

Agraria

Revista Científica de la
Facultad de Ciencias Agrarias



**Facultad
de Ciencias
Agrarias**



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

Año 2023 | Volumen 16 (1)

Queda hecho el depósito que marca la ley.
ISSN 0328-8080
Año 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY

Rector

Mg. Ing. Agr. Mario César Bonillo

Vicerrectora

Dra. Lic. Liliana del Carmen Bergesio

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNJu

Decana

Dra. Noemí del Valle Bejarano

Vicedecana

Dra. Raquel Ángela Romeo

Sec. Académica: MSc. Susana E. Álvarez

Sec. Administrativa: Ing. Agr. Rodolfo Aguado

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

Sec. Ciencia y Técnica y Posgrado: M. Sc. Claudia B. Gallardo

COMITÉ EDITOR

Ing. Agr. M. Sc. Claudia Gallardo

Dra. Nancy Hernández de Borsetti

COMITÉ REVISOR

Dra. Cecilia Mónaco UNLP

Dra. María Gabriela Musaubach FHycS

Dr. Cristian Humano

Dra. Liliana Concepción Lupo

Dr. Hugo Borsetti

Dra. Cecilia Giulianotti

Dra. Nancy Hernández

Ing. Agr. M. Sc. Gustavo Guzmán

Ing. Agr. M. Sc. Alcira Chocovar

Ing. Agr. M. Sc. Magda Alejandra Choque Vilca

Ing. Agr. José Catacata

REVISIÓN Y TRADUCCIÓN

Master Esp. Trad. Liliana Beatriz Chávez

EDICIÓN Y DISEÑO

D.G. Marina Schimpf



**Facultad
de Ciencias
Agrarias**



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

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

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

CONTENIDO/CONTENTS

TRABAJOS

7-20 pag.

Phyllosticta spp, ENDÓFITAS Y PATÓGENAS DE NARANJO
Phyllosticta spp, ENDOPHITES AND ORANGE PATHOGENS

21-32 pag.

VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FORESTAL DE BOSQUES DE TRANSICIÓN DE TRASLASIERRA (CÓRDOBA) EN FUNCIÓN DE LA ELEVACIÓN, LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA
VARIATION OF THE FORESTAL COMPOSITION AND STRUCTURE OF TRANSITION FORESTS IN TRASLASIERRA (CÓRDOBA) DEPENDING ON ELEVATION, PRECIPITATION AND TEMPERATURE

33-45 pag.

ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE CALIDAD Y POLIFENOLES EN MANZANAS Y SIDRAS ARTESANALES DE LA QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY
ANALYSIS OF QUALITY PARAMETERS AND POLYPHENOLS IN APPLES AND ARTISAN CIDERS FROM THE HUMAHUACA GORGE, JUJUY

46-54 pag.

FRECUENCIA DE REGISTROS Y PATRONES DE ACTIVIDAD DEL TAPIR (*Tapirus terrestris*) EN SITIOS CON GANADERÍA EXTENSIVA EN LAS YUNGAS AUSTRALES
FREQUENCY OF RECORDS AND ACTIVITY PATTERNS OF THE TAPIR (*Tapirus terrestris*) IN SITES WITH EXTENSIVE LIVESTOCK IN THE SOUTHERN YUNGAS

COMUNICACIÓN

55-62 pag.

RESCATE Y REVALORIZACIÓN DE LOS SABERES POPULARES ANCESTRALES: UNA EXPERIENCIA DE VINCULACIÓN E INTERCAMBIO CON LAS MUJERES DE “RED PUNA Y QUEBRADA”, JUJUY (ARGENTINA)
RESCUE AND REVALUATION OF ANCESTRAL POPULAR KNOWLEDGE: AN EXPERIENCE OF LINKAGE AND EXCHANGE WITH WOMEN FROM “RED PUNA Y QUEBRADA”, JUJUY (ARGENTINA)

Agraria

Revista Científica de la
Facultad de Ciencias Agrarias

Phyllosticta spp, ENDÓFITAS Y PATÓGENAS DE NARANJO

Phyllosticta spp, ENDOPHITES AND ORANGE PATHOGENS

Noemí del Valle Bejarano^{1*} y Leonor Carrillo²

¹Fitopatología. ²Microbiología Agrícola. FCA UNJu. Alberdi 47. San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina.

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

Período de Publicación:
Septiembre 2023

Historial:
Recibido: 22/06/2023
Aceptado: 24/08/2023

RESUMEN

Las plantas suelen ser colonizadas endofíticamente por diversos hongos, algunos de ellos durante todo o parte de su ciclo de vida se encuentran en los tejidos vegetales, sin manifestarse de forma alguna. Se ha encontrado que en diversos hospedantes las especies fúngicas pueden comportarse como endófitas o patógenas según el tipo de interacción que establezcan con el hospedante o con otros microorganismos colonizadores de los tejidos vegetales. La interacción entre especies patógenas y endófitas puede ser de competencia o antagonismo debido a la producción de toxinas y metabolitos secundarios como se ha observado en especies de *Phyllosticta*. El objetivo del trabajo fue estudiar las interacciones entre las especies de *Phyllosticta* endófitas y patógenas que colonizan naturalmente las hojas de naranjo dulce en lotes comerciales de la provincia de Jujuy. Para ello en otoño se tomaron muestras de hojas asintomáticas correspondientes a la brotación más antigua se conservaron a 4°C hasta aislamiento y cultivo en laboratorio y muestras de frutos con síntomas de mancha negra. De las especies de *Phyllosticta* aisladas se realizaron repiques y obtención de cultivos monosporicos para determinaciones morfológicas, pruebas de patogenicidad, de competencia y análisis de polimorfismos de los fragmentos de restricción de la región ITS del ADNr. Se aisló como endófita, *P. capitalensis* y como patógena, *P. citricarpa*. En las pruebas de competencia realizadas entre las ellas se pudo determinar competencia, a favor de *P. capitalensis*.

Palabras clave: citrus, endófitos, hongos, interacciones

SUMMARY

Plants are usually endophytically colonized by various fungi, some of which are found in plant tissues during all or part of their life cycle, without manifesting themselves in any way. It has been found that in

various hosts, fungal species can behave as endophytes or pathogens depending on the type of interaction they establish with the host or with other microorganisms that colonize plant tissues. The interaction between pathogenic and endophytic species can be of competition or antagonism due to the production of toxins and secondary metabolites, as has been observed in *Phyllosticta* species. The objective of the work was to study the interactions between endophytic and pathogenic *Phyllosticta* species that naturally colonize sweet orange leaves in commercial orange tree plots in the province of Jujuy. For this purpose, in autumn, samples of asymptomatic leaves corresponding to the oldest sprouting and fruits with black spot symptoms were taken. Monosporic cultures were obtained from the *Phyllosticta* isolated for morphometric determinations, pathogenicity and competition tests and analysis of polymorphisms of the restriction fragments of the ITS region of the rDNA. *P. capitalensis*, was isolated as an endophyte and *P. citricarpa* as a pathogen. In the competition tests carried out between them, it was possible to determine competition, in favour of the endophyte strain.

Keywords: citrus, endophytes, fungi, interactions

INTRODUCCIÓN

Los hongos endófitos durante todo o parte de su ciclo de vida se encuentran en los tejidos vegetales, sin manifestarse de forma alguna, estableciendo una relación mutualista en la cual la planta provee nutrientes y los hongos algún tipo de defensa contra patógenos, insectos o tolerancia a factores extremos (Abello & Kelemu, 2006; Sieber, 2007, Yan et al, 2019).

La composición de la comunidad endofítica, varía en función del hospante y de las condiciones ambientales, se interrelacionan en un equilibrio armónico y la pérdida de ese equilibrio afecta el comportamiento de los integrantes de la comunidad, pueden establecerse entonces condiciones para que hongos oportunistas manifiesten su potencial patogénico (Rodríguez et al, 2009).

Las relaciones ecológicas que se establecen entre los endófitos fúngicos y sus hospedantes, pueden ser: simbiosis mutualista, antagonismo o pueden comportarse como patógenos débiles cuando la planta está debilitada. Sin embargo, se ha estudiado que los endófitos logran también ejercer muchos mecanismos ofensivos contra fitopatógenos de las plantas huésped, como, por ejemplo: inducción a resistencia, micoparasitismo, antibiosis y competición (Latz et al., 2018).

Los hongos endofíticos pueden ayudar a sus plantas hospedantes a adaptarse al estrés abiótico y promover el crecimiento de las mismas a través de la biosíntesis de hormonas vegetales y la adquisición de nutrientes (Mouza & Raizada., 2013).

Muchos de los estudios dirigidos a hongos endófitos y su potencial para control biológico, se han enfocado en las interacciones microbianas de estos hongos, que pueden desempeñar un papel importante en el inicio de la producción de metabolitos secundarios (Segaran & Sathiavelu, 2019; Caruso et al., 2020), algunos de los cuales inhiben la colonización de otros hongos fitopatógenos (Rojas et al., 2020).

La producción de metabolitos secundarios por parte de los hongos endófitos los convierte en una

fuerza biológica oculta de gran diversidad química, capaces de proporcionar recursos bioactivos inexplorados y candidatos para posibles aplicaciones de control biológico (De Silva et al., 2019; Ikram et al., 2019; Rana et al., 2019).

La biodiversidad de hongos endófitos presentes en una planta puede determinar interacciones de diferentes tipos, por la producción de toxinas y/o metabolitos secundarios, entre los hongos aislados como endófitos en hojas de cítricos se encuentran *G. mangiferae* y *Lasiodiplodia theobromae* (Bejarano et al., 2009) Muñoz Guerrero, J. (2021).

En cítricos también se informan como endófitos a *Xylaria* spp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria alternata*, *Nigrospora sphaerica*, *Nodulisporium* sp; *Sporomiella minima*, *Fusarium* sp. (Durán et al., 2005), *A. citri*; *A. tenuissima*, *Aspergillus* sp., *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium* sp; *Curvularia lunata*, *Fusicocum* spp.; *Microdochium* sp.; *Nigrospora oryzae*, *Penicillium digitatum*, *Ramichloridium* sp., *Spiropes* sp., *Trichoderma* sp., *Ulocladium* sp., *Wardomyces*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Diplodina* sp., *Dothiorella* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Phoma* sp., *Phomopsis citri*, *Guignardia citricarpa* *Mycosphaerella citri*, *Daldinia* sp., *Chaetomium globosum*, *Biscogniauxia* sp. (Wright et al., 1998), algunos de ellos en su estado latente, por ser patógenos en este hospedante.

La mayoría de los aislamientos endofíticos presentan capacidad degradadora de los componentes estructurales de las plantas, confirmando que son capaces de pasar a un estilo de vida saprofítica. Muy pocos pueden ser considerados patógenos latentes en base a la capacidad de producir metabolitos fitotóxicos y pectinasas. Se encontraron especies fúngicas capaces de producir metabolitos con actividad antimicrobiana frente a patógenos, y a su vez con toxicidad leve o no tóxica para la planta. Esta fuente de metabolitos secundarios con algún tipo de bioactividad es importantes para la selección de cepas antagonistas aplicables en el control biológico de enfermedades y plagas (Tiscornia, 2012).

El género *Guignardia* incluye especies que pueden comportarse como endófitas o patógenas según el hospedante (Baayen et al. 2002). *Guignardia citricarpa* [anamorfo *Phyllosticta citricarpa* (Mc Alpine) Van der Aa] causa la enfermedad de follaje y de frutos conocida como 'mancha negra de los cítricos' que afecta a *Fortunella* sp., *Poncirus* sp., *Citrus. sinensis*, *C. reticulata*, *C. aurantifolia*, *C. limón*, *C. paradisi* y *Citrus* spp., está sujeta a la legislación fitosanitaria de la Unión Europea y los EE.UU (Kotzé 2000; Alcoba et al., 2000; EPPO 2020), *G. mangiferae* A.J. Roy (anamorfo *P. capitalensis* P. Henn), especie no cuarentenaria de distribución cosmopolita, aislada además como endofítica en cítricos (Baayen et al., 2002; Glienke et al., 2002), patógeno en otros hospedantes y en limón fue hallada como patógena causando el Moteado de los cítricos y la Mancha rojiza (Peres et al., 2007; Baldassari et al., 2008; Fogliata et al. 2011).

En plantas de la familia *Anacardiaceae* se han obtenido cepas endófitas del género *Guignardia*, productora de Ácido guignárdico un compuesto con una potente actividad antimicrobiana. El taxol, otro compuesto con un importante potencial biotecnológico para la industria farmacéutica, es producido *in vitro* en grandes cantidades por la especie patógena *G. citricarpa* (Kumaran et al., 2008).

Se ha demostrado que *G. mangifera* y *G. citricarpa* poseen diferentes habilidades para producir enzimas hidrolíticas, especialmente pectinasas, sugiriendo que estas enzimas pueden tener distintos roles durante la interacción del patógeno y del endófito con la planta (Romão et al., 2011).

Estudios basados en análisis multigénico de diversas líneas de *Phyllosticta* sp. y *Guignardia* sp. endófitas y patógenas aisladas de diferentes hospedantes sugieren que *P. capitalensis* y *G. mangiferae* son especies genéticamente distintas y que los aislados endófitos provenientes de diferentes hospedantes anteriormente llamados *G. mangiferae* deben ser correctamente llamados *P. capitalensis* (Glienke et al., 2011).

En naranjo *C. sinensis* se determinó como especie fúngica endófito dominante a *C. gloeosporioides*, con actividad antagonista frente al patógeno *P. citricarpa*, no así frente al endófito *Phyllosticta capitalensis* (P.

hennings) Van Der Aa (Bejarano & Carrillo 2016; Bejarano; 2017)

El objetivo del trabajo fue aislar y caracterizar las especies de *Phyllosticta* patógenas y endófitas que colonizan naturalmente al naranjo dulce en plantaciones comerciales de la provincia de Jujuy y determinar el resultado de su interacción.

MATERIALES Y MÉTODOS

1) Muestreo

Durante el otoño en diferentes localidades de la zona citrícola de Jujuy de lotes comerciales, se recolectaron muestras de 50 hojas asintomáticas de naranjo dulce correspondientes a la brotación más antigua de cada árbol y frutos con síntomas de mancha negra.

