild_and_commercial_Saccharomyces_cerevisiae_ yeasts_Relationship_with_competition_during_alcoholic_fermentation
- Bokulich, N.A., Thorngate, J.H., Richardsone, P.M. & Mills, D.A. (2014). Microbial biogeography of wine grapes is conditioned by cultivar, vintage, and climate. *PNAS* 111 (1), pp. 139–148.
- Capece, A., Romaniello, R., Siesto, G., Pietrafesa, R., Massari, C., Poeta, C. & Romano, P. (2010). Selection of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains for Nero d’Avola wine and evaluation of selected starter implantation in pilot fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 144, pp. 187-192.
- Capozzi, V., Garofalo, C., Chiriatti, M., Grieco, F. & Spano, G. (2015). Microbial terroir and food innovation: The case of yeast biodiversity in wine. *Microbiological Research*, 181, pp. 75-83.
- Cases, S. (2019). Optimización de la fermentación con levaduras no-*Saccharomyces*. Estudio del perfil aromático de los vinos. (Trabajo final de grado). Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Chambers, P. & Pretorius, I. (2010). Fermenting knowledge: the history of winemaking, science and yeast research. *EMBO Reports*, 11, pp. 914-920.
- Comitini, F., Gobbi, M., Domizio, P., Romani, C., Lencioni, L... & Ciani, M. (2011). Selected non-*Saccharomyces* wine yeasts in controlled multistarter fermentations with *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Microbiology* 28, pp. 873-882.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tolaba, M. y Robledo, C. (2017). InfoStat version 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Versión electrónica para la web: <http://www.infostat.com.ar>.
- Đurčanská, K., Muchová, L., DrtiLová, T., oLejníKová, P., Ženišová, K. & FurDíKová, K. (2019). Characterization and selection of

- Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from traditional and newly-bred vine varieties of Czech Republic and Slovakia. *Journal of Food and Nutrition Research*, Vol. 58 (1), pp. 9–20.
- Erten, H. (2002). Relation between elevated temperatures and fermentation behaviour on *Kloeckera apiculata* and *Saccharomyces cerevisiae* associated with winemaking in mixed cultures. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 59, pp. 29-36.
- Esteve-Zarzoso, B., Gostincar, A., Bobet, R., Uruburu, F. & Querol, A. (2000). Selection and molecular characterization of wine yeasts isolated from the El Penedès area (Spain). *Food Microbiology*, (17), pp. 553-562.
- Franco, W., Valencia, P., Ramírez, C. y Urtubia, A. (2019). Detección de levaduras y bacterias ácido lácticas nativas de diferentes cultivares chilenos: Potenciales especies para la producción de vinos reducidos en alcohol. *BIO Web of Conferences* 12, 41st *World Congress of Vine and Wine*. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191202022>.
- Furlani, M., Maturano, Y., Combina, M., Mercado, L., Toro, M., & Vazquez, F. (2017). Selection of non-*Saccharomyces* yeasts to be used in grape musts with high alcoholic potential: A strategy to obtain wines with reduced ethanol content. *FEMS*.
- García Junco, C. (2001). Estudio de distintos tiempos de maceración carbónica para la vinificación en tinto en tres variedades de vid (*V. vinífera* L.) establecidas en el centro de la república mexicana. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma De Querétaro, México.
- Gilbert, J., van der Lelie, D. & Zorraonandia, I. (2014). Microbial terroir for wine grapes. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 111 (1), 5–6.
- Guitierrez, M., Torres, M., Ramirez, E., Velez, Y., Cardona, M. y Vasco, H. (2011). Fermentación alcohólica de jugo de fiqué con *Candida lusitanae*. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 5 (2), pp. 51-58.
- Hernández, L.F., Espinosa, J.C., Fernández-González, M. & Briones, A. (2003). β -Glucosidase activity in a *Saccharomyces cerevisiae* wine strain. *International Journal of Food Microbiology*, 80, pp. 171-176.
- Kurtzman, C. y Cayó, J. Parte IV Métodos. En: *Las levaduras, un estudio taxonómico*. (1998). Cuarta edición, pp. 75-107. Amsterdam, Países Bajos, Elsevier Science BV.
- Lambrecht, M.G. & Pretorius I.S. (2000). Yeast and its importance to wine aroma- a review. *South African Journal of Enology and Viticulture* 21, pp. 97-129.
- Liu P., Lu L., Duan, C. & Yan, G. (2016). The contribution of indigenous non-*Saccharomyces* wine yeast to improved aromatic quality of Cabernet Sauvignon wines by spontaneous fermentation. *LWT - Food Science and Technology*, 71, pp. 356-363.
- Mas, A., Torija, M.J., Beltran, G., Novo, M., Hierro, N., Poblet, M... y Guillamón, J. (2006). Selección de levaduras. *Tecnología del vino*, (2), pp. 39-44.
- Morata, A., y otros. (2005). Primeros criterios de selección de levaduras para vinificación en tinto. *La semana vitivinícola*, (3057), pp. 806-809.
- Nikolaou, E., Soufleros, E.H., Bouloumpasi, E. & Tzanetakis, N. (2004). Selection of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains according to their oenological characteristics and vinification results. *Food microbiology*, (23), pp. 205-211.
- O.I.V. (2014). "Compendium of international methods of spirituous beverages of vitivinicultural 2014" <http://www.oiv.int/public/medias/2628/compendium-bs-2014-en-file-completpdf.pdf> (consulta 05/06/2020).
- O.I.V. (2015) "Norma internacional para el etiquetado de los vinos" <http://www.oiv.int/public/medias/4778/norme-etiquetage-oiv-es-2015.pdf> (consulta 05/06/2020).
- OIV-OENO 370-2012 (2012). Directrices para la caracterización de levaduras de vino del género *Saccharomyces* aisladas de ambientes vitivinícolas.

- Pretorius, I.S. (2000). Tailoring wine yeast for the new millennium: novel approaches to the Ancient art of winemaking. *Yeast*, 16, pp. 675-729.
- Rainieri, S. & Pretorius, I.S. (2000). Selection and improvement of wine yeasts. *Annals of Microbiology*, (50), pp. 15-31.
- Regodon, J.A., et al., (1997). A simple and effective procedure for selection of wine yeast strains. *Food Microbiology*, 14, pp. 247-254.
- Ricci, M., Martini, S., Bonechi, C., Trabalzini, L., Santucci, A. & Rossi, C. (2004). Inhibition effects of ethanol on the kinetics of glucose metabolism by *S. cerevisiae*: NMR and modeling study. *Chemical physics letter*, 387 (4-6), pp. 377-382.
- Suarez Lepe, J.A. y Íñigo Leal, B. (2004). Microbiología Enológica, Fundamentos de Vinificación 3º Edición, p. 716. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Suranská, H., Vránová, D. & Omelková, J., (2016). Isolation, identification and characterization of regional indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Brazilian journal of microbiology*, 47, pp. 181-190.
- Swiegers, J.H. & Pretorius, I.S. (2007). Modulation of volatile sulfur compounds by wine yeast. *Applied Microbiol Biotechnol*, (74), pp. 954-960.
- Tristezza, M., Vetrano, C., Bleve, G., Spano, G., Capozzi, V., Logrieco, A... & Grieco, F. (2013). Biodiversity and safety aspects of yeast strains characterized from vineyards and spontaneous fermentations in the Apulia Region, Italy. *International Journal of Food Microbiology*, pp. 335-342.
- Torija M., y María Jesús. (2002). Ecología de levaduras: selección y adaptación a fermentaciones vínicas. Universitat Rovira i Virgili departament de bioquímica i biotecnologia facultat d'enologia, p. 206.
- Tufariello, M., Maiorano, G., Rampino, P., Spano, G., Grieco, F., Perrotta, C... & Capozzi, V. (2019). Selection of an autochthonous yeast starter culture for industrial production of Primitivo “Gioia del Colle” PDO/DOC in Apulia (Southern Italy). *LWT - Food Science and Technology* 99, pp. 188-196.
- Valade, M. (2004). Las levaduras seleccionadas, aliadas en el control de la calidad del vino. *La semana vitivinícola*, (3082), pp. 3038-3040.
- Zambonelli, C. (1988) *Microbiologia e Biotecnologia dei Vini*. Edagricole, Bologna, Italia.

DETECCIÓN DE ESPECIES DE *Meloidogyne* spp. EN TUBÉRCULOS DE PAPA ANDINA EN LA QUEBRADA DE HUMAHUACA (JUJUY, ARGENTINA)

DETECTION OF *Meloidogyne* spp. SPECIES IN ANDEAN POTATO TUBERCLES IN THE QUEBRADA DE HUMAHUACA (JUJUY, ARGENTINA)

Carla Belen Carrizo¹, Alfonso Emanuel Carrizo^{2*} y Susana Muruaga de L'Argentier³

¹INTA-IPAF Región NOA, Posta de Hornillos, Departamento Maimará, Jujuy, Cátedra de Biología Celular y Molecular, FCA-UNJu

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Cátedra de Microbiología General, FCA-UNJu

³Cátedra de Biología Animal, FCA-UNJu.