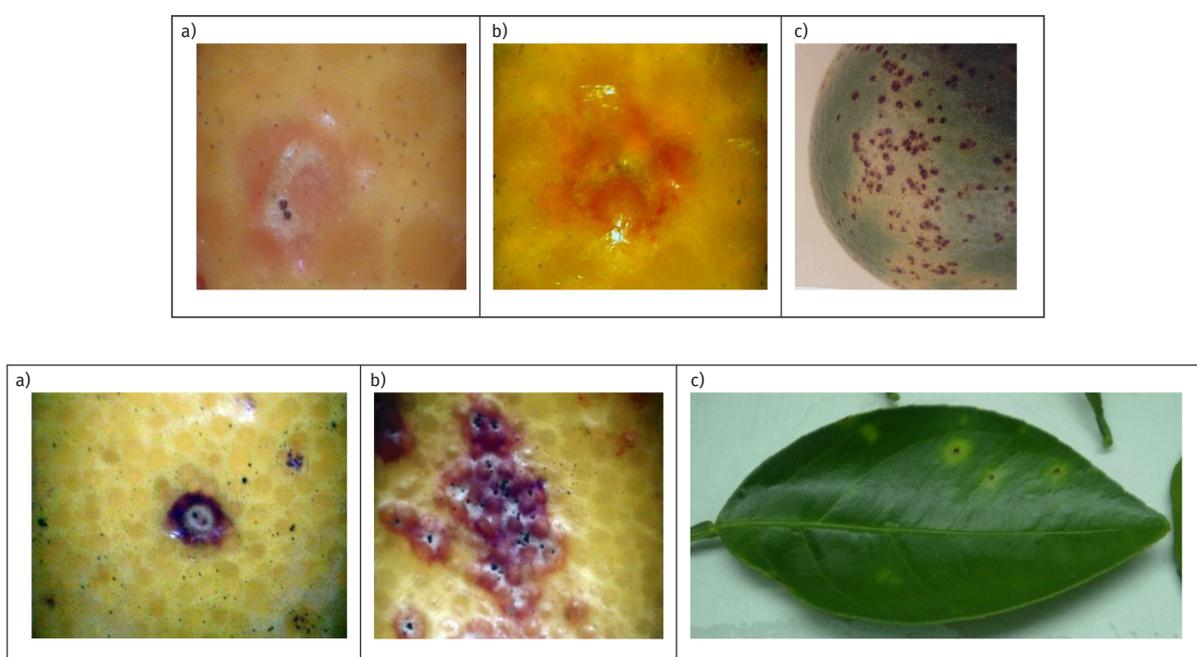


Figura 1. Diferentes tipos de síntomas de 'mancha negra' en naranjo dulce, utilizados para obtener aislamientos de *Guignardia* a y b) síntomas pecosos en frutos, c) síntomas de falsa melanosis en frutos, d) síntomas típicos en frutos, e) síntomas virulentos en frutos, f) síntomas en hojas.

2) Aislamientos y cultivos

En laboratorio las hojas se lavaron y desinfectaron con hipoclorito de sodio al 5% y alcohol 70%. Se cortaron trozos de 1 cm², 5 de ellos fueron transparentados en KOH 10%, el resto se desinfectó con alcohol 70%, durante un minuto dos veces y finalmente se enjuagaron dos veces en agua destilada estéril, durante dos minutos cada vez. Los trozos se sembraron en placas con agar zanahoria (AZ, 80 gr de glucosa y 200 gr de zanahoria/lit); a las 72- 96 hs se iniciaron las observaciones, de las colonias desarrolladas se realizaron subcultivos en agar papa dextrosa (APD) 27 °C + - 2 °C durante 7 días.

Para el aislamiento de las lesiones de los frutos (Figura 1, a, b, c, d, e) se tomó una muestra del parénquima interglandular necrosado. Se sembraron en una caja de Petri con agar papa glucosa (APG). En el caso de las lesiones de hojas (Figura 1, f), se cortaron con un bisturí, se desinfectaron en alcohol 70% durante 1 minuto, se enjuagaron con agua destilada estéril, se secaron bajo flujo laminar y se sembraron en placas de Petri con APG, se incubaron a 27 ± 1°C hasta la aparición de colonias típicas de *Phyllosticta*

spp., que luego se repicaron nuevamente en idéntico medio para obtener cultivos puros.

3) Caracterización morfológica

La identificación se realizó en base a las características culturales macro y micromorfológicas de las colonias desarrolladas en subcultivos en APG después de 14 días de incubación, de acuerdo a los métodos corrientes en micología.

4) Caracterización molecular de cepas de *Phyllosticta* spp., aisladas de *C. sinensis*

Para la diferenciación entre *P. citricarpa* y *P. capitalensis*, de las colonias de 14 días se realizaron cultivos monospóricos en agar agua (AA). Los conidios germinados después de 24 hs, a $27 \pm 2^\circ\text{C}$, fueron transferidos en APD e incubados 14-20 días a $27^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, de estos cultivos monospóricos se extrajo el ADN, para la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), se trabajó con los cebadores para el ITS1 y el ITS2, GCF3/GCR7 para Gc y GCF2/GCR4 para Gm. Estos amplifican las secuencias espaciadoras internas al transcripto (ITS) del gen del ARN ribosomal EPPO, 2020; Hidalgo & Pérez, 2010; Rodrigues et al, 2004.

5) Evaluación de patogenicidad de *P. capitalensis* y *P. citricarpa* en agar avena (AO)

Todos los aislados obtenidos de *Phyllosticta* spp. fueron caracterizados en medio agar avena (AO: 30 gr de avena arrollada y 15 gr/lt de agua destilada). Se transfirieron discos de 6 mm de diámetro de la zona de activo crecimiento micelial de las colonias cultivadas durante 14 días en APG. Se hicieron 3 siembras para cada aislamiento y se incubaron en oscuridad a $24 \pm 2^\circ\text{C}$, se consideró como resultado positivo la presencia de halo amarillo en el borde de las colonias para diferenciar los aislamientos de *Phyllosticta* patogénicos de los endofíticos en las 3 repeticiones (Baayen et al 2002; Baldassary et al, 2008; Wickert et al, 2009; 2014).

6) Interacciones in vitro entre *P. capitalensis* y *P. citricarpa*

Se realizaron pruebas de cultivos duales en placas de APG, entre las colonias de *Phyllosticta* sp. endofitas y patógenas, para evaluar interacciones (Bell et al, 1982).

Para evaluar el efecto antibiótico, se calculó el porcentaje de inhibición de crecimiento (PIC) a los siete días, $\text{PIC} = [(C1-C2) / C1] \times 100$; C1= medida del diámetro de la colonia control; C2 = diámetro de la colonia del patógeno en los tratamientos de cultivos duales. Las placas fueron incubadas a $27 \pm 1^\circ\text{C}$. El diseño fue completamente aleatorizado con cuatro replicas por cepa de antagonista y un control absoluto del patógeno, a los 7 y 14 días de incubación a se midieron dos diámetros ortogonales de las colonias desarrolladas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Muestreo

Durante 2010-2012, se tomaron muestras de naranjo dulce de 24 lotes comerciales de 10 localidades del área citrícola de Jujuy (Tabla 1).

Tabla 1. Sitios de muestreo

Provincia	Localidad	Latitud	Longitud
Jujuy	Fraile Pintado	-23°59'09"	- 64°47'27"
	Chalican	-23° 55' 26"	- 64° 50' 37"
	Palmasola	-24°00'73"	-64°20'29"
	Cerro La Lumbre	-24°00'33"	- 64°20'52"
	Puesto Nuevo	-23°54'48"	- 64°17'27"
	Real de los Toros	-24°58'04"	- 64°19'22"
	Sauce Guacho	-24°16'62"	- 64°38'58"
	Yuchán	-23° 56' 15"	-64° 51' 47"
	El Pongo	-24° 20' 15"	- 65°05'22"
	Yuto	-23° 38' 39"	- 64° 27' 54"

2) Aislamientos y cultivos

Se obtuvieron 81 aislamientos de *Phyllosticta* spp. (Tabla 2) de acuerdo a los resultados obtenidos previamente por otros investigadores en la región y en otras áreas cítricas (Baayen et al., 2002; Glienke et al, 2002 Kotzé 2000; Alcoba et al, 2000; EPPO 2020). Las colonias de *Phyllosticta* spp. fueron mantenidos en una colección en medio APG a 15°C, para realizar las siguientes observaciones y una cepa a (-20°C) en papel de filtro, en el Laboratorio de Diagnóstico de Enfermedades de las Plantas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy.

Tabla 2. Aislamientos de *Phyllosticta* spp. obtenidos de *C. sinensis*, categorizados por órgano, tejido y para las muestras sintomáticas tipo de síntoma de la enfermedad de donde fueron aisladas.

Organo	Tejido utilizado para el aislamiento y cultivo	Tipo de síntoma de mancha negra	Cepas de <i>Phyllosticta</i> spp.
Frutos	Sintomático	Típico	13
Frutos	Sintomático	Pecoso	20
Frutos	Sintomático	Virulento	8
Frutos	Sintomático	Falsa melanosis	11
Hojas	Sintomático	Típico	2
Hojas	Asintomáticas	-	27
Total			81

3) Caracterización morfológica

Los aislados de *Phyllosticta* spp. obtenidos fueron diferenciados por sus características morfológicas y culturales en dos grupos *P. capitalensis* y *P. citricarpa*, tal como reportan otros autores (Baayen et al., 2002; Glienke et al., 2002; Kotzé 2000; Alcoba et al., 2000; Wickert et al., 2009; Glienke et al., 2011).

El diámetro promedio (5,35 cm) de las colonias tipo *P. capitalensis* a los 14 días de incubación a 27 ± 1 °C en APG fueron significativamente superiores a los de *P. citricarpa*, (2,71 cm) (ANOVA: $F=339$, $p \leq 0,0001$; Tuckey, $p < 0,05$), la cepa endófito siempre superó a la patógena, resultados consistentes con los presentados en otras zonas cítricas del mundo (Baayen et al 2002, Baldassari et al, 2008; Hidalgo Góngora & Perez, 2010).

Las colonias de *P. capitalensis* obtenidas de los aislamientos en APG, a los 15 días a 27 ± 1 , fueron de apariencia esponjosa granulosa color verde oliváceo, con bordes más claros, luego de los 20 días oscurecieron tornándose negras (Figura 2); presentaron invaginaciones en los bordes, que hacen a las colonias profundamente lobuladas, de color uniforme o con sectores de diferentes tonos de borde ondulados que se deben a diferentes estados de desarrollo de la colonia. Se pudieron apreciar que las colonias pueden desarrollar estromas de peritecios ascendentes con ascas y ascosporas desde el día 14 ± 2 , simultáneamente se desarrollaron estructuras anamórficas con producción de conidios, mientras que otras para el mismo período y condiciones de incubación formaron estromas sin diferenciación de peritecios.

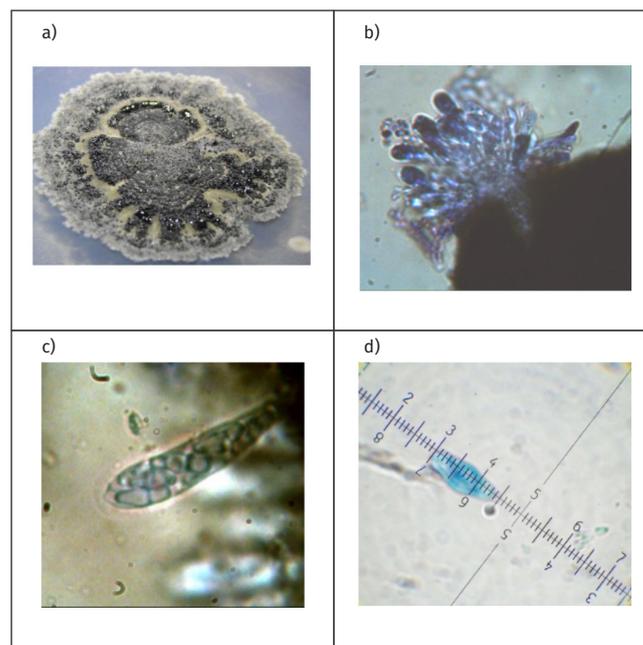


Figura 2. Colonias de *P. capitalensis* en APG 27°C, obtenidas de hojas asintomáticas a) a los 15 días de incubación, b) peritecios liberando ascas 250X, c) ascas con ascosporas 400X, d) ascospora 1000X.

Se pudo observar que *P. capitalensis* se comportó como un hongo homotálico autocompatible, a diferencia de otros ascomicetos cuya reproducción sexual ocurre por tipos de cruzamiento o "mating types". La compatibilidad entre individuos haploides depende de los genes del locus MAT, que existen como dos alelos alternos Mat1-1 y Mat1-2 (Conde-Ferráez, 2007), en este sistema sólo las líneas genéticamente opuestas son capaces de cruzarse produciendo ascosporas, este es el caso de *P. citricarpa*, una especie heterotálica auto-incompatible, en las placas no se observó el estado sexual, sólo el asexual y el espermogónico (Wang et al., 2013; 2014).

La reproducción sexual de *P. capitalensis* se desarrolló *in Vitro* luego de 12 ± 2 días de incubación a

25 ± 2°C, se formaron peritecios piriformes ascendentes de 140 ± 26 µm x 111,4 ± 21,6 µm, de color pardo oscuro a negro, con ostiolo circular, ascas de cilíndricas a clavadas, ocho ascosporas, aseptadas, hialinas, multigutuladas, cilíndricas ensanchadas en la parte media, de 13,9 ± 1,17 µm x 5,2 ± 0,51 µm. En las placas pueden coexistir conidios y ascosporas.

Las colonias de *P. citricarpa* fueron más compactas que las de *P. capitalensis*, cupuliformes granulosas por la formación de picnidios, con escaso micelio aéreo; rodeado de un pigmento amarillo en APG que se puede observar también al reverso de la colonia. Se observaron colonias que mostraron sectores con diferentes tonos de grises, debido a diferentes estados de desarrollo de la colonia.

La morfología de las colonias desarrolladas, coinciden con la descrita por numerosos autores para ambas especies (Baayen *et al*, 2002, Baldassari *et al*, 2008; Hidalgo Góngora & Perez, 2010).

Los picnidios desarrollados en APG fueron globosos, inmersos, de color pardo oscuro a negro, paredes con múltiple capas de células, cuello ascendente de 52 x 27 µm, ostiolo circular, las picnidiosporas de forma ovoide a piriformes, hialinas, aseptadas, multigutuladas, con ápice levemente plano y un apéndice incoloro, con punta aguda y fina, y base truncada, unicelulares y alargadas, las desarrolló a los 10-14 días, estas características se corresponden con las de *P. capitalensis*, mientras que en las colonias tipo *P. citricarpa* los picniostromas iniciaron su desarrollo desde que desde los 7 días de incubación.

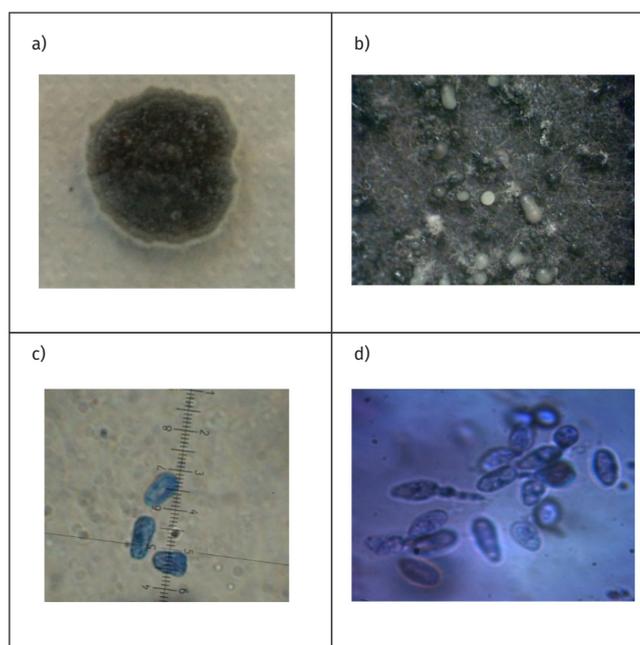


Figura 3. Colonia de la cepa 155 en APG 27°C, obtenida de síntoma falsa melanosis de mancha negra a) luego de 20 días de incubación, b) picnidios exudando cirros de conidios 45X, c y d) conidióforos y conidios 450X.

Las dimensiones promedio de los conidios: ancho (4,87- 5,64 µm, largo 10,35-10,12 µm y espesor de la capa mucilaginosa 1,7-2,9 µm) respectivamente fueron los esperadas para *P. capitalensis* como para *P. citricarpa*, con diferencias significativas en ancho (ANOVA F=40,5, p≤0,0001; Tuckey, p<0,05), largo (ANOVA F=10,29, p≤0,0017; Tuckey, p<0,05) y espesor de la capa mucilaginosa (ANOVA F=142,9 p≤0,0001; Tuckey, p<0,05) estos resultados justifican la separación de las cepas en dos grupos.

4) Interacción entre *Phyllosticta* spp. en *C. sinensis*

Las 81 cepas de *Phyllosticta* spp. aisladas de naranjo dulce de la zona de estudio, desarrolladas en agar avena (AO) a 24 ± 2 °C en oscuridad, se evaluaron a los 7, 14 y 21 días, para determinar la formación de halo amarillo alrededor de las colonias, si lo hicieron en las tres repeticiones se reconocieron como

AO + y si no lo hicieron como AO -, en los casos en los que una repetición presentaba reacción diferente, la cepa fue registrada como dudosa.

5) Caracterización molecular de cepas de *Phyllosticta spp.*, aisladas de *C. sinensis*

De la colección de cepas de *Phyllosticta spp.* obtenidas en ese trabajo se seleccionaron para caracterización molecular un grupo de cepas que presentaron características morfológicas y culturales de *P. capitalensis* y *P. citricarpa*.

En la amplificación con los primers (GCF2 y GCR4), las cepas que mostraron bandas específicas de 210 pb fueron las de morfología compatible con *P. capitalensis*, obtenidas de tejido foliar asintomático, de patogenicidad negativa, resultados esperados para cepas endofíticas. Aunque dos de ellas fueron obtenidas desde los tejidos sintomáticos de la enfermedad mancha negra, lo que demuestra la coexistencia de ambas especies, e indica infecciones simultáneas propias de los endófitos de transmisión aérea, resultados semejantes los obtuvieron otros autores (Glienke et al 2002; Rodrigues et al, 2004; Baldassari et al, 2008; Meyer et al 2012).

Los aislados de macro y micro morfología compatible con *P. citricarpa* amplificaron con los primers GCF3/GCR7, fueron obtenidos de síntomas de mancha negra, mostraron reacción positiva en la prueba de patogenicidad en AO. Sólo una cepa obtenida de estos síntomas presentó una reacción dudosa en AO y tampoco amplificó con este primer.

Se comprobó la correlación entre la falta de producción de pigmento amarillo en la reacción en agar avena de las colonias y la amplificación con los primers (GCF2 y GCR4) para *P. capitalensis* resultados coincidentes con los obtenidos por otros autores, quienes afirman la correspondencia entre ambos métodos para la separación de las cepas endofitas y patógenas de *Phyllosticta*, (Baayen et al 2002; Rodrigues, et al, 2004; Baldassary et al, 2008; Wickert et al, 2009; Meyer et al, 2012).

De las 81 cepas de *Phyllosticta* obtenidas, 33 fueron identificadas como *P. capitalensis*, 47 como *P. citricarpa* y 1 *Phyllosticta sp*, Tabla 3.

Tabla 3. Aislamientos de *Phyllosticta spp.* obtenidos de *C. sinensis*, caracterizados morfológicamente, molecularmente y patogénicamente, categorizados por órgano, tejido de donde fueron aislados.

Organo	Tejido utilizado para el aislamiento y cultivo	Tipo de síntoma de mancha negra	Frecuencia de aislamientos de <i>P. capitalensis</i>	Frecuencia de aislamientos de <i>P. citricarpa</i>	Frecuencia de aislamientos <i>Phyllosticta sp</i>
Frutos	Sintomático	Típico	1/13	12/13	-
Frutos	Sintomático	Pecoso	1/20	19/20	-
Frutos	Síntomático	Virulento	2/8	6/8	-
Frutos	Síntomático	Falsa melanosis	3/11	8/11	-
Hojas	Sintomático	Típico	1/2	1/2	-
Hojas	Asintomáticas	-	25/27	1/27	1/27
Total			33	47	1

Se pudo verificar la presencia simultánea de ambas especies en *C. sinensis*, tal como se ha encontrado en este y otros hospedantes cítricos y coexistiendo en los mismos tejidos. Esta explicación es soportada en los aislamientos obtenidos tanto en este trabajo como en los de otros autores, donde se recuperaron numerosos patógenos de un mismo tejido, lo que indica que tienen actividades o requerimientos comunes y posibilidad de interactuar entre ellos y con el hospedante (Gliencie et al 2002; Rodriguez et al, 2004; Baldassari et al, 2008).

Las características morfológicas, culturales, tasa de crecimiento de *Phyllosticta* spp. aisladas de *C. sinensis*, se correlacionaron con los resultados en AO y la caracterización por ITS-PCR, en coincidencia con los trabajos consultados en la bibliografía.

6) Evaluación de interacciones in vitro entre *P. capitalensis* y *P. citricarpa*

Phyllosticta capitalensis (Pc) endófito en naranjo, demostró actividad inhibitoria in vitro frente a *G. citricarpa* (Gc) (Figura 4), coincidente con trabajos realizados por otros autores. Esto la posiciona como candidata para futuros estudios de alternativas de lucha biológica.

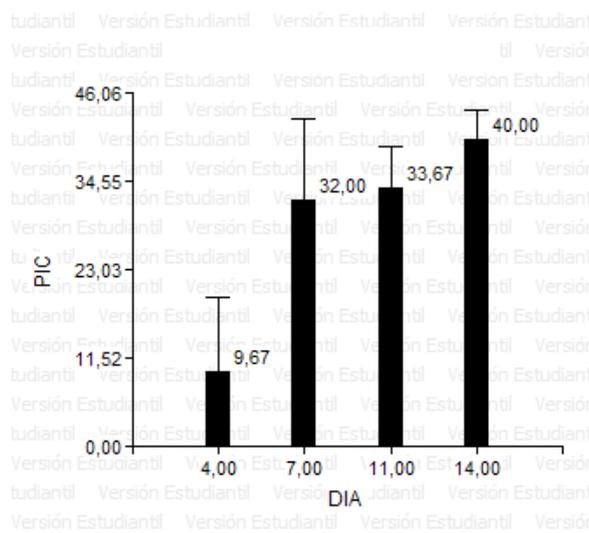


Figura 4. Inhibición del crecimiento en cm de las colonias de *P. citricarpa* (Gc) - *P. capitalensis* (Pc), en cultivos duales en APG a 27±1°C, a los 4, 7, 11 y 14 días.

Se puede observar que a los 14 días de interacción Pc – Gc, se presentan diferencias significativas en los PIC (ANOVA F=68,7, p<0,0001; Tuckey, p<0,05), continúa el mismo comportamiento que el observado a los 11 días de incubación (Figura 5 a). al día 14 se pudo verificar la interacción entre (Gc) y (Pc) día 21 (Figura 5 b y c).

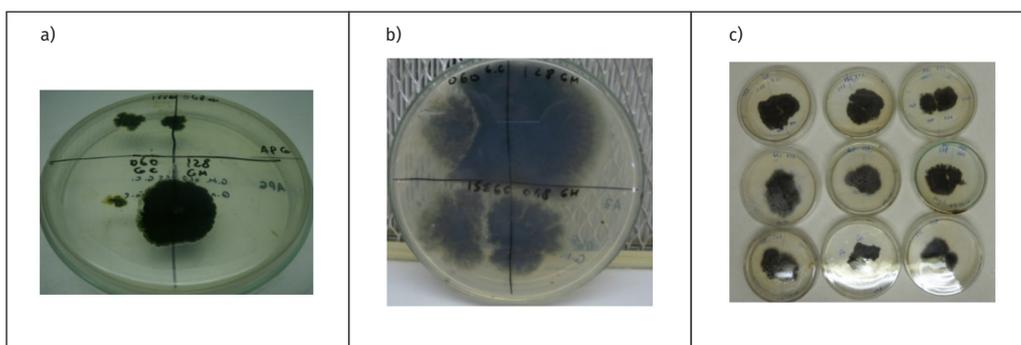


Figura 5. Interacciones en cultivos duales desarrollados en APG a 27°C ± 1°C. a) *P. capitalensis*- *G. citricarpa* en APG a 27°C ±1°C al día 14; b y c) día 21.

CONCLUSIONES

En *C. sinensis* no se encontró a *Phyllosticta capitalensis* causando síntomas directamente atribuidos a ella, se comportó como un hongo homotético endofítico, que se encuentra en el follaje de *C. sinensis*, colonizando el tejido parenquimático, acompaña al hospedante sin fructificar en él, hasta la senescencia de las hojas, cuando se desarrollan peritecios y/o picnidios.

P. capitalensis se la pudo aislar en muy baja frecuencia de corteza de frutos desde lesiones de la enfermedad llamada mancha negra, siempre acompañando al patógeno agente causal de la enfermedad *P. citricarpa*.

La evaluación de patogenicidad realizada en AO, confirma el comportamiento endofítico de *P. capitalensis* en *C. sinensis*, por lo que su presencia en tejido sintomático se debe a colonizaciones simultáneas con la especie patógena *P. citricarpa* con la que comparte hábitat junto con diversos hongos, debido a la transmisión horizontal, común entre las especies patógenas y endófitas arbóreas.

La existencia de colonizaciones simultáneas en los tejidos de las plantas, puede determinar diferencias en el resultado neto de las interacciones. La presencia de una especie endófita en un tejido sintomático no necesariamente la constituyen en el patógeno causal, tal como lo establece Koch en sus postulados, pero su presencia puede ser determinante en el resultado de la interacción patógeno-hospedante, ya que sus metabolitos se constituyen en el primer ambiente en el cual se desarrolla la enfermedad.

Los resultados de las interacciones in vitro de *P. citricarpa* con *P. capitalensis*, demuestran el papel mutualista de esta última con *C. sinensis*. Se pudo comprobar un mejor desempeño de *P. capitalensis*, en la competencia in vitro, frente a *P. citricarpa*, lo que determina una ventaja a la especie endófita en las plantas cítricas. Esta característica la posicionan como un potencial agente para el biocontrol en los programas de manejo integrado de la mancha negra de los cítricos, aprovechando la afinidad que tiene esta especie con el hospedante.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcoba N, Vigiani A, Bejarano N, Alvarez S, Serrano M & Bonillo M. (2000) Mancha Negra de los Cítricos. Epidemiología y Control, S S Jujuy,.
- Abello, J. F., & Kelemu, S. (2006). Hongos endófitos: ventajas adaptativas que habitan en el interior de las plantas. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 7(2), 55-57.
- Baayen R, Bonants P, Verkley G, Carroll G, Van Der AA H, Weerd M, ..., & Azevedo J. (2002). Nonpathogenic isolates of the citrus black spot fungus, *Guignardia citricarpa*, identified as a cosmopolitan endophyte of woody plants, *G. mangiferae* (*Phyllosticta capitalensis*), Phytopathology. 92: 88-92.
- Baldassari E, Wickert & De Goes A. (2008). Pathogenicity, Colony Morphology and Diversity of Isolates of *Guignardia citricarpa* and *G. mangiferae* Isolated from Citrus spp. European Journal of Plant Pathology, 120(2):103-110. <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-007-9182-0>
- Bell D K, Wells H D, & Markaman CR. (1982). In vitro antagonism of *Trichoderma* spp. against six fungal pathogens. Phytopathology, 72: 379-382.
- Bejarano N, Catacata J, & Albarracin M. (2009). *Guignardia mangiferae* un endófito en naranjo *Citrus sinensis*. Agraria. IV: 37-41.
- Bejarano, N.D., & Carrillo, L. (2016). Fungal Endophytes in Sweet Orange *Citrus sinensis* (L.) Osbeck in Jujuy-Argentina. *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*, 4.