*Autor para correspondencia:

aecarrizo83@gmail.com

Licencia:

[Licencia Creative Commons](#)

[Atribución-NoComercial-](#)

[CompartirIguual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:

Diciembre 2020

Historial:

Recibido: 09/07/2020

Aceptado: 14/09/2020

RESUMEN

La papa andina, *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* posee una amplia distribución geográfica, se cultiva en altitudes de entre 2.500 y 4.200 msnm en las regiones andinas de Sudamérica. En el noroeste argentino, se cultiva en las provincias de Jujuy y Salta en las regiones de Quebrada, Puna y Valles. Se desarrolla por tubérculos de tamaño mediano, con piel de diferentes colores. No existe uniformidad en la denominación de las poblaciones que se cultivan en las distintas localidades, aunque se citan las siguientes poblaciones: moradita, collareja redonda, collareja larga, ojo de señorita, chacarera, desiré, tuni, runa, abajeña, colorada, azul. Este cultivo es de mucha importancia para la economía regional, donde la agricultura es uno de sus principales recursos económicos. El género *Meloidogyne* (Nematoda: Meloidogynidae), comprende varias especies que se consideran muy peligrosas para la agricultura en general, y es una plaga muy importante del cultivo de papa y de una amplia gama de hospederos. En la Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy, se han mencionado ocasionando importantes daños en cultivos de papa andina. El objetivo del presente trabajo fue detectar e identificar morfológicamente mediante el patrón perineal, nematodos pertenecientes al género *Meloidogyne*, provenientes de papas andinas de diferentes localidades de la Quebrada de Humahuaca (Provincia de Jujuy, Argentina). El género *Meloidogyne* se encontró presente en los tres departamentos que comprenden la zona de la Quebrada de Humahuaca en la Provincia de Jujuy, Humahuaca, Tumbaya y Tilcara; teniendo este último *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*, en forma simultánea en muestras correspondientes a la variedad collareja. *M. arenaria* y *M. hapla* no se habían registrado previamente infestando tubérculos de papa andina. La variedad collareja resultó la más afectada por las diferentes especies de *Meloidogyne* encontradas en la Quebrada de Humahuaca.

Palabras clave: *Meloidogyne*, morfología, Quebrada de Humahuaca, *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*

SUMMARY

The Andean potato, *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* has a wide geographical distribution, being cultivated at altitudes between 2,500 and 4,200 m.a.s.l in the Andean regions of South America. In the Argentine northwest, it is cultivated in Jujuy and Salta provinces, in the Quebrada, Puna and Valles regions. It develops as a medium-sized tuber, with different colour skin. There is no uniformity in the denomination of the populations that are cultivated in the different localities, although the following ones are mentioned: Moradita, round collareja, long collareja, ojo de señorita, chacarera, desiré, tuni, runa, abajeña, colorada, azul. This crop is of great importance for the regional economy, where agriculture is one of its main economic resources. The *Meloidogyne* genus (Nematoda: Meloidogynidae), comprises several species considered to be very dangerous for agriculture in general, and being a very important potato cultivation pest and a wide range of hosts. In Quebrada de Humahuaca, Jujuy province, significant damage has been caused to Andean potato crops. The objective of this work was to detect and identify morphologically by perineal pattern, nematodes belonging to the genus *Meloidogyne*, from Andean potatoes of Quebrada de Humahuaca different localities (Jujuy, Argentina). The *Meloidogyne* genus was found in the three departments that belong to the Quebrada de Humahuaca zone in Jujuy, province Humahuaca, Tumbaya and Tilcara; having the latter simultaneous presence of *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* females, in samples corresponding to collareja variety. *M. arenaria* and *M. hapla* had not been previously recorded infesting Andean potatoes tubers. The collareja variety was the most affected by the different *Meloidogyne* species found in Quebrada de Humahuaca.

Keywords: *Meloidogyne*, morphology, Quebrada de Humahuaca, *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*

INTRODUCCIÓN

La papa andina, *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* (Juz. & Bukasov) Hawkes, posee una amplia distribución geográfica, siendo cultivada en altitudes de entre 2500 y 4200 msnm en las regiones andinas de Sudamérica, como el noroeste de Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Hawkes, 1990; Ochoa, 1990).

En el noroeste argentino, se cultiva en las Provincias de Jujuy y Salta en las regiones de Quebrada, Puna y Valles de altura. Se desarrolla con poblaciones locales, caracterizadas por tubérculos de tamaño mediano (hasta 9 cm de longitud), con piel de diferentes colores (verde, rojo y hasta negro). Existen poblaciones con color uniforme o manchadas en uno de los extremos o coloreadas

en los bordes de las yemas (Doucet *et al.*, 2004).

No existe uniformidad en la denominación de las poblaciones que se cultivan en las distintas localidades, lo que acarrea confusión al momento de la clasificación (Doucet *et al.*, 2004). Se citan las siguientes poblaciones: moradita, collareja redonda, collareja larga, ojo de señorita, chacarera, desiré, tuni, runa, abajeña, colorada, azul. Este cultivo es de mucha importancia para la economía regional, donde la agricultura es uno de sus principales recursos económicos (Doucet *et al.*, 2004).

El género *Meloidogyne* (Nematoda: Meloidogynidae), agrupa a los nematodos formadores de nódulos radicales (Siddiqi, 2000), los cuales han sido recientemente clasificados

entre los 10 parásitos de plantas con mayor importancia científica y económica (Jones *et al.*, 2013). Comprende varias especies que son consideradas muy peligrosas para la agricultura en general, dotadas de una marcada capacidad de adaptación en lo que respecta a sus características biológicas (Doucet *et al.*, 2004). A nivel mundial es una plaga muy importante del cultivo de papa, que asociada con otros patógenos, ocasiona enfermedades complejas en una amplia gama de hospederos (plantas cultivadas y no cultivadas) (González y Franco, 1997).

La Quebrada de Humahuaca es una de las regiones de la Provincia de Jujuy donde los nematodos han sido mencionados ocasionando importantes daños en cultivos de papa andina, principalmente en huertas domiciliarias; constituyendo un serio problema en la producción debido a los daños que causan en raíces y tubérculos y a su diseminación por medio de la semilla infectada, lo que acarrea importantes pérdidas en el rendimiento y calidad de los cultivos (González y Franco, 1997; Chaves y Torres, 2001).

Debido a las prácticas culturales de los agricultores de la región andina, la diseminación de los nematodos se ve favorecida por el intercambio de tubérculos contaminados entre comunidades vecinas, generalmente a través de ferias agrícolas y por el uso del agua (Doucet y Lax, 2007), con el consecuente perjuicio tanto para este cultivo como para el de otros hospederos (Lax *et al.*, 2005).

En el cultivo de la papa, el daño producido por *Meloidogyne* puede ser directo al disminuir el rendimiento por el daño al sistema radical o indirecto al infestar los tubérculos y causar agallas o protuberancias que les confieren una apariencia verrugosa que afecta la calidad y reduce su valor comercial (Doucet *et al.*, 2004; Montero *et al.*, 2007). Se han descrito más de 80 especies del género *Meloidogyne* (Subbotin y Moens, 2006), de las cuales diez son importantes organismos fitopatógenos y cuatro presentan distribución mundial. El orden que se les asigna de acuerdo a su distribución y el daño que ocasionan es: *M. incognita* (Kofoid and White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. hapla* Chitwood y *M. arenaria* (Neal) Chitwood (González y Franco, 1997; Hussey y Janssen, 2002; Srivastava *et al.*, 2016). Estas especies además de ser las más comunes son las que mayores daños ocasionan a numerosos cultivos en varios lugares del mundo (Eisenback, 1985; Doucet *et al.*, 2004).

El objetivo del presente trabajo fue detectar e identificar especies del género *Meloidogyne* presentes en papa semilla, y la distribución de las especies, en diferentes localidades de la Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo y conservación de las muestras.

El muestreo se realizó en distintas localidades de la Quebrada de Humahuaca en la Provincia de Jujuy, entre agosto y diciembre de 2016, obteniéndose 47 muestras de papa andina. Las muestras de tubérculos de 500 g cada una, fueron adquiridas directamente de productores en mercados locales o en sus domicilios, los que proporcionaron los nombres de las variedades. En la tabla 1 se indican los tubérculos analizados y su procedencia.

Extracción de nematodos de los tubérculos

El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio del Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar dependiente del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA IPAF Región NOA), Ruta Nacional N° 9, km 1763, situado en la localidad de Posta de Hornillos, en el Departamento de Tilcara.

Los tubérculos de cada muestra, fueron pelados separadamente, la peridermis y parénquima subyacente fueron sumergidos en agua destilada en el interior de una caja de Petri y dilacerados con agujas de disección bajo lupa estereoscópica (Lax *et al.*, 2008).

Caracterización de las diferentes especies de *Meloidogyne*

El material correspondiente al total de los individuos de cada muestra fue observado bajo lupa y microscopio estereoscópicos con un aumento de 450x para descubrir la presencia de hembras del género *Meloidogyne*, identificadas según las características que definen a cada especie encontrada. Se utilizaron para tal fin las claves de Taylor y Sasser (1978), Eisenback (1985) y Jepson (1987), basadas en la morfología del patrón perineal. Se corroboraron los resultados obtenidos con la clave taxonómica de Chaves *et al.* (2019).

Para la confección del patrón perineal, en el interior de una caja de Petri con agua, se cortó el cono terminal del cuerpo de la hembra con ayuda de un bisturí. El interior fue limpiado con ayuda de una aguja fina y los bordes se recortaron hasta obtener la zona plana que rodea la vulva y el ano. Se montó el tejido obtenido entre porta y cubre objetos con una gota de glicerina anhidra (Doucet, 1980). Para que la preparación se conserve, fue sellada con esmalte.

RESULTADOS

Del total de muestras de variedades de papa andina analizadas, la mayor cantidad provino de Tilcara (17 muestras), seguido de Humahuaca (6 muestras), Chaupi Rodero (5 muestras) y Juella (5 muestras) (tabla 1).

Tabla 1. Número de muestras colectadas de papa andina (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena*) según la localidad de procedencia y variedades. Todas las muestras provinieron de localidades de la Provincia de Jujuy. ^a Departamento de Humahuaca, ^b Departamento de Tilcara, ^c Departamento de Tumbaya. El valor entre paréntesis representa el número de muestras por variedad.

Localidad	Nº total de muestras	Nº de muestras por variedad
Aparzo ^a	1	Moradita (1)
Calete ^a	1	Azul (1)
Chaupi Rodero ^a	5	Tuni (1), Redonda (2), Collareja (2)
Cianzo ^a	3	Moradita (1), Runa (1), Chacarera (1)
Humahuaca ^a	6	Collareja Redonda (1), Runa (1), Collareja (1), Collareja larga (1), Abajeña (1), Ojo de Señorita (1)
Negra Muerta ^a	1	Collareja (1)
Palca de Aparzo ^a	1	Moradita (1)
Hornillo ^b	2	Collareja (1), Moradita (1)
Juella ^b	5	Chacarera (1), Collareja (1), Ojo de Señorita (1), Runa (1), Collareja larga (1)
Maimará ^b	1	Collareja (1)
Tilcara ^b	17	Ojo de Señorita (5), Collareja (3), Collareja larga (1), Chacarera (3), Desire (2), Tuní (1), Abajeña (1), Moradita (1)
Tumbaya ^c	1	Ojo de Señorita (1)
Volcán ^c	3	Collareja (1), Colorada (1), Ojo de Señorita (1)
TOTAL	47	

La observación de los patrones perineales permitió identificar hembras adultas del género *Meloidogyne* en las muestras colectadas. El patrón perineal de las hembras extraídas de los tubérculos infestados correspondió a las siguientes especies: *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* y *M. hapla*. Las características que se tuvieron en cuenta fueron: arco dorsal, campos laterales, líneas laterales y estrías.

M. arenaria (Figura 1a):

- arco dorsal bajo, mellado levemente cerca de los campos laterales a manera de “hombros” redondeados
 - estrías, cortas, irregulares, y bifurcadas
 - campos laterales marcados por las estrías dorsales y ventrales reunidas en ángulo
 - líneas laterales ausentes

M. hapla (Figura 1b):

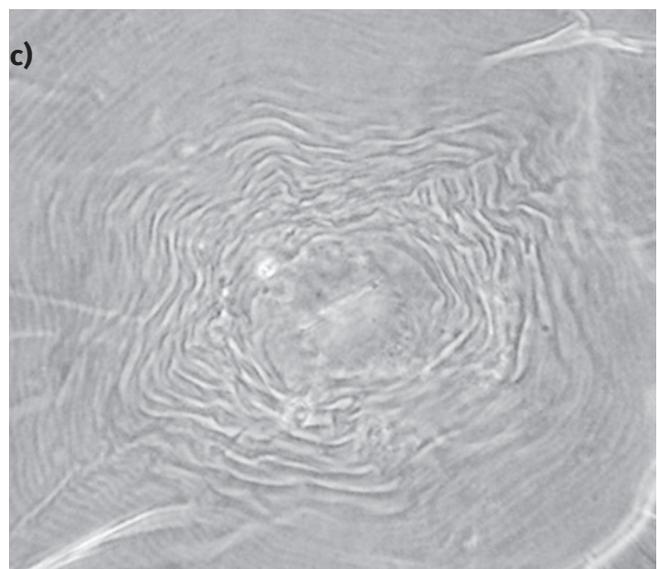
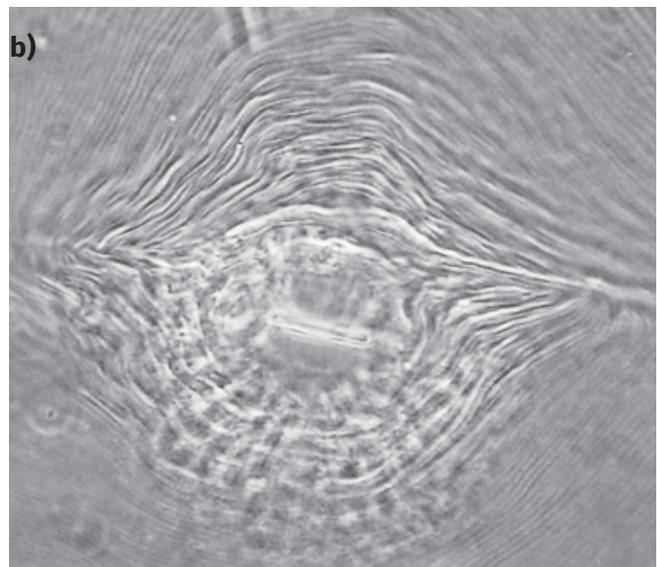
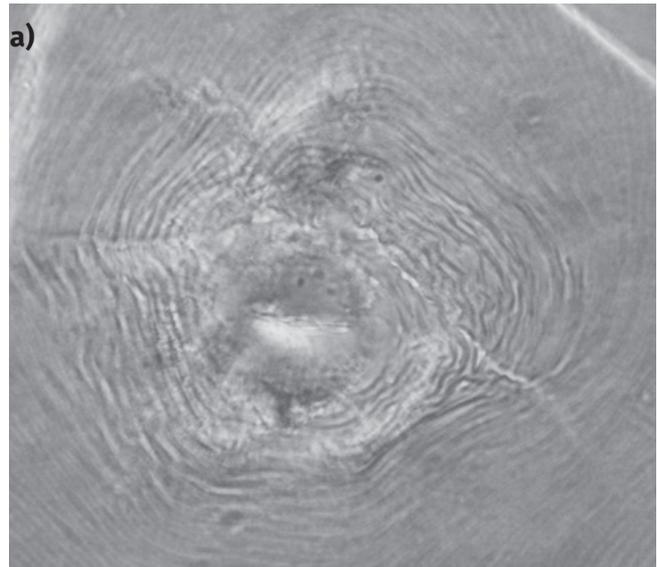
- se caracterizó por su forma ovoide aplanada
- estrías muy finas y onduladas
- puntuaciones subcuticulares en el área terminal de la cola
 - el arco dorsal fue en la mayoría de los ejemplares bajo y redondeado. Líneas laterales ausentes
 - los campos laterales son marcados por irregularidades en las estrías
 - algunos patrones pueden formar “alas” en uno o ambos laterales del patrón

M. incognita (Figura 1c):

- arco dorsal alto, casi cuadrado
- líneas laterales ausentes, el campo lateral se pudo marcar por las roturas y las bifurcaciones en las estrías
 - estrías lisas, onduladas o zigzagueantes

M. javanica (Figura 1d):

- arco dorsal
- estrías lisas a levemente onduladas
- presencia de líneas laterales que dividen las estrías en dorsales y ventrales