- Bejarano N. (2017), *Guignardia mangiferae* en *Citrus sinensis*, sus interacciones con endófitos fúngicos foliares. FCN. UNSa
- Caruso, G., Golubkina, N., Tallarita, A., Abdelhamid, M. T., & Sekara, A. (2020). Biodiversity, ecology, and secondary metabolites production of endophytic fungi associated with amaryllidaceae crops. *Agriculture (Switzerland)*. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110533>
- Conde-Ferráez L. (2007). El locus MAT (mating-type) de los ascomicetos: su evolución, estructura y regulación. *Revista iberoamericana de micología*, 24(2), 95-99.
- De Silva, N. I., Brooks. S., Lumyong. S., & Hyde. K. D. (2019). Use of endophytes as biocontrol agents. *Fungal Biology Reviews*. 33 (2): 133-148. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2018.10.001>
- Durán E, Ploper D, Ramallo J, Piccolo-Grandi R, Hupper-Giancoli A, & Azevedo J., (2005). The foliar fungal endophytes of Citrus limon in Argentina, *Can. J. Bot.*, vol. 83, pp. 350-355.
- EPPO. (2020). EPPO PM 7/017 (3) *Phyllosticta citricarpa* (formerly *Guignardia citricarpa*). Diagnostic protocols for regulated pests. PM 7/017(3). EPPO Bulletin, England, 50:440-461.
- Fogliata G, Muñoz L, Rojas A, & Ploper D. (2011). Eficacia de tres estrobirulinas para el control de la mancha rojiza (*Guignardia mangifera* y Mancha negra (*Guignardia citricarpa*) en frutos de limón, en Tucumán República Argentina. *Revista industrial y agrícola de Tucumán*. versión On-line ISSN 1851-3018 Rev. Ind. Agric. Tucumán, 88 (1), 37- 45. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182011000100005&lng=es&tlng=es.
- Glienke-Blanco C, Aguilar-Vildoso C I, Vieira M L C, Barroso P A &, Azevedo J L. (2002). Genetic variability in the endophytic fungus *Guignardia citricarpa* isolated from citrus plants. *Genetics and Molecular Biology*, 25: 251-255.
- Glienke C, Pereira O, Stringari D, Fabris J, Kava-Cordeiro V, Galli-Terasawa L,...&, Crous P. (2011). Endophytic and pathogenic *Phyllosticta* species with reference to those associated with citrus black spot. *Persoonia*, 26:47-56.
- Hidalgo-Góngora E, Pérez V.(2010) Diferenciación morfológica, cultural y biológica de *Guignardia citricarpa* y *G. mangiferae* en frutos cítricos de Cuba. *Fitosanidad*, 14:141-152,
- Ikram, M., Ali, N., Jan, G., Jan, F. G., & Khan, N. (2019). Endophytic Fungal Diversity and their Interaction with Plants for Agriculture Sustainability Under Stressful Condition. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, 11(2), 115–123. <https://doi.org/10.2174/2212798410666190612130139>
- Kotzé J M. (2000). Black Spot. In LW Timmer, SM Grinsey, JH Graham (eds) *Compendium of Citrus Diseases*, 2^o ed, American Phytopathological Society Pres, St. Paul Minnesota, pp. 23-25.
- Kumaran, R. S., Muthumary, J., & Hur, B. K. (2008). Taxol from *Phyllosticta citricarpa*, a leaf spot fungus of the angiosperm *Citrus medica*. *Journal of bioscience and bioengineering*, 106(1), 103-106.
- Latz, M. A., Jensen, B., Collinge, D. B & Jørgensen, H. J. (2018). Endophytic fungi as biocontrol agents: elucidating mechanisms in disease suppression, *Plant Ecology & Diversity*, DOI: 10.1080/17550874.2018.1534146
- Meyer L, Jacobs R, Kotzé J M, Truter M, Korsten L.(2012). Detection and molecular identification protocols for *Phyllosticta citricarpa* from citrus matter. *South African Journal of Science*, 108(3-4): 53-59.
- Mousa, W. K., & Raizada, M. N. (2013). The Diversity of Anti-Microbial Secondary Metabolites Produced by Fungal Endophytes: An Interdisciplinary Perspective. *Frontiers in Microbiology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00100>

[org/10.3389/fmicb.2013.00065](https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00065)

- Muñoz Guerrero, J. (2021). Hongos Endófitos de Lima Tahití (citrus citrus x latifolia) y su Utilidad en el Biocontrol de *Colletotrichum acutatum* Causante de Antracnosis. Bucaramanga : Universidad de Santander, 2021.
- Peres, N. A., Harakava, R., Carroll, G. C., Adaskaveg, J. E., & Timmer, L. W. (2007). Comparison of Molecular Procedures for Detection and Identification of *Guignardia citricarpa* and *G. mangiferae*. *Plant disease*, 91(5), 525–531. <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-5-0525>.
- Rana, K. L., Kour, D., Sheikh, I., Yadav, N., Yadav, A. N., Kumar, V., ... Saxena, A. K. (2019). Biodiversity of Endophytic Fungi from Diverse Niches and Their Biotechnological Applications. Multi-Stage and Multi-Time Scale Feedback Control of Linear Systems with Applications to Fuel Cells, 105–144. doi:10.1007/978-3-030-03589-1_6. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-03589-1_6
- Rodríguez, K. F., Sieber, T. N., Grünig, C. R., & Holdenrieder, O. (2004). Characterization of *Guignardia mangiferae* isolated from tropical plants based on morphology, ISSR-PCR amplifications and ITS1-5.8S-ITS2 sequences. *Mycological research*, 108(Pt 1), 45–52. <https://doi.org/10.1017/S0953756203008840>
- Rodríguez, R. J., White, J. F., Arnold, A. E., & Redman, R. S. (2009). Fungal endophytes: Diversity and functional roles: Tansley review. *New Phytologist*. 182: 314–330. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02773.x>
- Romão, A. S., Spósito, M. B., Andreote, F. D., Azevedo, J. L. D., & Araújo, W. L. (2011). Enzymatic differences between the endophyte *Guignardia mangiferae* (Botryosphaeriaceae) and the citrus pathogen *G. citricarpa*. *Genetics and Molecular Research*, 10(1), 243-252.
- Rojas, E. C., Jensen, B., Jørgensen, H. J. L., Latz, M. A. C., Esteban, P., Ding, Y., and Collinge, D. B. (2020). Selection of fungal endophytes with biocontrol potential against *Fusarium* head blight in wheat. *Biological Control*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104222>
- Segaran. G., & Sathiavelu. M. (2019). Fungal endophytes: A potent biocontrol agent and a bioactive metabolites reservoir. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101284>
- Sieber T. (2007). Endophytic fungi in forest trees: are they mutualists? *Fungal Biology Reviews*, 21 (2): 75-89
- Tiscornia S. (2012). Comunidades de hongos endófitos de *Myrtaceae* neotropicales: evaluación de la producción de enzimas y metabolitos bioactivos. PhD Thesis. Universidad de la Republica. <http://www.bib.fcien.edu.uy/files/etd/resumen/uy24-16024R.pdf>.
- Wang N, Rollins J A y Dewdney M M. (2013). Characterization of the mating-type locus (MAT) of *Guignardia citricarpa*, the fungal causal agent of citrus black spot. *Phytopathology*, 103(6):156-156.
- Wang N Y, Zhang K, Rollins J A y Dewdney, M. M. (2014) Characterization of mating-type (MAT) loci of *Guignardia citricarpa*, the citrus black spot pathogen and *G. mangiferae*, the ubiquitous endophyte. *Phytopathology*, 104(11): 126-126.
- Wickert E, De Goes A D, Lemos E G D M, Souza A D, Silveira E L, Pereira, F D y Rinaldo D. (2009) Relações filogenéticas e diversidade de isolados de *Guignardia* spp. oriundos de diferentes hospedeiros nas regiões ITS1-5, 8S-ITS2. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(2), 360-380.
- Wickert A, Souza R, Pereira L, Kishi E, Lemos y De Goes A. (2014) Molecular and Pathogenic Study of

Guignardia spp. Isolates Associated to Different Hosts. *Advances in Microbiology*, 4(2): 116-125. doi:[10.4236/aim.2014.42016](https://doi.org/10.4236/aim.2014.42016).

Wright J, Johnson G, & Hyde K., (1998). Studies on the endophytic mycota of Citrus spp., Proceeding of international workshop holdat Chiang Mia, Thailand, ACIAR Proceedings Series, 80: 167-173.

Yan, L., Zhu, J., Zhao, X., Shi, J., Jiang, C., & Shao, D. (2019). Beneficial effects of endophytic fungi colonization on plants. *Applied Microbiology and Biotechnology*. Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-09713-2>

VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FORESTAL DE BOSQUES DE TRANSICIÓN DE TRASLASIERRA (CÓRDOBA) EN FUNCIÓN DE LA ELEVACIÓN, LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA

VARIATION OF THE FORESTAL COMPOSITION AND STRUCTURE OF TRANSITION FORESTS IN TRASLASIERRA (CÓRDOBA) DEPENDING ON ELEVATION, PRECIPITATION AND TEMPERATURE

Lucia Bottan^{1*}, Juan Manuel Cellini¹ y Micaela Medina²

¹Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

²Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

*Autor para correspondencia:
lucia.bottan@agro.unlp.edu.ar

RESUMEN

Período de Publicación:
Septiembre 2023

Historial:
Recibido: 27/12/2022
Aceptado: 01/03/2023

La vegetación arbórea de la Provincia de Córdoba se caracteriza por la presencia de bosques subtropicales xerófilos. En el noroeste de Córdoba se identifica un gradiente de elevación desde 100 a casi 2900 m.s.n.m. donde concurren los distritos de Chaco Árido y Chaco Serrano de la provincia chaqueña. En esta zona existen bosques de transición entre ambos distritos y la falta de estudios dificulta especialmente su delimitación espacial. El objetivo de este trabajo es identificar unidades forestales a partir del análisis de las diferencias de la estructura forestal y la composición de especies y en función de las variaciones en la elevación, la precipitación y la temperatura en bosques de transición Chaco serrano – Chaco Árido en Traslasierra, Córdoba. Los datos fueron recolectados en un total de 66 parcelas situadas en las Sierras del departamento de San Javier y en el departamento de San Alberto. En cada parcela se estimó la abundancia por especie, la densidad total, la biomasa, la riqueza y la distribución de clases diamétricas. Se realizó un análisis de conglomerados en función de la abundancia de especies y se realizaron análisis de varianza para comparar las diferencias de los grupos hallados con las variables ambientales (elevación, precipitación y temperatura). En las parcelas estudiadas se identifican 3 Unidades Forestales (UF) y, en general, se distingue una para cada uno de los tres sitios donde se establecieron parcelas, mostrando una concordancia entre la composición y abundancia de las especies y las variables ambientales de temperatura y precipitación, que varían en el gradiente altitudinal. Las UF difieren en densidad, área basal y biomasa, de acuerdo al gradiente planteado, mientras que las diferencias encontradas en riqueza y la distribución diamétrica no parecen estar relacionadas con el gradiente.

Palabras clave: Formaciones forestales, Chaco Árido, Chaco Serrano

SUMMARY

The arboreal vegetation of Córdoba Province is characterized by the presence of xerophytic subtropical forests. In the northwestern of Córdoba, an elevation gradient is identified from 100 to almost 2900 m a.s.l. where the Chaco Árido and Chaco Serrano districts of Chaco province meet. In this area there are transition forests, and the lack of studies makes its spatial delimitation particularly difficult. The objective of this work is to identify forest units from the analysis of the differences in forest structure and species composition and depending on the variations in elevation, precipitation, and temperature in Chaco serrano – Chaco Árido transition forests in Traslasierra, Córdoba. Data were collected from a total of 66 plots located in the sierras of San Javier and San Alberto departments. In each plot, abundance by species, total density, biomass, richness, and distribution of diameter classes were estimated. A cluster analysis was performed based on the abundance of species and analysis of variance was performed to compare the differences of the groups found with the environmental variables (elevation, precipitation, and temperature). In the plots studied, 3 FUs are identified and, in general, one is distinguished for each of the three sites where plots were established, showing a correlation between the composition and abundance of the species and the environmental variables of temperature and precipitation, which vary on the elevational gradient. The FUs differ to a greater or lesser extent in density, basal area, biomass, according to the proposed gradient, while the differences found in richness and diameter distribution do not seem to be related to the gradient.

Keywords: Chaco Árido, Chaco Serrano, forest Formations

INTRODUCCIÓN

Debido a la alta tasa de degradación que sufren las comunidades naturales en los últimos tiempos, la baja cantidad de estudios taxonómicos y sistemáticos efectuados, existe la posibilidad de una gran pérdida biológica sin que haya sido registrada y estudiada con anterioridad o que se haya estudiado de manera insuficiente (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Giorgis *et al.*, 2011). Los inventarios de vegetación o florísticos tienen como finalidad la descripción de la estructura y función de la vegetación para su aplicación en el uso y manejo de la misma (FAO, 2020). Los inventarios forestales, en particular, evalúan el estado actual de los recursos principalmente forestales, ya que se logra describir la estructura forestal, la composición florística y distinguir entre unidades de vegetación forestales, lo que sustenta el proceso de adopción de decisiones en la política y la gestión forestal referidas a su manejo, conservación y prestación de servicios ecosistémicos (SAyDSN, 2007).

En la Provincia de Córdoba, se hallan bosques subtropicales xerófilos, pertenecientes a dos regiones forestales: el Parque Chaqueño y el Espinal (Cabrera, 1976; Giménez & Moglia, 2003). Estas formaciones boscosas han sufrido un intenso proceso de deforestación y cambio de uso del suelo por varios siglos e intensificado en décadas más recientes debido al crecimiento de la agricultura pampeana, modificando y fragmentando los paisajes de las tierras bajas en sistemas agrícolas e incorporando tierras más elevadas y/o marginales para sistemas ganaderos y urbanización (Zak, Cabido, Cáceres & Díaz, 2008; Cabido,

et al., 2018). A esto se le suma la ocurrencia de disturbios como la acción del fuego, acentuando la fragmentación del paisaje (Verzino *et al.*, 2005), por lo que es pertinente intensificar los estudios en las regiones forestales de Parque Chaqueño y Espinal y las diferentes subregiones que las componen (Hernández & Giménez, 2016).