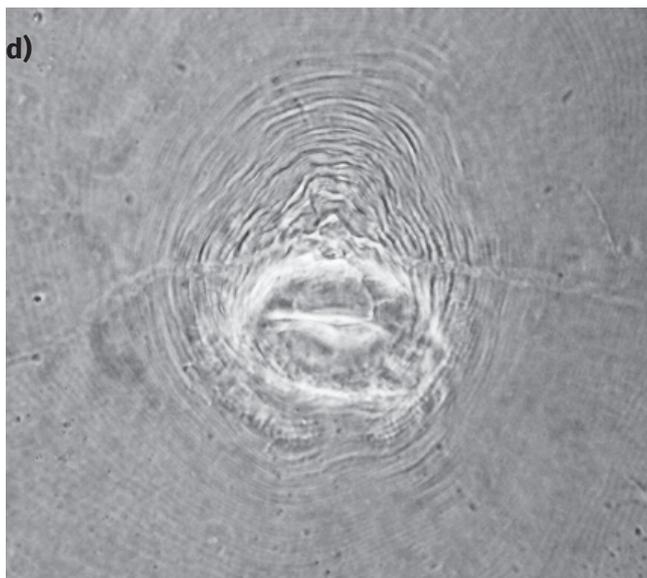


Figura 1. Microfotografías del patrón perineal a 450x; a) *M. arenaria* (Localidad de Tilcara, var. Collareja); b) *M. hapla* (Localidad de Tilcara, var. Collareja); c) *M. incognita* (Localidad de Tilcara, var. Collareja); d) *M. javanica* (Localidad de Tilcara, var. Collareja).

En la tabla 2 se presentan el número de hembras de *Meloidogyne* por localidad y por especie en los distintos departamentos muestreados (Humahuaca, Tilcara y Tumbaya).

En cuanto a si las especies de *Meloidogyne* spp. fueron encontradas solas o en asociación,

infestando los tubérculos de papa andina, se observa en la tabla 3 que se encontraron asociaciones de hasta cuatro especies en un mismo tubérculo, como en la variedad Collareja en la localidad de Tilcara.

Tabla 2. Número de hembras del género *Meloidogyne* encontradas en la Quebrada de Humahuaca, por localidad y por especie. ^a Departamento de Humahuaca, ^b Departamento de Tilcara, ^c Departamento de Tumbaya. Mi, *M. incognita*; Mh, *M. hapla*; Ma, *M. arenaria*; Mj, *M. javanica*.

Localidad	Mi	Mh	Mj	Ma	Nº total de hembras
Aparzo ^a	0	0	0	0	0
Calete ^a	0	0	0	0	0
Chaupi Rodero ^a	3	0	0	0	3
Cianzo ^a	0	0	0	0	0
Humahuaca ^a	2	2	0	0	4
Negra Muerta ^a	0	0	0	0	0
Palca de Aparzo ^a	0	0	0	0	0
Hornillo ^b	0	0	0	0	0
Juella ^b	0	0	0	0	0
Maimará ^b	2	0	0	0	2
Tilcara ^b	15	23	4	4	46
Tumbaya ^c	2	6	0	0	8
Volcán ^c	0	0	0	0	0
TOTAL	24	31	4	4	63

Tabla 3. Especies de hembras de *Meloidogyne* spp. encontradas solas o en asociación en las variedades de tubérculos de papa andina en localidades de la Quebrada de Humahuaca. Mi: *M. incognita*, Mh: *M. hapla*, Ma: *M. arenaria*, Mj: *M. javanica*

<i>Meloidogyne</i> spp.	Localidad	Variedad de papa	Nº de hembras por 500 g de muestra
Mi	Maimará	Collareja	2
	Chaupi Rodero	Redonda	3
Mi + Mh	Tumbaya	Ojo de Señorita	Mi: 2, Mh: 6
	Humahuaca	Collareja	Mi: 2, Mh: 2
Mi + Mh + Ma	Tilcara	Collareja	Mi: 2, Mh: 1, Mj: 2
Mi + Mh + Mj + Ma	Tilcara	Collareja	Mi: 13, Mh: 22, Mj: 4, Ma: 2

DISCUSIÓN

Cuando se puede observar de forma conspicua, la morfología del patrón perineal de hembras es el carácter morfológico más importante para la determinación de especies de *Meloidogyne* (Esser *et al.*, 1976; Eisenback, 1985; Chaves y Torres, 2001; Chaves *et al.*, 2019). Aunque son necesarias pruebas moleculares confirmatorias, como una PCR del ADN mitocondrial utilizando cebadores específicos, generalmente hay coincidencia en ambas técnicas de identificación (Montero *et al.*, 2007; Gallardo *et al.*, 2018).

En el presente trabajo fueron identificadas como presentes en la Quebrada de Humahuaca (Departamentos de Humahuaca, Tilcara y Tumbaya) cuatro especies pertenecientes al género *Meloidogyne*: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla*. Dos especies: *M. incognita* y *M. javanica* ya han sido citadas por Lax *et al.* (2006) y Lax *et al.*, (2008) como parásitas de papas andinas en la Quebrada de Humahuaca. El género *Meloidogyne* y las especies *M. incognita* y *M. arenaria*, fueron

descriptas como presentes en la Provincia de Jujuy, en la zona de Valles, comprendida en los Departamentos Dr. Manuel Belgrano y Palpalá (Gimenez Baca *et al.*, 2012; Gallardo y Muruaga de L'Argentier, 2012; Gallardo *et al.*, 2017; Gallardo *et al.*, 2018).

Si bien las muestras colectadas en la localidad de Tilcara presentaron para la variedad collareja el mayor número de especies por muestra, encontrándose tres (*M. incognita*, *M. hapla* y *M. arenaria*) y cuatro especies en asociación, fue el lugar del cual se obtuvo *a priori* el mayor número de muestras de tubérculos.

Se detectó en asociación, hembras globosas de *M. incognita* y *M. hapla* en las variedades de papa collareja y ojo de señorita para las localidades de Humahuaca y Tumbaya respectivamente. *M. incognita* se presentó sola (sin asociación) en la localidad de Maimará en la variedad collareja y en la localidad de Chaupi Rodero en la variedad redonda (tabla 3).

Previamente, *M. incognita* y *M. javanica* fueron encontradas solas y en asociación en los Departamentos de Humahuaca y Yavi, infestando las variedades tuni y collareja, siendo la variedad tuni más susceptible a la infestación al tener un mayor número de juveniles y hembras en los tubérculos y al no presentar reacción de hipersensibilidad (células de paredes engrosadas que dificultan la reinfestación) (Tordable *et al.*, 2008). En este trabajo, la variedad collareja, en la mayoría de las muestras estuvo infestada simultáneamente por las diferentes especies de *Meloidogyne* (tabla 3). Complementariamente, son necesarios estudios histopatológicos para la detección de reacciones de hipersensibilidad.

CONCLUSIONES

Se identificó la presencia de cuatro especies correspondientes al género *Meloidogyne* en la Quebrada de Humahuaca: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla*. De las cuales solo habían sido citadas como parásitas de *S. tuberosum* subsp. *andigena* en la Quebrada de Humahuaca, *M. incognita* y *M. javanica*.

M. incognita y *M. hapla*, se detectaron en el Departamento Humahuaca y Tumbaya; y *M. incognita*, *M. hapla*, *M. javanica* y *M. arenaria* en el Departamento Tilcara.

Las muestras colectadas en la localidad de Tilcara para la variedad collareja presentaron tres especies: *M. incognita*, *M. hapla* y *M. arenaria* y también las 4 en asociación. *M. incognita* y *M. hapla* fueron detectadas en asociación en las variedades collareja y ojo de señorita para las localidades de Humahuaca y Tumbaya respectivamente. *M. incognita* se presentó sin asociación a otra especie de *Meloidogyne* en la localidad de Maimará en la variedad Collareja y en la localidad de Chaupi Rodero en la variedad Redonda.

La variedad collareja resultó la más afectada por las diferentes especies de *Meloidogyne* encontradas en la Quebrada de Humahuaca.

AGRADECIMIENTOS

INTA, CONICET, FCA-UNJu

BIBLIOGRAFÍA

Chaves, E., Torres, M. S. (2001). Nematodos parásitos de la papa en regiones productoras de papa semilla en la Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 21 (3), 245-259.

Chaves, E., Echeverría, M. M., Álvarez, H. M., Salas, A. (2019). *Clave para determinar géneros de nematodos del suelo de la República Argentina*. 1ra ed. adaptada. pp. 107. CABA: Universidad Maimónides - Ediciones Fundación Azara. Recuperado de: <https://www.fundacionazara.org.ar/img/libros/clave-para-determinar-generos-de-nematodos-del-suelo-de-la-republica-argentina.pdf>

Doucet, M. (1980). Técnicas básicas en Nematología de suelo. *IDIA (387-388)*, 34-43.

Doucet, M., Gallardo, C., Lax, P. (2004). *Nematodos que atacan al cultivo de papa en Argentina. Jornada Teórico-Práctica. Facultad de Ciencias Agrarias (UNJu)-Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC)*, pp. 19.

Doucet, M. E., Lax, P. (2007). El género *Meloidogyne* y su situación con respecto a la agricultura en la Argentina. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Recuperado de : <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27740/>

[Documento_completo.pdf?sequence=1](#)

Eisenback, J. D. (1985). Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). En: Sasser, J. N., y Carter, C. (eds.). *An advanced treatise on Meloidogyne. Biology and Control*. Vol. I, pp. 95-112. Raleigh: North Carolina State University Graphics.

Esser, R. P., Perry, V. G., Taylor, A. L. (1976). A diagnostic compendium of the genus *Meloidogyne* (Nematoda: Heteroderidae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 43 (2), 138-150.

Gallardo, C., Muruaga de L'Argentier, S. (2012). Caracterización de nematodos noduladores asociados a *Impatiens multicolor* en el Dpto. General Manuel Belgrano, Provincia de Jujuy. *Agraria*, 6 (13), 67-70.

Gallardo, C., Quintana de Quinteros, S., Cap, G., Nico, A. (2017). Nematodos asociados al cultivo de poroto en el Departamento Palpalá (Provincia de Jujuy, Argentina). *Agraria*, 10 (17), 29-33.

Gallardo, C. B., Achinelly, M. F., Cap, G. B., Nico, A. I., Brito, J. A. (2018). Caracterización molecular de *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood nematodo nodulador del cultivo de poroto en la provincia de Jujuy, Argentina. *Agraria*, 11 (18), 5-9.

Gimenez Baca, M., Muruaga de L'Argentier, S., Carrizo, C. (2012). Caracterización de fitonematodos presentes en el cultivo de papa en la quebrada de Humahuaca (Jujuy-Argentina). *Agraria*, 6 (13), 74-83.

González, A., Franco J. (1997). Los nematodos en la producción de semilla de papa. *Producción de tubérculos-semillas de papa, Manual de capacitación*, 3 (9), 1-13.

Hussey, R. S., Janssen, G. J. W. (2002). Root-knot nematode: *Meloidogyne* species. En: Starr, J. L., Cook, R., Bridge J. (eds.). *Plant resistance to parasitic nematodes*. pp: 69-77. Wallingford, UK: CABI.

Jepson, S. B. (1987). Identification of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* Species). 1ra ed. Wallingford, UK: CABI.

- Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G., ... Perry, R. N. (2013). Top 10 plant - parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular plant pathology*, 14 (9), 946-961.
- Hawkes, J. G. (1990). The potato, evolution, biodiversity and genetic resources. London, UK: Belhaven Press.
- Lax, P., Doucet M., Gallardo, C., Muruaga de L'Argentier, S., Vilte, H., Quintana de Quinteros, S. (2005). *Nematodos fitófagos detectados sobre tubérculos de diferentes variedades de papa andina*. San Salvador de Jujuy. V Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del Suelo y V Encuentro sobre fijación biológica de nitrógeno.
- Lax, P., Doucet, M. E., Gallardo, C., Muruaga de L'Argentier, S., Vilte, H. (2006). Plant-parasitic nematodes detected in Andean tubers from Argentina and Bolivia. *Nematologia Brasileira*, 30 (2), 195-201.
- Lax, P., Doucet, M. E., Gallardo, C., Muruaga de L'Argentier, S., Bautista, R. (2008). Presence of soil nematodes in Andean tubers. *Nematropica*, 87-94.
- Montero, Z., García, C., Salazar, L., Valverde, R., Gómez Alpizar, L. (2007). *Meloidogyne incognita* en tubérculos de papa en Costa Rica. *Agronomía costarricense*, 31 (1), 77-84.
- Ochoa, C. N. (1990). The potatoes of South America: Bolivia. Cambridge: Cambridge University Press.
- Siddiqi, M. R. (2000). Tylenchida: Parasites of plants and insects. Wallingford, UK: CAB International.
- Srivastava, A., Bhardwaj, V., Singh, B. P., Khurana, S. P. (2016). Potato diversity and its genetic enhancement. En: Rani Rajpal, V., Rama Rao, S., Raina, S. N. (eds.). *Gene pool diversity and crop improvement*. Vol. 1, pp. 187-226. Cham: Springer.
- Subbotin, S. A., Moens, M. (2006). Molecular taxonomy and phylogeny. En: Perry, R. N., Moens, M. (eds.). *Plant Nematology*. pp. 33-58. Wallingford: CABI.
- Taylor, A. L., Sasser, J. N. (1978). Biology identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Raleigh: North Carolina State University.
- Tordable, M. D. C., Lax, P., Doucet, M. E. (2008). Análisis histopatológico en tubérculos de dos variedades de papa andina (*Solanum tuberosum* subsp. andigenum) infectadas por especies del género *Meloidogyne*. *Nematropica*, 95-103.

DIFICULTADES DE LOS ALUMNOS DEL PRIMER AÑO DE LA LICENCIATURA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CUANDO RESUELVEN PROBLEMAS DE FÍSICA GENERAL

DIFFICULTIES OF FIRST-YEAR STUDENTS OF THE BACHELOR'S DEGREE IN BIOLOGICAL SCIENCES AT THE FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES WHEN SOLVING GENERAL PHYSICS PROBLEMS

Sergio Omar Madregal*, Sergio Fernando Huarachi y Víctor Alejandro Zelaya

Cátedra de Física, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Jujuy

*Autor para correspondencia:
somadregal@yahoo.com.ar

Licencia:
[Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Diciembre 2020

Historial:
Recibido: 10/06/2020
Aceptado: 14/08/2020

RESUMEN

En este trabajo se presenta un estudio sobre las dificultades detectadas en la aplicación de conceptos de Física General en los alumnos de la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la UNJu. Se realizó un análisis de problemas cerrados que resolvieron los alumnos en la instancia del segundo parcial, en el que se evalúa a aplicación de conceptos de Física General. Se estudia cuantitativamente las puntuaciones otorgadas a los problemas resueltos, con la finalidad de determinar el desempeño de los alumnos en los temas evaluados y luego centrar el estudio en aquellos en los cuales se presenta una mayor dificultad, para luego analizarlos en los diferentes aspectos identificativos y lógicos formales.

Se observa que aproximadamente menos del 50% resolvieron correctamente los problemas propuestos sobre Óptica y Termodinámica. Menos del 15% de los estudiantes pueden aplicar cuantitativamente las leyes de Óptica y menos del 40% las de Termodinámica, lo que se condice con que alrededor del 84% de los estudiantes no utilizan o comprenden los datos del problema en el caso de Óptica y del 56% en el caso de Termodinámica.

A partir de estos resultados se concluye que es necesario incorporar estrategias didácticas alternativas para superar esta problemática.

Palabras clave: física general, dificultades de los estudiantes, problemas cerrados

SUMMARY

This paper shows a study about difficulties detected in the application of General Physics concepts by students of the Bachelor's degree in Biological Sciences at UNJU. A results analysis of the closed-ended problems that students solved during the second term test in which General Physics concepts were evaluated.

A quantitative study of the scores awarded in each of the types of problems given was carried out, in order to determine the students' performance

in the evaluated concepts and then to focus the study in which there is greater difficulty, and then analyze them in formal identification and logical aspects.

It is observed that approximately less than 50% of Optics and Thermodynamics problems were correctly solved by students. Less than 15% of the students can apply Optics laws quantitatively and less than 40% of the Thermodynamics ones. This is consistent with the fact that around 84% of students did not use or understand data provided in Optics problems and around 56% in Thermodynamics ones.

From these results it is concluded that it is necessary to introduce alternative didactic strategies to overcome this problem.

Keywords: closed-ended problems, general physics, student's difficulties

INTRODUCCIÓN

La sociedad está en constante cambio y especialmente en estos últimos años lo está haciendo con una velocidad inusitada y está demandando a la universidad, que los futuros profesionales egresen de las casas de estudios con competencias que les permitan desempeñarse eficazmente, y los profesores de Nivel Superior Universitario están preocupados y en constante reflexión sobre la manera de cumplimentar dicho requerimiento (Fernández Lamarra, 2010).

Física es un espacio curricular básico para la formación de los Licenciados en Ciencias Biológicas, y se basa en una ciencia cuyo objetivo es el estudio de los componentes de la materia y sus interacciones y en esos términos se intenta explicar las propiedades generales de la misma, así como muchos fenómenos naturales que se observan cotidianamente. El estudio de la misma es importante porque proporciona el marco teórico en el cual se basan otras ciencias naturales como la Química y la Biología, y desde el punto de vista práctico aporta técnicas que pueden usarse en cualquier área de investigación, tanto pura como aplicada y puede decirse que cualquier idea usada en el estudio de otras disciplinas está basada en ideas desarrolladas en el campo de la Física (Young y Freedman, 2012).