En las áreas donde existe la convergencia entre la región del Parque Chaqueño y del Espinal, e incluso dentro de cada una de ellas es común observar que se formen zonas de transición entre las diferentes comunidades (Begon, Townsend & Harper, 2006). En estas regiones forestales, se forman bosques de transición entre las diferentes subregiones que la conforman donde se pueden encontrar especies propias de ambas subregiones o incluso algunas ajenas a ambas (Cavallero & Carranza 2018). En la zona serrana, la elevación es un factor importante condicionante de la composición de especies ya que se relaciona con los regímenes de temperaturas, precipitación, vientos, entre otros elementos del clima (Castillo & Castellvi Sentis, 1996) estableciéndose climas más húmedos y templados en las sierras y más cálidos y secos en las planicies (MAyDS, 2020) que determinan diferentes fisonomías vegetales reflejando un mosaico de paisajes (Alberto, 2006). A partir de muestreos distribuidos en toda la superficie de la provincia de Córdoba, Cabido *et al.* (2018) demuestran que la heterogeneidad en la composición fisionómica y florística existente está principalmente relacionada con la elevación, la temperatura y/o las precipitaciones.

El objetivo de este trabajo fue identificar diferentes unidades forestales en los bosques de transición Chaco Serrano – Chaco Árido de Traslasierra, Córdoba, con el fin de analizar las diferencias en la composición forestal, estructura forestal y biomasa en un gradiente de elevación (300-900 msnm), asociado a un gradiente de precipitación y de temperatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

La región donde se realizó este estudio comprende a bosques de transición entre el Chaco Serrano y el Chaco Árido (Morello *et al.*, 2012), en la Provincia de Córdoba, en los Departamento de San Javier y Departamento de San Alberto (31° 49' - 32° 10' Sur; 65° 41' - 65° 00' Oeste). Al este se desarrolla el cordón montañoso denominado Sierras Grandes, que alcanza la mayor elevación (2900 m s.n.m.) de los cuatro cordones que conforman al sistema de las sierras de Córdoba (Cabido *et al.*, 2010). Al oeste, se encuentran los abanicos aluviales del piedemonte de las sierras, campos de dunas y zonas con mantos de arenas o médanos aislados (Carignano *et al.*, 2014).

El distrito del Chaco Árido se desarrolla en zona de planicies al oeste de las sierras y el del Chaco Serrano se lo ubica a lo largo del sistema de las sierras entre 400 y 1100 m s.n.m. de elevación aproximadamente (Cabido, 2010, Cabido *et al.*, 2018). En esta zona las precipitaciones se concentran mayoritariamente en la estación cálida, de octubre a marzo, con precipitaciones anuales que oscilan entre los 600 mm (extremo oeste) y los 800 mm (extremo este), con registros que demuestran un aumento con la elevación (Giorgis *et al.*, 2021). Las temperaturas oscilan de 7,5 °C en los picos más altos de las Sierras Grandes hasta los 20,1 °C en el extremo oeste del departamento de San Alberto (Fick & Hijmans, 2017).

Relevamiento forestal

Se realizaron un total de 66 parcelas de 8 metros de radio ($\cong 201,06\text{m}^2$), 56 parcelas en la localidad de Achiras, 5 parcelas en la localidad de Luyaba dentro de los departamentos de San Javier y 5 parcelas en la localidad de San Vicente departamento San Alberto (Figura 1). Las tres localidades relevadas presentan bosques secundarios. En cada parcela se determinó la estructura del bosque a través de la biometría forestal básica: especie (según Demaio *et al.*, 2002) y DAP (diámetro normal a 1,30 m del suelo, a partir de los 20 cm de perímetro). En caso de haber bifurcaciones de un mismo pie se tomaron como individuos diferentes si la misma está por debajo del DAP. Además en el centro de cada parcela se registró la elevación

mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

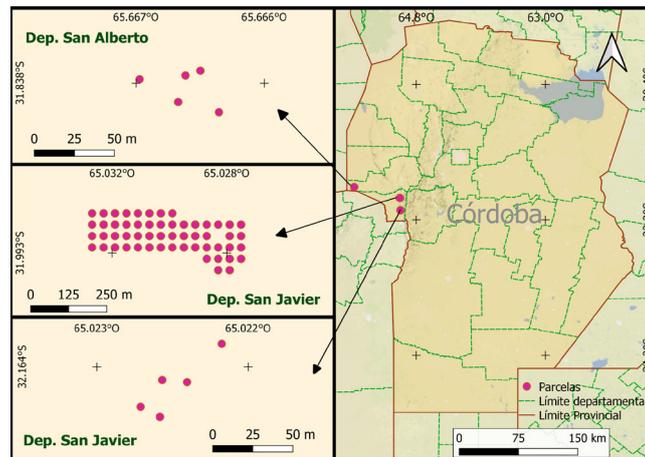


Figura 1. Ubicación de las parcelas de muestreo en los departamentos de San Alberto y San Javier de la Provincia de Córdoba, Argentina.

Para cada parcela se estimó la densidad (Den) como el total de los individuos por hectárea (ind. ha^{-1}), el área basal (AB) como la sumatoria de las áreas transversales de los individuos al 1,3 m en una superficie de ocupación ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$), la riqueza (R) como número de especies por parcela. Para estimar la biomasa se utilizó un modelo alométrico general (ecuación 2) de Jérôme *et al.*, (2014) que permite estimar la biomasa aérea de diferentes especies de manera precisa al tomar la densidad de la madera como variable. Los datos utilizados de altura se estimaron a partir de la ecuación 1 y la densidad básica de cada especie provienen de la base de datos del INTI-CITEMA. La biomasa total (Bt) de cada árbol se expresa como en la ecuación 3, utilizando como factor de conversión 1,2 establecido por el IPCC, donde expresa que la biomasa de las raíces representa el 20% de la biomasa total.

Ecuación 1: $HT = 2,28818 \cdot DAP^{0.515197}$

Ecuación 2: $Ba = 0,0673(d/1000 \cdot DAP^2 \cdot HT)^{0,976}$

Ecuación 3: $Bt = Ba \cdot 1,2$

Dónde: Ba es la biomasa aérea de un árbol, en Kg; d es la densidad de la madera seca de la especie (contenido de humedad 12%), expresada en Kg/m^3 ; el DAP es el diámetro a la altura del pecho, en cm; HT es la altura total, expresada en m.

La verificación de los nombres científicos se hizo en su mayor parte siguiendo el «Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur» (Zuloaga *et al.*, 2008) y su actualización «on line» (www.darwin.edu.ar).

La precipitación (PP, en mm) y temperatura (T, en $^{\circ}\text{C}$) utilizada fue obtenida de la base de datos WorldClim (<https://www.worldclim.org/>).

Análisis estadístico

Para identificar las unidades forestales (UF), se realizó primariamente un Análisis de Conglomerados jerárquicos (AC), a partir de la abundancia por especie hallada en cada parcela. El método de distancia utilizado fue el de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento que se utilizó fue el de Ward. Se obtuvo un dendrograma, una representación gráfica en forma de árbol que muestra las relaciones jerárquicas entre las unidades de estudio según sus valores de similitud. La clasificación en grupos se obtuvo al establecer un criterio de corte, este paso final se realizó observando los grupos principales formados en el dendrograma (Matteucci & Colma, 1982). Luego, para terminar de definir las UF, se realizó un Análisis de la varianza (ANOVA) con los grupos resultantes del AC utilizando como variables a la elevación, PP y T.

De esta manera, las parcelas se asignaron a una unidad forestal de acuerdo a la existencia de diferencias significativas entre los grupos con respecto a una o más variables ambientales. Los grupos que no presentan diferencias significativas entre sí con respecto a las variables ambientales se agruparon en una única UF. En el caso de no cumplir con los supuestos de homogeneidad de varianzas se realizó un análisis no paramétrico, utilizando la prueba de Kruskal-Wallis (KW).

Caracterización de las UF

Teniendo en cuenta estas UF, se testearon si hubo diferencias entre densidad, área basal, biomasa y riqueza mediante ANOVA o prueba de Kruskal-Wallis (KW). En caso de que se hayan encontrado diferencias se realizó el test de tukey para encontrar aquellas medias que son significativamente diferentes. En el análisis de la distribución en clases diamétricas se realizó un test de chi-cuadrado para así determinar la existencia de diferencias de las frecuencias diamétricas entre las UF.

RESULTADOS

Se obtuvieron cinco agrupaciones como resultado del análisis multivariado a partir de la decisión de cortar el dendrograma (Figura 2) en una distancia de 0,6. El criterio para definir los grupos se basó en elegir una distancia que permita la comparación posterior de las diferentes variables composicionales y ambientales definidas para terminar de definir las UF. Se enumeraron las agrupaciones del 1-5.

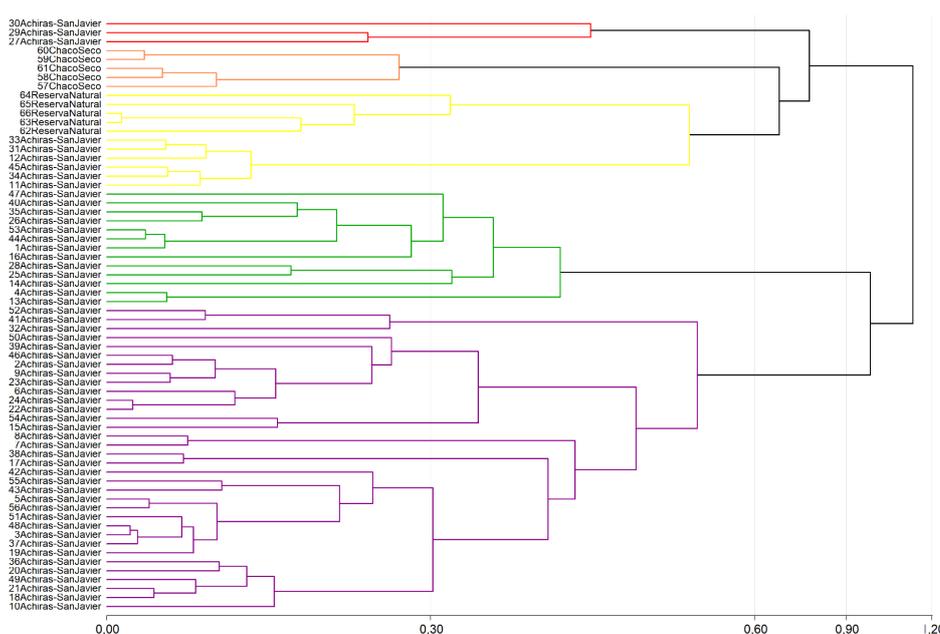


Figura 2. Dendrograma. Se distinguen con colores diferentes el agrupamiento de las parcelas (eje Y) que se determinaron a partir del corte en una distancia de 0,6 (eje X). Las parcelas se agrupan según el color: rojo corresponden al grupo 1, naranja al grupo 2, amarillo al grupo 3, verde al grupo 4 y violeta al grupo 5.

Con estos 5 grupos se realizó un ANOVA, en la tabla 1 se observan los resultados, a partir de esta división se describieron las tres unidades forestales: la UF1, conformadas por las parcelas del grupo 1, 4 y 5 (Figura 2), representa 75,8% de la superficie inventariada, está ubicada en Achiras, San Javier, con excepción de 6 parcelas. La UF2, conformada por el grupo 2 del dendrograma, representa el 7,6% de la superficie (Figura 2). En esta UF se encuentran las cinco parcelas ubicadas en el departamento de San Alberto, en planicies con elevaciones de poco más de 300 m.s.n.m. La UF3, integrada por el grupo 3, representa el 16,6% restante de la superficie inventariada y comprende 6 parcelas en Achiras y las 5 parcelas inventariadas en Luyaba, ambas localidades pertenecientes al departamento de San Javier (Figura 2).

Tabla 1. ANOVA de las variables ambientales, elevación, precipitación y temperatura para los grupos determinados a partir del dendrograma. G: Grupo; elevación: la media de la elevación en m s.n.m; PP: la media de la precipitación media anual en mm; T: Temperatura media anual en °C; Las medias con sus respectivos desvíos estándar con una letra común no son significativamente diferentes (test de tukey $p > 0,05$).

G	N	elevación	PP	T
1	3	831,8 b	730 c	16,6 b
2	5	335,5 a	604 a	19,9 c
3	11	861,4 c	724 b	16,4 a
4	12	819,9 b	730 c	16,6 b
5	35	817,1 b	730 c	16,6 b
F		926,8	2784,6	2008,4
p		<0,0001	<0,0001	<0,0001

En la tabla 2 se observan las especies forestales relevadas en el inventario, su abundancia discriminadas por UF y si pertenecen a la flora nativa o exótica.

Tabla 2. Abundancia de las especies relevadas en el inventario forestal, diferenciadas en tres unidades forestales (UF1, UF2, UF3).

Especie	UF1	UF2	UF3	Total	Origen
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltld.	59	1	57	117	Nativa
<i>Bougainvillea stipitata</i> Griseb.	59	0	4	63	Nativa
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Kltzsch) Liebm.	254	0	2	256	Nativa
<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Harms	0	35	0	35	Nativa
<i>Cereus forbesii</i> Otto ex C.F. Först.	0	0	3	3	Nativa
<i>Ficus carica</i> L.	6	0	0	6	Exótica
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	3	0	0	3	Nativa
<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek	2	0	0	2	Nativa
<i>Larrea divaricata</i> Cav.	7	0	0	7	Nativa
<i>Laurus nobilis</i> L.	4	0	0	4	Exótica
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	2	0	0	2	Nativa
<i>Melia azedarach</i> L.	1	0	0	1	Exótica
<i>Mimozyanthus carinatus</i> (Griseb.) Burkart	3	0	0	3	Nativa
<i>Morus alba</i> Bureau	2	0	0	2	Nativa
<i>Neltuma alba</i> (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis.	12	0	0	12	Nativa
<i>Neltuma flexuosa</i> (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	0	31	0	31	Nativa
<i>Neltuma nigra</i> (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	26	0	3	29	Nativa

<i>Strombocarpa torquata</i> (Cav. ex Lag.) Hutch.	2	0	44	46	Nativa
<i>Ruprechtia apetala</i> Wedd	473	0	26	499	Nativa
<i>Salix humboldtiana</i> Wild	9	0	0	9	Nativa
<i>Sarcomphalus mistol</i> (Griseb.) Hauenschild	2	0	0	2	Nativa
<i>Schinus fasciculatus</i> (Griseb.) I.M. Johnst.	8	0	0	8	Nativa
<i>Schinus molle</i> L.	15	0	0	15	Nativa
<i>Senegalia praecox</i> (Griseb.) Seigler & Ebinger	0	0	4	4	Nativa
<i>Vachellia aroma</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	7	0	0	7	Nativa
<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger	249	0	16	265	Nativa
<i>Vitis vinifera</i> L.	2	0	0	2	Exótica
<i>Zanthoxylum coco</i> Gillies ex Hook. f & Arn.	3	0	0	3	Nativa
Total general	1220	67	149	1436	

El análisis de la varianza para Den, AB y R y el análisis de Kruskal Wallis para la B, determinaron la presencia de diferencias significativas entre las unidades forestales identificadas ($p < 0,05$, Figura 3). La Den y AB fue mayor en la UF1 que en la UF2, mientras que la UF3 no presenta diferencias con ninguna de las UF (Figura 3). La B de la UF2 fue menor que las UF1 y UF3 las cuales no presentaron diferencias significativas (Figura 3). La riqueza fue mayor en la UF1 que en las UF2 y UF3, las cuales no presentaron diferencias significativas entre sí (Figura 3).