A los docentes de Física una cuestión que les preocupa, es la aplicación de los conocimientos teóricos de la disciplina en la resolución de problemas debido a los altos porcentajes de

respuestas erróneas de los estudiantes (Tuminaro y Redish, 2004; Truyol y Gangoso, 2010; Drake, 2009), los cuales consideran que la asignatura es difícil (Williams et al, 2003, Soong et al, 2009), ya que su estudio exige no sólo la mera repetición de la teoría impartida en clase sino una correcta interpretación de la misma para su aplicación en la resolución de los problemas en los que resulte conveniente. Esta es una situación real que se presenta durante el cursado de la asignatura Física de los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la UNJu.

Los investigadores han propuesto diferentes definiciones al concepto de problema como que es "una situación en las que se encuentra [el alumno] y no sabe cómo reaccionar en ese momento" (Reys y Reys, 1998), "situación en la que las creencias y opiniones se vuelven difusas" (Korsunsky, 2004), "cualquier situación que crea ambigüedad, curiosidad y duda" (Ince, 2018), "situaciones que crea en las personas el deseo de resolverlos y las personas no están listas para encontrar la solución inmediatamente pero pueden resolverlas usando sus experiencias y conocimientos previos" (Blum y Niss, 1991), Schoenfeld, (1992), indica que "se refiere a aquellas cosas que son realmente problemáticas para las personas que trabajan con ellas, se asume que estas personas no tienen a mano un procedimiento de rutina para la solución".

En la enseñanza de las ciencias, la resolución de problemas desempeña un papel importante y muchos autores resaltan que resolver problemas es una tarea privilegiada y muy utilizada

en la enseñanza para el aprendizaje (Hinojosa y Sanmartí, 2016; Buteler, et al, Gangoso et al, 2001; Oviedo, 2006). En estas actividades se aplican los conocimientos adquiridos a nuevas situaciones, es decir, donde se promueve la transferencia del aprendizaje.

Esta actividad, la resolución de problemas, es generadora de un mecanismo a través del cual, quien aprende, combina información teórica (conceptos, leyes, principios), procedimientos (cálculo aritmético y algebraico, reconocimiento de variables, construcción de hipótesis, interpretación de gráficos, entre otros) y una actitud favorable hacia la tarea o hacia la disciplina en cuestión (Hinojosa y Sanmartí, 2016). Perales Palacios (1998) señala que “es una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta (resolución del problema) tendiente a hallar la solución (resultado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre” y Polanco Zuleta (2011) lo resume como “una situación que no tiene una respuesta inmediata para el individuo, por lo cual es necesario de un análisis y un razonamiento de hechos, datos y conceptos para poder hallar la solución, además de generar una sensación de incertidumbre que provoca interés y la búsqueda de la solución del mismo”. Mientras que Martínez Torregrosa (en Oviedo, 2006) señala que las situaciones planteadas en el aula como problemas (por resolver con lápiz y papel), no se consideran problemas, puesto que se conoce su solución, Oviedo (2006) señala que en el aula, se habla de problemas, tanto si el estudiante sabe o no resolverlos y considera al problema como un elemento de una estrategia de enseñanza por las etapas que implica su proceso de resolución y por la complejidad que puede presentar para la persona que afronta su resolución.

Caballer y Oñorbe, Perales, Watts, Garrett, Frazer, Jessup, Oviedo y Pulido de Castellanos, entre otros, han propuesto diferentes clasificaciones de los problemas para tener una idea de los tipos de los diseñados para poder investigar y explicar la manera en que se aborda su solución, pero no hay un acuerdo único de clasificación (Oviedo, 2006). En este trabajo se toma la clasificación de Perales Palacios (1998) que los categoriza de acuerdo a la solución obtenida como problemas abiertos y cerrados, de acuerdo a la tarea requerida: en cualitativos, cuantitativos y experimentales, y por último de acuerdo al procedimiento seguido: en ejercicios, algorítmicos, heurísticos y creativos.

Numerosos investigadores han estudiado las dificultades en la resolución de los problemas (Buteler y otros, 2001), Gil Pérez (1988) propone una línea con una perspectiva didáctica, que cambia la modalidad de los problemas tratando de superar la metodología de la superficialidad. Una segunda línea se centra en el sujeto (Simon y Simon, 1978, Larkin, et al, 1980) pero todos ellos desde el punto del procedimiento efectuado diferenciando la forma de resolución entre expertos y novatos.

Una clasificación, que surge del análisis de los estudios realizados por Elizondo Treviño (2013), consiste en los siguientes ítems: dificultades para identificar los datos relevantes del problema, dificultades para comprender los significados de los datos, dificultades para contextualizar los conceptos de la Física, dificultades para transcribir (al lenguaje matemático) los datos del problema, dificultades por deficiencias en sus habilidades matemáticas, dificultades para transcribir (al lenguaje de la Física) los datos de la solución del problema que servirá, de sustento teórico para este trabajo, que propone indagar los errores y dificultades detectados en la aplicación de conceptos de Física General que presentan los alumnos de primer año de la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la U.N.Ju, al resolver los ejercicios del segundo parcial y sus etapas recuperatorias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se analizaron 54 parciales realizados por los alumnos de primer año de la Licenciatura en Ciencias Biológicas correspondiente a las instancias del segundo parcial (primer examen, recuperatorio y flotante) en los que se evalúa conceptos de Física General, tales como Calorimetría, Termodinámica, Electroestática, Electrodinámica y Óptica Geométrica. Los alumnos en esta etapa poseen conocimientos sobre los fundamentos de Mecánica Clásica que deben ser considerados en la resolución de los problemas.

Cada una de estas evaluaciones ha consistido en la resolución de cinco problemas en las temáticas citadas y los mismos pueden clasificarse de acuerdo a Perales Palacios (1998) en problemas cerrados, ya que la solución encontrada es única. Los problemas cerrados son aquellas tareas que contienen toda la información precisa y son resolubles mediante el empleo de un cierto algoritmo por parte del solucionador (Polanco

Zuleta, 2011).

En un primer análisis se categoriza a los problemas como Bien resueltos, Resueltos con errores, Mal resueltos y No resueltos. Para abordar este análisis se utilizan las calificaciones que otorgan los docentes durante la corrección de los exámenes.

Para el análisis de las dificultades que presentan los alumnos al resolver los problemas que se detectan como críticos, se utilizan consideraciones como: identifica los datos relevantes del problema, comprende el significado de los datos, realiza un gráfico que represente el problema planteado, indica el Sistema Referencia utilizado, contextualiza los conceptos de la Física, transcribe al lenguaje matemático los datos del problema, presenta deficiencias en sus habilidades matemáticas y escribe en el lenguaje de la Física los datos de la solución del problema (Elizondo Treviño, 2013). En base a estas consideraciones, se analizaron los problemas propuestos para cada tema y se asignó el indicador Si, si evidencia la consideración, No en caso contrario y Parcialmente, si evidencia el indicador en forma incompleta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

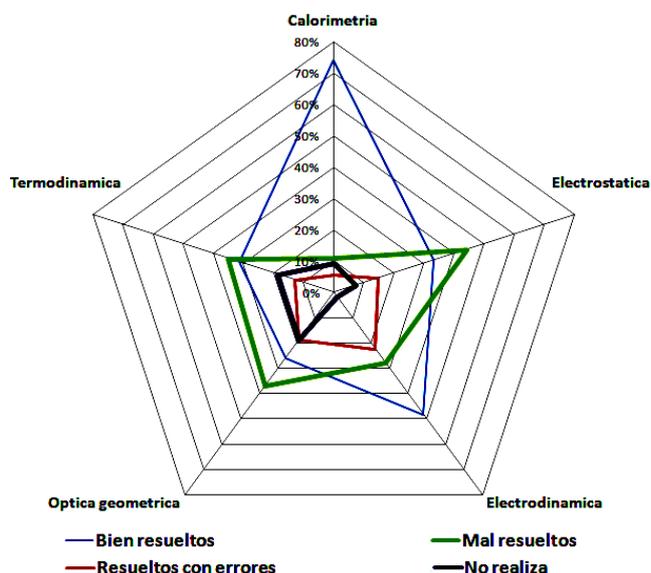
Los resultados que se presentan en este análisis documental son los que se muestran en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Resultados obtenidos en el segundo parcial de Física y sus instancias recuperatorias

	Calorimetría	Termodinámica	Electrostática	Electrodinámica	Óptica geométrica
Bien resueltos	74%	33%	34%	48%	25%
Resueltos con errores	6%	13%	15%	22%	19%
Mal resueltos	11%	35%	44%	28%	37%
No realiza	9%	19%	7%	2%	19%

Y estos resultados se representan en el gráfico 1 para una mejor visualización.

Gráfico 1. Resultados obtenidos en el segundo parcial de Física y sus instancias recuperatorias.



De los resultados obtenidos, se observa que los problemas de Óptica son los que más dificultades presentaron los alumnos en su resolución. El 56% de los mismos no pudieron ser correctamente resueltos y el 19% no lo resolvieron. Los problemas propuestos para evaluar los temas Termodinámica y Electrostática también presentan grandes dificultades, aproximadamente el 59% para el caso de Electrostática y el 44% en el caso de Termodinámica no lo resolvieron correctamente, sin embargo, causa preocupación que el 19% de los problemas propuestos sobre Termodinámica no fueron resueltos por los alumnos, situación que se observa a lo largo de las tres instancias evaluativas.

A partir de este resultado se decide analizar cuáles fueron las dificultades que presentaron los alumnos en los temas de Termodinámica y Óptica, para ello se utilizó la categorización presentada por Elizondo Treviño (2013) modificada para cada uno de los problemas. Para termodinámica se utilizaron: identifica los datos relevantes del problema, comprende los significados de los datos, contextualiza los conceptos de la Física, transcribe al lenguaje matemático los datos del problema, muestra deficiencias en sus habilidades matemáticas y escribe en el lenguaje de la Física los resultados de la solución del problema Los

resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 2. Dificultades que presentan los alumnos durante la resolución de los problemas de Termodinámica.

	Identifica	Comprende	Contextualiza	Transcribe	Muestra	Escribe
SI	80%	44%	24%	16%	24%	64%
Parcialmente	16%	48%	36%	48%	16%	36%
NO	4%	8%	40%	36%	60%	0%

Mientras que para el problema de óptica se utilizaron las siguientes categorías: Identifica los datos relevantes del problema, comprende los significados de los datos, realiza Gráfico, muestra uso de convención de signo usado, contextualiza los conceptos de la Física, transcribe al lenguaje matemático los datos del problema, presenta deficiencias en sus habilidades matemáticas y escribe en el lenguaje de la Física los resultados de la solución del problema.

Tabla 3. Dificultades que presentan los alumnos durante la resolución de los problemas de Óptica.

	Identifica	Comprende	Realiza	Muestra	Contextualiza	Transcribe	Presenta	Escribe
SI	79%	26%	41%	97%	79%	15%	15%	65%
Parcialmente	18%	59%	24%	3%	9%	47%	9%	32%
NO	3%	15%	35%	0%	12%	38%	76%	3%

En este estudio se toma como unidad de análisis, los problemas resueltos por los alumnos. Como se observa en las tablas, con respecto a los problemas de Termodinámica propuestos, los estudiantes, en el 80% de los problemas identifican los datos relevantes del mismo, sin embargo, el 56% no comprenden cabalmente el uso de los mismos, lo que resulta que el 40% no pueda aplicar los conocimientos sobre el tema correctamente. Además, se observa que el 40% posee dificultades para operar matemáticamente las ecuaciones, lo que hace suponer que los alumnos no aprenden a resolver problemas sino memorizan soluciones de los problemas propuestos como lo mencionan Custódio, et al (2012).

Con respecto al tema Óptica, el 79% de los estudiantes identifica los datos relevantes del problema, pero el 84% no comprenden el uso de los mismos, lo que está de acuerdo a que si bien conocen que ecuaciones aplicar (79%), solamente el 15% pueden aplicarlas correctamente, y el 35% realiza una gráfica que les permite predecir los resultados, tal como menciona Larkin, et al (1980), los estudiantes inexpertos tienden a utilizar poco tiempo para representar gráficamente el problema y directamente hacer uso de las expresiones cuantitativas (Gok, 2010).

CONCLUSIONES

A partir de estos resultados, en esta etapa de la investigación, se concluye que es necesario: Replantear el tipo de estrategias usadas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, para indagar si las dificultades que se observan en su resolución tienen causa en la elaboración de dichas estrategias. Si así fuera se hace necesario revisar su diseño incorporando las habilidades que deben poner en juego los estudiantes y teniendo presente, según Doyle, la ambigüedad y el riesgo de cada una de ellas (Gimeno Sacristán y Pérez Gómez, 1993).

Ofrecer actividades utilizando las TIC, especialmente en el tema Óptica, en la cual los estudiantes puedan hacer uso de simulaciones en las cuales se ponen en juego el significado de cada una de las variables que se utilizan al resolver los problemas y puedan formalizar adecuadamente las relaciones físicas involucradas. Además, ofrecer estrategias metacognitivas, que son importantes

para regular y mejorar sus tácticas cognitivas y las usadas en los procesos de resolución de problemas.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado con subsidio de la Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la Universidad Nacional de Jujuy.

BIBLIOGRAFÍA

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links to Other Subjects. State, Trends and Issues in Mathematics Instruction. Educational Studies in Mathematics, 22, pp. 37-68.

Buteler, I. Gangoso, Z. Brincones Calvo, I. González Martínez, M. (2001). La resolución de problemas en física y su representación: un estudio en la escuela media. Enseñanza de las Ciencias. 19. pp. 285-295.

Custódio, J.L. Clement y L. Ferreira, G.F. (2012). Crenças de professores de física do ensino médio sobre atividades didáticas de resolução de problemas. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 11, Nº 1, pp. 225-252.

Drake, C. T. (2009). African-American College Student Attitudes Toward Physics and Their Effect on Achievement. Dissertations. 1034. pp. 1-95.

Elizondo Treviño, M.S. (2013) Dificultades en la enseñanza de la Física. Presencia Universitaria. Año 3. Nº 5 Enero-Junio 2013. pp. 70-77.

Fernández Lamarra, N. (2010). Hacia una nueva agenda de la Educación Superior en América Latina. ANUIES. México.

Gil Pérez, D., Martínez Torregrosa, J. y Senent, F. 1988. El fracaso en la resolución de problemas: una investigación orientada por nuevos supuestos. Revista Enseñanza de las Ciencias 6. pp.131 -146.

Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A. (1993).

Comprender y transformar la enseñanza. Ed. Morata. Madrid.

Gok, T. (2010). The General Assessment of Problem Solving Processes and Metacognition in Physics Education. Eurasian J. Phys. Chem. Educ. 2(2). pp. 110-122.

Hinojosa, J. y Sanmartí, N. (2016). Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de física. Ciência & Educação (Bauru), 22(1), 7-22. <https://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160010002>.

Ince, R. (2018). An Overview of Problem Solving Studies in Physics Education. Journal of Education and Learning; Vol. 7, No. 4.

Korsunsky, B (2004). Ready, Set, Go! A Research-Based Approach to Problem Solving. The physics teacher, vol 42, pp 493-496.

Larkin, J. McDermott, J. Simon, D. y Simon, H. (1980). Expert and Novice Performance in Solving Physics Problems. Science. Vol 208. pp.1335-1342.

Oviedo, P. (2006). La resolución de problemas. Una estrategia para aprender a aprender. Revista De La Universidad De La Salle, (41), pp. 31-39.

Perales Palacios, F.J. (1998). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. Revista de Educación y Pedagogía. Universidad de Granada. Vol. X Nº 21. mayo - agosto 1998. pp. 119-143.

Polanco Zuleta, M.K. (2011). Resolución de situaciones problemas en la enseñanza de las ciencias: un estudio de análisis. Asociación Colombia para la investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT. Revista EDUCyT. Vol. 4. pp. 123-138. Bogotá.

Reys, Barbara J., y Robert E. Reys. 1998. Computation in the elementary curriculum: shifting the emphasis. Teaching Children Mathematics, vol. 5, no. 4, 1998, pp. 236-241.

Simon, D. P. y Simon, H.A. (1978). Individual differences in solving physics problems. Models of thought, Vol. II. Yale University

Press. pp. 215-231

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning*. pp. 334-370. New York: MacMillan.

Soong, B., Mercer, N. y Er, S.S. (2009). Students' Difficulties When Solving Physics Problems: Results from an ICT-infused Revision Intervention. *Proceedings of the 17th International Conference on Computers in Education, ICCE 2009*. pp. 361-365.

Truyol, M.E. y Gangoso, Z. (2010). La selección de diferentes tipos de problemas de física como herramienta para orientar procesos cognitivos. *Investigações em Ensino de Ciências – V15(3)*, pp. 463-484.

Tuminaro, J., & Redish, E. F. (2004). Understanding students' poor performance on mathematical problem solving in physics. *Physics Education Research Conference*, 720, pp. 113-116. DOI: 10.1063/1.1807267.