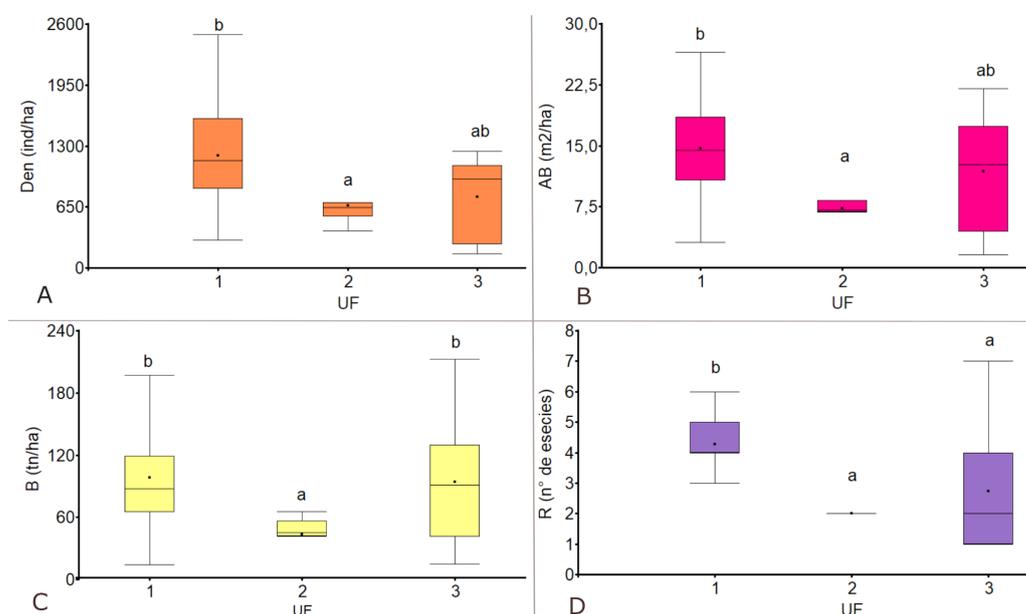


Figura 3. Diagrama de cajas para las variables (A) Den: densidad; (B) AB: Área Basal; (C) B: biomasa; (D) R: riqueza forestal. Las unidades de medida están especificadas en cada gráfico en el eje de ordenadas. En el eje x están las UF1, 2 y 3. Las UF que presentan letras en común no son significativamente diferentes (test de tukey $p > 0,05$).

Los resultados del análisis de chi cuadrado demostraron que existen diferencias de las distribuciones diamétricas entre la UF3 con respecto a las UF1 Y UF2 ($p < 0,05$). Entre las UF1 y UF2 no se encontraron diferencias significativas. En la figura 4 se puede observar que, en las tres UF la mayor parte de los individuos de la población corresponden a las clases diamétricas menores y en la UF 1 Y UF3 se observa

la forma comúnmente observada de “jota invertida”.

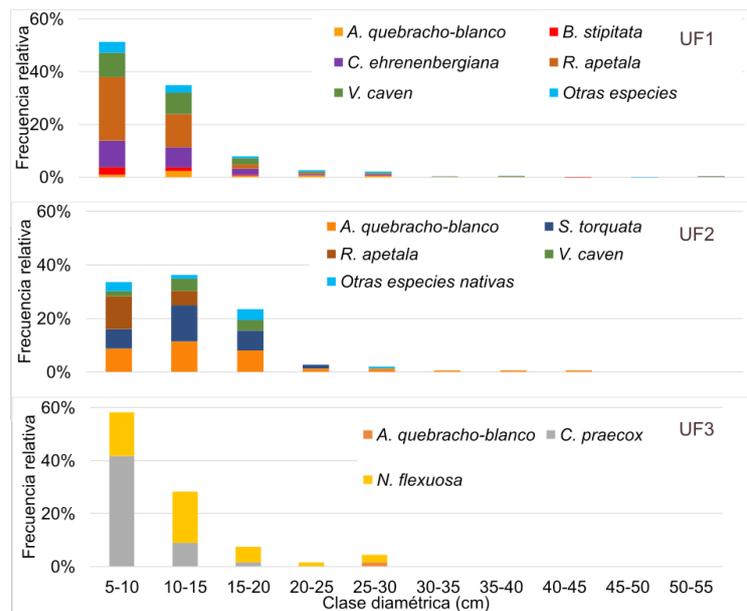


Figura 4. Gráfico de distribución de frecuencias diamétricas para las diferentes UF. UF: unidad forestal.

DISCUSIÓN

Las parcelas estudiadas se agruparon en 3 UF y, en general, se distingue una para cada uno de los tres sitios donde se establecieron parcelas, mostrando una concordancia entre la composición y abundancia de las especies y las variables ambientales de temperatura y precipitación, que varían en el gradiente altitudinal. De acuerdo al rango elevacional, tanto la UF1 y la UF3 se corresponderían con el distrito Chaco Serrano que se extiende actualmente entre 400 y 1400 m s.n.m. (Cabido et al., 2010; Giorgis et al., 2011). La UF2 se ubica en el distrito Chaco Árido, según Cabrera (1976) o subregión Chaco árido, según el Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos (MAyDS, 2020).

Los resultados denotan una tendencia a una mayor biomasa de especies forestales con el aumento de la elevación. La UF1 y la UF3, que se encuentran en rangos de elevación mayores que la UF2, fueron las que presentaron mayores valores de biomasa. La riqueza, en cambio, fue mayor sólo en la UF1, mientras que en la UF2 y la UF3 no se encontraron diferencias significativas, por lo que no se verifica la tendencia esperada de mayor riqueza con la mayor elevación, tal como establece Cabido et al. (2018). Cabe aclarar que en el presente estudio no se realizó una prueba estadística para verificar si el muestreo fue suficiente para caracterizar la riqueza de las diferentes comunidades (Magurran, 2004), sumado a esto las unidades forestales resultantes presentaron un esfuerzo de muestreo dispar, con lo que las diferencias en riqueza observada pueden deberse a número mayor de parcelas medidas en la UF1.

En las tres UF se observan estructuras forestales jóvenes, con poca o nula presencia de individuos con DAP mayores a los 30 cm. Esto puede deberse al hecho de que no son sitios prístinos consecuencia de la extracción forestal sin un manejo adecuado o nulo que sufrió la región durante los últimos siglos donde se aprovechaban principalmente los árboles de mayor diámetro (Cabido et al., 1994; Zak et al., 2008). Como resultado, una variedad de formaciones leñosas secundarias con prácticamente sólo *A. quebracho-blanco* como especie del estrato superior (Brown, Martínez Ortiz, Acerbi & Corcuera, 2005), presente en las tres unidades forestales y coincide con lo señalado en el Segundo Inventario Forestal de Bosque Nativo (MAyDS, 2020), y un estrato inferior muchas veces cerrado y espinoso (Brown et al., 2005). Dentro del estrato inferior, las especies encontradas para la UF2 fueron *C. praecox* y a *N. flexuosa* en concordancia con lo establecido por Cabido et al., (2018). Las especies del estrato inferior más representativas encontradas

en la UF1 y UF3 son *R. apetala*, *V. caven*, *C. ehrenbergiana*, *B. stipitata* y, para la UF3 se añade *S. torquata* y coinciden como especies citadas para esta región por Cabido et al., (1991, 2018). Sin embargo, se destaca la ausencia de comunidades citadas por estos mismos autores como bosque serrano, los cuales están dominados por *L. molleoides* con presencia de *C. ehrenbergiana* y *Z. coco*. Suárez & Vischi (1997) proponen que las distintas variaciones de la composición vegetal constituyen una matriz heterogénea del paisaje serrano y no en estratos bien definidos.

Por otro lado, la UF1 incluyó tres agrupaciones del dendrograma que denotaron diferencias de composición de especies pero que no presentaron diferencias en elevación, ni temperatura o precipitación, probablemente otras variables que no fueron analizadas en este estudio podrían influir en la composición y estructura como son las variables edafológicas y/o geomorfológicas, tales como el tipo de suelo, grado de pendiente, exposición de ladera, cercanía a cursos de agua, entre otras o con perturbaciones tales como incendios y pastoreo (Giorgis et al., 2013, 2017) donde las discontinuidades florísticas y fisonómicas pueden responder a disturbios y no a factores ambientales.

Se destaca que en el dendrograma se distinguió un grupo de tres parcelas con presencia de especies exóticas (grupo 1: *F. carica*, *M. azedarach*, *V. vinifera*, *L. nobilis* y *M. alba*). Identificar su presencia o ausencia es de interés debido a que existen estudios que determinan que la invasión y avance de especies forestales exóticas provoca en los bosques una menor riqueza de especies nativas, equitatividad y diversidad (Díaz Villa et al., 2016; Zamora et al., 2014; Franco et al., 2018). Sin embargo, en este estudio pocas parcelas presentaron especies exóticas, lo que lo diferencia con bosques cercanos donde se observa un camino sucesional alternativo hacia bosques exóticos naturalizados (Gioris et al., 2011). En ese sentido, la identificación de UF es de importancia para futuros estudios de manejo que tengan como objetivo garantizar la conservación de estos ecosistemas forestales.

Los resultados de densidad y área basal promedio de las tres UF fueron mayores de acuerdo a la subregión a la que pertenecen según el Segundo Inventario Forestal de Bosque Nativo (MAyDS, 2020). Según esta información, la densidad para la subregión Chaco Serrano es de 356,79 ind.ha⁻¹ y área basal 6,31 m².ha⁻¹ y para el Chaco Árido es de 264,27 ind.ha⁻¹ y área basal de 4,46 m².ha⁻¹ (MAyDS, 2020). Las diferencias pueden estar dadas al hecho de que el Segundo Inventario Forestal de Bosque Nativo se valió de las mediciones de parcelas ubicadas por toda la extensión de las subregiones, extendiéndose a otras provincias. También la metodología de muestreo fue diferente a la que se realizó en este inventario.

El esquema de clasificación en unidades forestales planteado constituye un paso hacia la identificación de estrategias eficientes de conservación y manejo. Los estudios adicionales podrían incluir otros sitios de muestreo, con el fin ampliar la clasificación de la vegetación a otras áreas de la región, como también incluir otras variables no incluidas en este estudio. De esta forma se podría profundizar el conocimiento sobre la distribución y la dinámica de estas comunidades. Por otro lado, determinar especies de mayor interés económico y/o ecológico es importante para definir tratamientos silvícolas, fijar los objetivos de conducción de la estructura y establecer métodos de corta, en el caso de un aprovechamiento sostenible (Uribe, 1984) de estos bosques secundarios en una matriz altamente antropizada.

CONCLUSIONES

Se logró la diferenciación en unidades forestales de los bosques de transición Chaco Serrano-Chaco Árido a partir de su composición forestal y de variables ambientales. La elevación, precipitación y temperatura permitieron identificar UF para su posterior análisis estructural de acuerdo al objetivo planteado las cuales mostraron diferencias en mayor medida en la composición y biomasa, y en menor medida, en densidad y área basal. Las UF 1 Y UF 3 que se encuentran en las condiciones ambientales más similares (mayores precipitaciones, altitud y menores temperaturas) son las que más se asemejan en composición y estructura y la UF 2 fue la más diferente. Otras diferencias encontradas, como la riqueza o la distribución diamétrica no siguen el patrón de este gradiente planteado.

BIBLIOGRAFÍA

- Acker, S. A., Sabin, T. E., Ganio, L. M. & McKee, W. A. (1998). Development of old-growth structure and timber volume growth trends in maturing Douglas-fir stands. *Forest Ecology and Management*, 104, 265-280.
- Alberto, J. (2006). El Chaco Oriental y sus fisonomías vegetales. *Geográfica digital*. 3. 1. 10.30972/geo.352823.
- Atencia, M.E. (2003). Densidad de maderas (kg/m³) ordenadas por nombre común. INTI, CITEMA, Argentina. 8 p.
- Azaro, J. M. (2020). Inventario Forestal de Bosque Nativo. Quebrada del Ailuu, Yungas Tucumanas. Tesis de grado. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 91 pp.
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems* Blackwell, 738 p.
- Brown, A., Martínez Ortiz, U., Acerbi, M. & Corcuera, J. (2005). La situación ambiental Argentina pp. 74-100, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, Argentina.
- Cabido, M., Carranza, M.L., Acosta, A. & Páez, S. (1991). Contribución al conocimiento fitosociológico del Bosque Chaqueño Serrano en la provincia de Córdoba, Argentina. *Phytocoenología*, 19, 547-566.
- Cabido, M., Manzur, A., Carranza, M.L. & Gonzalez Albarracin, C. (1994). La vegetación y el medio físico del Chaco Árido en la provincia de Córdoba, Argentina Central. *Phytocoenología*, 24, 423-460. 10.1127/phyto/24/1994/423.
- Cabido, M., Giorgis, M.A. & Tourn, M. (2010). Guía para una excursión botánica en las sierras de Córdoba. ISSN 0373-580 X *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 45 (1-2), 209-219.
- Cabido, M., Zeballos, S., Zak, M., Carranza, M.L., Giorgis, M.A., Cantero J. & Acosta, A. (2018). Native woody vegetation in central Argentina: Classification of Chaco and Espinal forests. *Applied Vegetation Science*, 21, 298-311. <https://doi.org/10.1111/avsc.12369>
- Cabrera, A. L. (1976). Regiones Fitogeográficas Argentinas. In: PARODI, L. R. & M. J. DIMITRI (eds.), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, pp. 1-85. ACME S.A.C.I., Buenos Aires.
- Carignano, C., Kröhling, D., Degiovanni, S. & Cioccale M. (2014). Geomorfología de la provincia de Córdoba (Argentina). *Relatorio del XIX congreso geológico argentino*, Pp:747-821.
- Castillo, F. E. & Castellvi Sentis F.. (1996). La atmósfera. Composición y distribución vertical. En: *Agrometeorología*. Ediciones Mundi-Prensa. Pp. 23-30.
- Cavallero, L., & Carranza, C. A. (2018). Ordenamiento Ambiental de Bosques y Ecosistemas Asociados para el Desarrollo Sustentable en el ejido del Municipio de Nono, Valle Traslasierra, Córdoba (Argentina).
- Demaio, P. H., Medina, M. & Karlin, U.O. (2002). Árboles nativos del centro de Argentina. Editorial L.O.L.A. 210 pp.
- Díaz Villa, M., Madanes, N., Cristiano, P. & Goldstein, G. (2016). Composición del banco de semillas e invasión de *Ligustrum lucidum* en bosques costeros de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 37 (3), 581-590.
- Giménez, A. M. & Moglia, J. G. (2003). Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico.

Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina. [en línea] 308 p. ISBN digital: 978-95852-9-1.

- Giorgis, M. A., Cingolani, A. M. & Cabido, M. (2013). El efecto del fuego y las características topográficas sobre la vegetación y las propiedades del suelo en la zona de transición entre bosques y pastizales de las sierras de Córdoba, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 48, 493-513.
- Giorgis, M. A., Cingolani, A. M., Gurvich, D. E., Tecco, P. A., Chiapella, J., Chiarini, F. & Cabido, M. (2017). Changes in floristic composition and physiognomy are decoupled along elevation gradients in central Argentina. *Applied Vegetation Science*, 20, 558-571. <https://doi.org/10.1111/avsc.12324>
- Giorgis, M. A., Palchetti, M.V., Morero, R., Cabido, M., Chiapella J.O. & Cingolani A. M. (2021). Flora Vascular De Las Montañas De Córdoba (Argentina): Características Y distribución De Las Especies a través Del Gradiente Altitudinal. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 56, 327-345. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v56.n3.30355>
- Giorgis, M. A., Cingolani, A. M., Chiarini, F., Chiapella, J., Barboza, G., Ariza Espinar, L., Morero, R., Gurvich, D. E., Tecco, P. A., Subils, R. & Cabido, M. (2011). Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano en la provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana*, 36 (1), 9-43.
- Gómez, A. & Gallopín, G. C. (1991). Estimación de la productividad primaria neta de ecosistemas terrestres del mundo en relación a factores ambientales. *Ecología Austral*, 1, 24-40.
- Fick, S. E. & Hijmans, R.J. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37 (12), 4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Franco, G. M., Plaza Behr, M. C., Medina, M., Pérez, C., Mundo, I. A., Cellini, J. M., & Arturi, M. F. (2018). Talares from northeastern Buenos Aires in the presence of *Ligustrum lucidum* WT (Aiton): Changes in forest structure and dynamics. *Ecología Austral*, 28(03), 502-512.
- Hernández, P. & Giménez, A.M. (2016). Diversidad, composición florística y estructura en el Chaco Serrano, Argentina. *Madera y Bosques*, 22(3), 37-48.
- Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). (1996). Report of the twelfth session of the Intergovernmental Panel of Climate Change. Reference manual and workbook of the IPCC 1996 revised guidelines for national greenhouse gas inventories. México: IPCC
- Jérôme, C., Réjou-Méchain, M., Burquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M.S., Delitti, W.B., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P.M., Goodman, R.C., Henry, M., Martinez-Yrizar, A., Mugasha, W.A., Muller-Landau, H.C., Mencuccini, M., Nelson, B.W., Ngomanda, A., Nogueira, E.M., Ortiz-Malavassi, E., Pélissier, R., Ploton P., Ryan C.M., Saldarriaga, J. G. & Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177-3190. ISSN 1354-1013.
- Magurran, A.E. (2004) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford, 256 p.
- Matteucci, S. & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Monografías Científicas. Grupo de Ecología del Paisaje. Serie Biología Número 22. OEA. Washington D.C. 162 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS). (2020). Segundo Inventario Nacional

de Bosques Nativos: informe Parque Chaqueño: primera revisión. Buenos Aires.

Morello, J., Matteucci, S., Rodriguez, A. & Silva, M. (2012). Ecorregiones y complejos ecosistémicos Argentinos. Orientación Gráfica Editora S.R.L., Buenos Aires. 752 pp.

Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing: Oxford, UK.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2020). Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS). Disponible en <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules-alternative/es/> Último acceso: mayo 2022

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (SAyDSN) 2007. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. 1ra edición. Buenos Aires

Suárez, S. & Vischi, N. (1997). Caracterización fisonómico-estructural de vegetación serrana (Alpa Corral-Córdoba-Argentina). *Multequina*, (6),21-32. [fecha de Consulta 30 de Octubre de 2021]. ISSN: 0327-9375. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42800604>

Uribe, G. A. (1984). Comportamiento de las distribuciones diamétrica de frecuencias de bosques disetáneos. Seminario forestal, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín 90 p.

Verzino G., Joseau, J., Dorado, M., Gellert, E., Rodríguez Reartes, S. & Nóbile, R. (2005). Impact of fires on plant diversity, sierras of Córdoba, Argentina. *Ecología Aplicada*, 4(1-2), 25-34.

Wabo, E. (1999). Guía de clases, Estructura y densidad. Curso de dasonomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.

Zak, M. R., Cabido, M., Cáceres, M. & Díaz, S. (2008). What drives accelerated land cover change in central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic, and technological factors. *Environment Management* 42(2), 181-189. [dx.doi.org/10.1007/s00267-008-9101-y](https://doi.org/10.1007/s00267-008-9101-y).

Zamora Nasca, L., Montti, L., Grau, R., & Paolini, L. (2014). Efectos de la invasión del ligustro, *Ligustrum lucidum*, en la dinámica hídrica de las Yungas del noroeste Argentino. *Bosque (Valdivia)*, 35(2), 195-205.

Zuloaga, F. O., Morrone, O. & Belgrano, M. J. 2008 (eds.). Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 107, 1-3348.

ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE CALIDAD Y POLIFENOLES EN MANZANAS Y SIDRAS ARTESANALES DE LA QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY

ANALYSIS OF QUALITY PARAMETERS AND POLYPHENOLS IN APPLES AND ARTISAN CIDERS FROM THE HUMAHUACA GORGE, JUJUY

Peñaloza Reynaga, Julieta¹, Choque, Daniela¹, Castro, Virginia¹, Ávila Carreras, Natalia^{*}

¹Grupo INQA (Investigación Química Aplicada) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy

*Autor para correspondencia:

avila.carreras@gmail.com

Período de Publicación:

Septiembre 2023

Historial:

Recibido: 24/05/2023

Aceptado: 14/07/2023

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue caracterizar, mediante análisis físico-químicos, manzanas y sidras procedentes de la Quebrada de Humahuaca Jujuy Argentina, cuantificando, además, el contenido polifenólico de ambas. Se estudiaron (n=17) manzanas de los Departamentos de Tumbaya y Humahuaca. Las variedades analizadas fueron: O´Henry, Granny Smith, Red Delicius, Gran deliciosa, Amarilla tempranera, Amarilla deliciosa, Melona, Criolla chata, Verde Deliciosa, Cara sucia y Rojita. En las mismas se determinó: pH, °Brix, acidez total, polifenoles totales, y se caracterizó en bloques tecnológicos. En las sidras artesanales (n=8) se determinó: acidez volátil, acidez total, grado alcohólico, pH y polifenoles totales. En manzanas se obtuvo: pH de 2,97 a 4,86; °Brix de 8 a 17; acidez total de 0,87 a 7,53 g ác. málico/L y polifenoles totales de 0,64 a 2,33 g EAG/L. De la caracterización de manzanas se obtuvo: ácidas (17,64%), ácida-amarga (5,88%), aciduladas (17,64%), amarga-acidulada (5,88%), dulces (41,17%), dulce-amarga (5,88%) y amarga (5,88%). En sidras se obtuvo: pH de 3,87 a 4,12; acidez total de 2,19 a 4,76 g ác. málico/L; acidez volátil de 0 a 1,476 g ác. acético/L; grado alcohólico de 6 a 12%vol y polifenoles totales de 0,132 a 1,656 g EAG/L. Se observó alto contenido de polifenoles en las manzanas. Todas las sidras cumplieron con los requisitos mínimos exigidos por el Código Alimentario Argentino. Sin embargo, se requiere mejorar el proceso de elaboración debido a que existe una importante pérdida de polifenoles.

Palabras clave: manzana, sidra artesanal, caracterización, polifenoles, antioxidantes

SUMMARY

The aim of this study was to characterise apples and ciders from the Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina, by means of physicochemical analysis, and to quantify the polyphenolic content of each of them. Apples

from the Departments of Tumbaya and Humahuaca (n=17) were studied. The varieties analyzed were: O'Henry, Granny Smith, Red Delicious, Great Delicious, Early Yellow, Delicious Yellow, Melona, Flat Creole, Delicious Green, Dirty Face, and Red. The following were determined: pH, °Brix, total acidity, total polyphenols, and it was characterized in technological blocks. In artisanal ciders (n=8), the following were determined: volatile acidity, total acidity, alcoholic degree, pH and total polyphenols. In apples the following were obtained: pH from 2.97 to 4.86; °Brix from 8 to 17; total acidity from 0.87 to 7.53 g ac. Malic acid/L and total polyphenols from 0.64 to 2.33 g GAE/L. From the characterization of apples, the following were obtained: sour (17.64%), sour-bitter (5.88%), sour (17.64%), bitter-sour (5.88%), sweet (41.17%), sweet bitter (5.88%) and bitter (5.88%). In ciders, the following was obtained: pH from 3.87 to 4.12; total acidity from 2.19 to 4.76 g ac. malic/L; volatile acidity from 0 to 1,476 g aq. acetic/L; alcoholic strength from 6 to 12%vol and total polyphenols from 0.132 to 1.656 g GAE/L. High polyphenol content was observed in apples. All ciders met the minimum requirements of the Argentine Food Code. However, the production process needs to be improved due to the significant loss of polyphenols.

Keywords: antioxidants, apple, characterization, craft cider, polyphenols

INTRODUCCIÓN

Las manzanas son frutos pomáceos pertenecientes a la familia de las rosáceas (Cárdenas & Fischer, 2013), estas ofrecen nutrientes variados como: azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa) y fibra; agua en un 85-90%; vitaminas E, B3, y minerales como potasio en forma discreta (Hidalgo Filipovich et al., 2016). Además de ser una fruta con contenido nutricional diverso, contiene compuestos antioxidantes denominados polifenoles que resultan beneficiosos para la salud brindando protección frente a enfermedades degenerativas (Seipel et al., 2009).

A nivel mundial, la producción de manzanas está liderada por China con casi el 50% de producción. Argentina ocupa el décimo lugar entre los 15 principales países productores (Toranzo, 2016). En relación a este último, la producción de manzanas se encuentra distribuida en un 90% en las provincias de Río Negro y Neuquén, y en un 10% en Mendoza (Bruzzone, 2008), como así también en otras de las que no se tienen datos oficiales.

La región de la Quebrada de Humahuaca, ubicada en la provincia de Jujuy-Argentina, se destaca por la producción y comercialización de manzanas de manera informal. Entre las variedades comerciales se encuentran: Granny Smith, Red Delicious, O' Henry, por otro lado, también existen variedades criollas (ecotipos no tipificados) como Cara Sucia, Amarilla Tempranera y Rojita; nombres asignados por los pobladores de acuerdo a las características que presentan. Algunas zonas de la Quebrada de Humahuaca son de difícil acceso, lo que dificulta la venta de estos frutos en fresco, por tal motivo los productores buscan nuevas alternativas, como la elaboración de sidra artesanal.

La producción de esta bebida alcohólica fermentada artesanal a base de manzana (Ablin, 2011), resulta una buena opción para dar valor agregado a la producción de este fruto. Según Mangas Alonso (1996), la obtención de una sidra artesanal de buena calidad se logra con una mezcla equilibrada de distintas variedades de manzanas, y para esto, es necesario realizar un estudio preliminar de los parámetros

físico-químicos: polifenoles totales y acidez total, que permiten caracterizar (ver Figura 1) a estos frutos en bloques tecnológicos.

La bibliografía consultada indica que los porcentajes recomendados de mezcla de manzanas, son: ácidas 40%, semi-ácidas 30-25%, dulces 15-10%, dulce-amargas 15-20% y amargas 5% (Mangas Alonso, 1996).

De la evaluación de los antecedentes realizada en la Quebrada de Humahuaca, se observó que no existen estudios realizados de caracterización de manzanas. Por tal motivo, se consideró pertinente resolver esta problemática, lo que permitirá realizar una correcta selección de variedades de la materia prima para su posterior uso en la elaboración de sidra artesanal, planteando como objetivo del trabajo caracterizar mediante análisis físico-químico manzanas y sidras procedentes de la Quebrada de Humahuaca Jujuy Argentina, cuantificando, además, el contenido polifenólico de ambas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras y tratamiento de manzanas

El muestreo se realizó de manera aleatoria. Se trabajó con un n=17, provenientes de los Departamentos Tumbaya y Humahuaca de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. Cuatro muestras correspondientes al primer departamento (localidad de Volcán), y trece del segundo departamento (localidad de Ocumazo). Las variedades que se registraron se detallan en la Tabla N° 1.