Williams, C., Stanisstreet, M., Spall, K., Boyes, E., y Dickson, D. (2003). Why aren't secondary students interested in physics? *Physics Education*, 38(4), pp. 324-329.

Young, H. D. y Freedman, R. A. (2012). *Física Universitaria*. Vol 1. 13^o ed. Addison Wesley. México.

BOVINE INTOXICATION

INTOXICACIÓN EN BOVINOS

Leonor Carrillo*

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy

*Autor para correspondencia:
carillojujuy@gmail.com

Licencia:
[Licencia Creative Commons](#)
[Atribución-NoComercial-](#)
[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Diciembre 2020

Historial:
Recibido: 25/05/2020
Aceptado: 07/08/2020

RESUMEN

Quince vacunos adaptados al consumo de una mezcla de residuos de la industria azucarera (bagazo crudo y tratado con vapor a presión, residuos de la destilación alcohólica y melaza) sufrieron trastornos neurológicos. Dos murieron y no tenían lesiones hepáticas ni renales. Había basidiocarpos de *Coprinopsis atramentaria* y *Volvariella volvacea* en el bagazo. El alimento restante en el comedero contenía etanol. La coprina interfiere en el metabolismo del alcohol. La volvatoxina es una proteína cardiotoxica. Los diversos materiales contenían esporos de termoactinobacterias y 14 géneros de mohos.

Palabras clave: bagazo, coprina, etanol, vacunos, volvatoxina

SUMMARY

Fifteen cattle adapted to the consumption of a mixture of sugar cane bagasse, (raw and steam treated bagasse, residues from alcohol distillation and molasses) suffered from neurological disorders. Two cows died but they did not have any liver or kidney lesions. There were *Coprinopsis atramentaria* and *Volvariella volvacea* basidiocarps in the bagasse. The remaining feed in the trough contained ethanol. Coprine interferes alcohol metabolism. Volvatoxin is a cardiotoxic protein. The various materials contained spores of thermoactinobacteria and 14 molds genera.

Keyword: bagasse, cattle, coprine, ethanol, volvatoxin

INTRODUCTION

Fifteen bovines adapted to a feed made with mixture of raw sugarcane bagasse, steam-exploded bagasse, bottom of alcohol distillation and molasses, showed erratic behavior. Some mushrooms grew on bagasse and feed. Two cows died and necropsy did not show any liver and kidney damages. The task was to know the possible cause of neurological disorder and death.

MATERIALS AND METHODS

Mushrooms were identified by macro and microscopic features (Dutta *et al.* 2011; Schaffer, 2010; Wright & Albertó, 2002). Some of them were preserved by drying at 45°C.

Moulds and thermoactinobacteria spores were removed from raw sugarcane bagasse, steam-exploded bagasse, or feed, by shaking into aqueous tween 80 (0,5 mL/L). Aliquots were spread on malt yeast agar and half-concentration nutrient agar plates that were incubated at 28°C and 45°C, respectively. The identification was made by morphological characteristics (Pitt & Hodking, 2009; Carrillo & Benítez-Ahrendts, 2004).

RESULTS

Mushrooms were identified as *Coprinopsis atramentaria* (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo and *Volvariella volvacea* (Bull.) Singer. After ate the mixed ingredients, cows were restless, dizzy, and unable to walk normally. Ethanol was found in feed resting into the trough.

Moulds isolated from raw sugarcane bagasse, steam-exploded bagasse, and feed were *Acremonium*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Chrysosporium*, *Cladosporium*, *Dictyostelium*, *Gliocladium*, *Humicola*, *Mucor*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Syncephalastrum*, *Trichoderma*, and *Verticillium*. Also some yeasts were isolated.

The bagasse contained 10⁵ thermoactinobacteria spores/g.

DISCUSSION

Coprinopsis atramentaria (Buillard) Redhead, Vilgalys, & Moncalvo [= *Coprinus*

atramentarius (Bull. ex Fr.) Fr.] grow on decaying wood or debris in soil (Redhead, 2001). It is most commonly responsible for coprine poisoning, although a few other species have also been implicated (Haberl *et al.*, 2011).

C. atramentaria is an edible mushroom, but it contains coprine [N⁵-(1-hydroxycyclopropyl)-L-glutamine] which is metabolised to 1-aminocyclopropanol. This latter compound inhibits the enzyme alcohol dehydrogenase, that normally oxidizes ethanol, resulting in an accumulation of acetaldehyde which is responsible for the symptoms. After alcohol intake under the influence of coprine, the concentration of acetaldehyde in the blood may be 5 to 10 times higher than that found during metabolism of the same amount of alcohol alone (Hodgson, 2012).

C. atramentaria poisoning is manifested by a variety of symptoms. Flushing and tingling sensations, nausea, vomiting, headache, tachycardia and cardiovascular disturbances, occur shortly after alcohol is drunk for up to 48 h or 72 h after eating the mushroom. The symptoms abated within a few hours with no sequelae but could be re-provoked by further alcohol consumption up to 48 h later (Kendrick, 2017).

In rats pre-treated with coprine, blood-pressure and heart-rate were recorded before and after intraperitoneal injections of ethanol. Ethanol caused a marked and rapid fall in blood-pressure. This effect was accompanied by tachycardia only in animals treated with coprine (Carlsson *et al.* 1978). The inky cap mushroom *C. atramentaria* is most commonly responsible for coprine poisoning, although a few other species have also been implicated (Haberl *et al.*, 2011) and carry a range of prognoses, depending on the amount consumed (Michelot 1992).

The volvatoxin A is a cardiotoxic protein from *Volvariella volvacea* that causes cardiac arrest by activation of Ca⁺⁺-dependent ATPase activity and inhibition of Ca⁺⁺ accumulation in the microsomal fraction of the sarcoplasmic reticulum of the ventricular muscle. It is composed of volvatoxin A1 and volvatoxin A2, of which only A2 is endowed with hemolytic and cytotoxic activity (Weng *et al.* 2004).

The only presence of moulds spores does not indicate the possibility of mycotoxins. Thermoactinobacteria can cause in animals allergic

alveolitis similar to farmer's lung (Constable *et al.* 2017).

Mushrooms toxins caused the neurological disorders and they could have led to death.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks are due to Dr. N. Samman and N. Nuñez for providing the samples and information.

BIBLIOGRAPHY

Carlsson A, Henning M, Lindberg P, Martinson P, Trolin G, Waldeck B, Wickberg B. 1978. On the disulfiram like effect of coprine, the pharmacologically active principle of *Coprinus atramentarius*. *Acta Pharmacology Toxicology* 42 (4): 292 – 297.

Carrillo L, Benítez-Ahrendts MR. 2014. Family *Thermoactinomycetaceae*. In: E. Rosenberg *et al.* (eds.), *The Prokaryotes – Firmicutes and Tenericutes*. Berlin Heidelberg, Springer. DOI 10.1007/978-3-642-30120-9_355.

Constable PD, Hinchcliff KW, Done SH, Grunberg W. 2017. *Veterinary Medicine*, 11^o ed. St. Louis, Missouri, Elsevier, vol. 1, p. 966.

Dutta AK, Pradham P, Roy A, Acharya K. 2011. *Volvariella* of West Bengal, India. *Researcher* 3 (5): 13-17.

Haberl B, Pfab R, Berndt S, Greifenhagen C, Zilker T. 2011. Alcohol intolerance with coprine- like syndrome after consumption of the mushroom *Lepiota aspera*. *Clinical Toxicology* 49 (2): 113 - 114.

Hodgson E (ed.). 2012. *Toxicology and Human Environments*. San Diego, Academic Press, p. 382.

Kendrick B. 2017. *The Fifth Kingdom*. Indianapolis, Hackett Publishing Co., p. 400.

Michelot D. 1992. Poisoning by *Coprinus atramentarius*. *Natural Toxins* 1 (2): 73 – 80.

Pitt JJ, Hocking AD. 2009. *Fungi and Food Spoilage*. New York, Springer, pp. 53 - 337.

Redhead SA. 2001. Bully for *Coprinus*. A story of manure, minutiae and molecules. *Field Mycology* 2 (4): 118-126.

Schaffer DJ. 2010. Key to sections of *Parasola*, *Coprinellus*, *Coprinopsis* and *Coprinus* in Britain. *Field Mycology* 11 (2): 44-51.

Wright JE, Albertó E. 2002. *Hongos: I. hongos con laminillas*. Buenos Aires, L.O.L.A. pp. 222-223.

Weng YP, Lin YP, Hsu CI, Lin JY. 2004. Functional domains of a pore-forming cardiotoxic protein, volvatoxin A2. *The Journal of Biological Chemistry* 279 (8): 6805–6814.