Análisis físico-químicos

Las manzanas se almacenaron en bolsas de polietileno a temperatura de refrigeración (4°C) hasta el momento de su análisis. Posteriormente, se obtuvo el jugo y se procedió a realizar los siguientes análisis físico-químicos: Medición de °Brix indirecto por refractometría (AOAC, 2005) usando un refractómetro Atago HSR-500; pH por potenciometría (PANREAC, 1999) Altronix mod. EZDO-PC; acidez total por volumetría de neutralización (AOAC, 2005) con NaOH 0,1 N y azul de bromotimol como indicador.

Tabla 1. Muestras de manzanas analizadas de la Quebrada de Humahuaca.

Código	Departamento	Variedad
2	Tumbaya	Granny smith
3		Red delicious
4		Red delicious
5		Red delicious
1	Humahuaca	O' Henry
6		Gran delicious
7		Red delicious
8		Amarilla tempranera
9		Gran delicious
10		Melona

11		Verde deliciosa
12		Cara sucia
13		Rojita
14		Amarilla deliciosa
15		Desconocida roja I
16		Desconocida roja II
17		Criolla chata

Polifenoles totales

Se cuantificaron polifenoles totales mediante método de Folin-Ciocalteu (Silveira et al., 2007), se elaboró una curva de calibrado usando como patrón ácido gálico (0 a 10 mg/L). Para las muestras se realizó una dilución de 5 ml de zumo más 95 ml de agua, de la solución anterior se tomaron 2 ml y se agregó 10 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu 1 N (1:10) y 8 ml de Na₂CO₃ 7,5%, se dejó reposar 2 horas en oscuridad y se midió la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (Spectrum SP- 2100 UV-Vis). Los resultados se expresaron como gramos de equivalente de ácido gálico por litro de jugo de manzana (g EAG/L).

Caracterización de manzanas

Con los valores obtenidos de polifenoles totales y acidez total se procedió a la clasificación de los frutos utilizando la Figura 1.

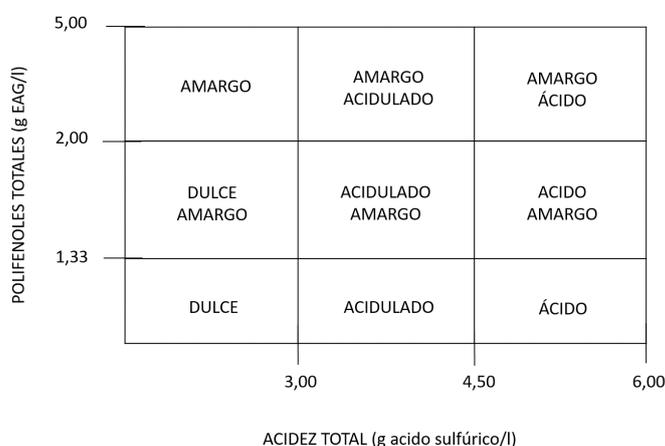


Figura 1. Bloques tecnológicos de manzanas según contenido de polifenoles totales y acidez total, Mangas Alonso (1996)

Muestras y tratamientos de sidras artesanales

Análisis físico-químicos

El muestreo se realizó de forma aleatoria. Se trabajó con un total de n=8 muestras: 5 provenientes de Volcán departamento de Tumbaya (M1, M2, M3, M6 y M7) y tres (M4, M5, M8) de la localidad de Ocumazo, departamento de Humahuaca.

Una vez recolectadas las muestras, se refrigeraron a 5°C hasta el momento de su análisis.

La medición de pH y acidez total se realizó siguiendo la metodología antes mencionada, para acidez volátil y grado alcohólico se siguió la metodología según OSG, 2017 (como se menciona en Camporro-Díaz, 2012) modificado.

Polifenoles totales

Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu modificado (BOE, 2017). Se realizó una curva de calibrado usando como patrón al ácido gálico (0 a 12 mg/L). Para las muestras se tomó 0,2 ml de la sidra, se agregó 0,5 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu 1 N y posteriormente 5 ml de Na₂CO₃ 20%. Se sonicó 5 minutos y se dejó reposar 30 minutos en oscuridad. Transcurrido el tiempo se midió la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (Spectrum SP- 2100 UV-Vis). Los resultados se expresaron como gramos de equivalente de ácido gálico por litro de sidra (g EAG/L).

Tratamientos estadísticos

Se realizó ANOVA calculando las medias y desviaciones estándares para cada parámetro analizado, en manzanas y sidras, utilizando Infostat 2014.

RESULTADOS

Como se puede observar en la Tabla N°2 se destacan valores altos de °Brix en las variedades pertenecientes a Humahuaca: O' Henry, Amarilla tempranera, Melona, Desconocida roja I, Criolla chata. En cuanto a valores de pH, los más altos son los de las variedades Red delicius, Amarilla tempranera, Melona y Desconocida roja II correspondientes también, a Humahuaca. En el parámetro acidez total las variedades que se destacan por sus altos valores son: Granny Smith (Tumbaya), Cara sucia, Rojita y Amarilla deliciosa procedentes de Humahuaca. Con respecto al contenido de polifenoles totales, las que presentan valores más altos son: Amarilla tempranera, Melona y Criolla chata (Humahuaca).

Tabla 2. Parámetros físico-químicos y caracterización de manzanas analizadas.

Departamento	Variedad	°Brix	pH	AT	PT	Caracterización*
Tumbaya	Granny Smith	10,5	2,97	6,05	1,02	Acidulado
	Red Delicius	10	3,72	2,32	1,03	Dulce
	Red Delicius	11	3,70	2,18	1,30	Dulce
	Red Delicius	8	3,59	3,08	0,77	Dulce
Humahuaca	O' Henry	17	3,38	4,83	0,90	Acidulado
	Gran Delicius	10	3,40	6,52	1,27	Acido
	Red Delicius	12	4,71	1,06	0,95	Dulce
	Amarilla tempranera	15	4,86	0,96	0,33	Amargo
	Gran Delicius	9	3,17	5,61	1,01	Acidulado
	Melona	16	4,79	2,12	1,79	Dulce-amargo
	Verde deliciosa	10	3,94	3,31	0,86	Dulce
	Cara sucia	12	3,42	7,53	1,41	Acido-amargo

Rojita	9	3,28	6,28	0,83	Acido
Amarilla deliciosa	12	3,49	6,52	0,98	Acido
Desconocida roja I	14,5	3,74	2,99	0,64	Dulce
Desconocida roja II	12	4,73	0,87	1,18	Dulce
Criolla chata	16	3,95	4,71	2,05	Amargo-acidulado

Nota: AT (Acidez total): g ácido málico/L; PT (Polifenoles totales): g EAG/L

*La caracterización se realizó teniendo en cuenta la figura N°1, para lo cual se consideró la Acidez total expresada en g ác. sulfúrico/L.

Respecto a la caracterización, se lograron cubrir 6 bloques tecnológicos de los 9 que existen: 1) **ÁCIDA:** Gran Delicius, Rojita y Amarilla deliciosa; 2) **ÁCIDA AMARGA:** Cara sucia; 3) **ACIDULADAS:** Granny Smith, O´Henry y Gran Delicius; 4) **ACIDULADA AMARGA:** Criolla Chata; 5) **DULCES:** Red Delicius, Amarilla Tempranera, Verde Deliciosa y Desconocida roja I y II; 6) **DULCES AMARGA:** Melona.

En la Figura N° 2 se observa una comparación de las medias de los parámetros estudiados en manzanas de las dos zonas de estudio (Tumbaya y Humahuaca).

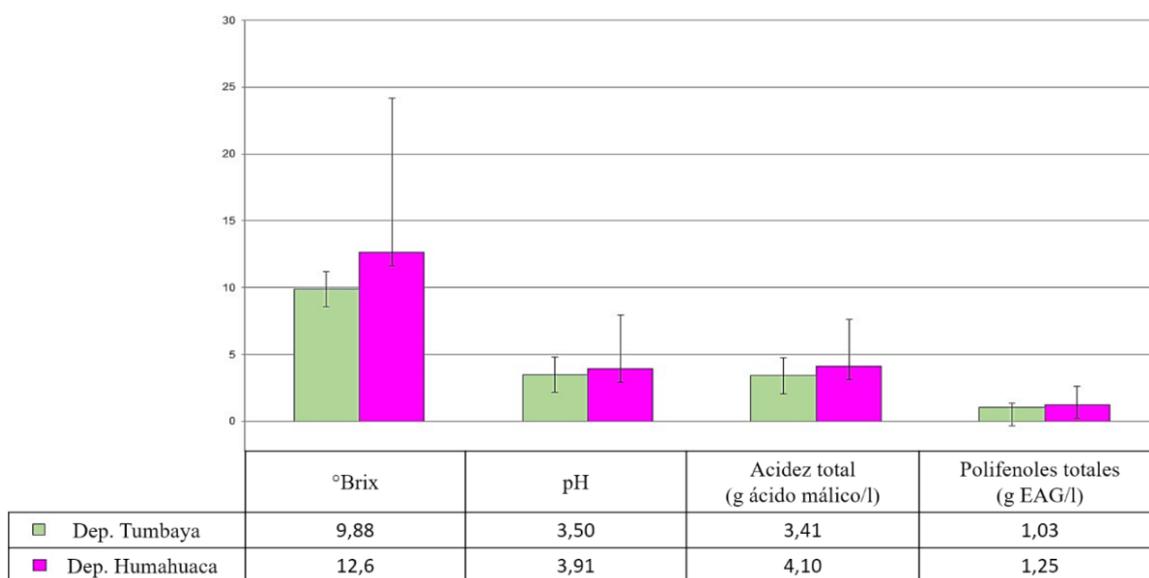


Figura 2. Comparación de parámetros analizados en manzanas de los dos Departamentos estudiados.

Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas entre ambas zonas de estudio, en ninguno de los parámetros analizados ($p \Rightarrow 0,05$).

Análisis físico-químicos de sidras

En la Tabla N° 3 se observan los resultados de las muestras M4, M5 y M8 que fueron elaboradas con manzanas de Humahuaca (Ocumazo), y las restantes con manzanas de Tumbaya (Volcán, Bárcena).

Tabla 3. Parámetros físico-químicos de sidras analizadas

Muestra	Departamento	AV	pH	AT	Grado alcohólico	PT
M1	Tumbaya	0	4,00	2,66	8	0,517
M2		0,078	3,89	2,79	8	0,361
M3		0	4,04	2,19	7	0,519
M6		0,144	3,89	4,31	9,5	1,475
M7		1,476	3,87	4,62	6	0,525
M4	Humahuaca	0,567	4,08	2,81	8,5	1,656
M5		0,624	4,12	2,95	10	1,583
M8		0,060	3,87	4,76	12	0,132

Nota: AV: acidez volátil (g ácido acético/L); AT: acidez total (g ácido málico/L); PT: polifenoles totales (g ác. EAG/L)

En la Figura N° 3 se muestra la comparación, en base a las medias, entre los resultados obtenidos en las sidras elaboradas en Tumbaya y Humahuaca, encontrando que no existen diferencias significativas a excepción de los polifenoles con un $p = < 0,0001$, indicando mayor concentración en las muestras analizadas de Humahuaca.

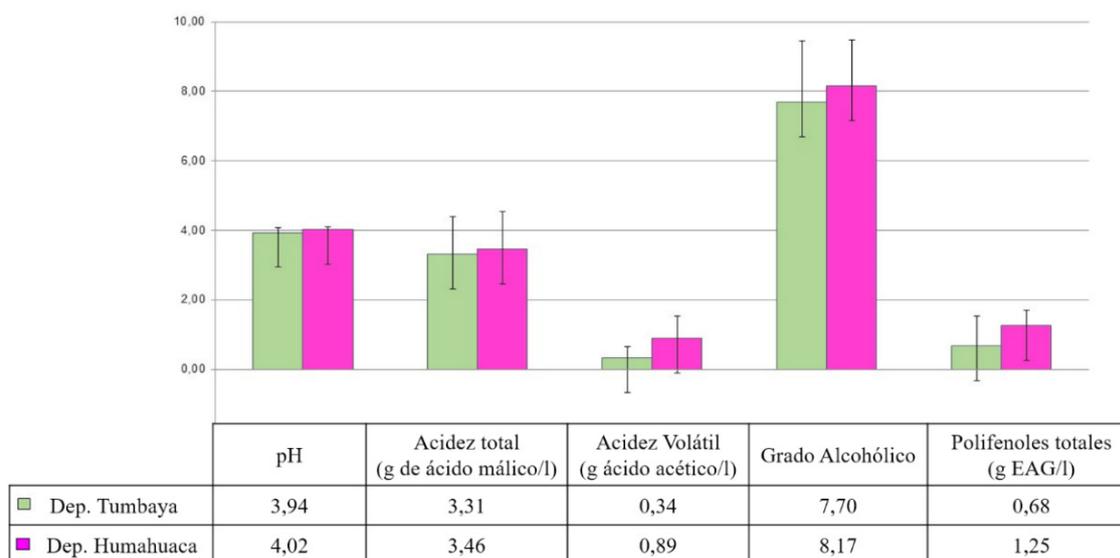


Figura 3. Comparación de parámetros analizados en sidras de los dos Departamentos estudiados.

DISCUSIONES

Manzanas

Los resultados de °Brix se hallaron en un rango de 8 a 17°Brix similares a los encontrados por otros estudios que fueron de 8,80 a 18,4 °Brix (Seipel et al., 2009; Silveira et al., 2007; Girschik et al., 2017; Pando Bedriñana et al., 2019). Los autores mencionan como rango adecuado para producción de sidra entre 12 a 14°Brix (Mangas Alonso et al., 1990); de los resultados obtenidos se puede observar que el 23,5% de las

manzanas analizadas cumplen con esta condición para la obtención de sidras, el 47,0% se encuentra por debajo y el 29,4% restante por arriba de los valores de referencia. Los azúcares son componentes que contribuyen a la calidad nutricional, organoléptica y tecnológica de un producto como la sidra, ya que estos son sustratos metabolizables por microorganismos para la obtención de productos de fermentación (Mera Patiño, 2013)

Los valores de pH se encontraron entre 2,97 a 4,86, estos se asemejan a otros datos consultados que varían en un rango de 3,20 a 4,20 (Seipel et al., 2009; Girschik et al., 2017; Mangas Alonso, 1996; Eisele & Drake, 2004). El pH bajo (levemente ácido) es necesario para favorecer al desarrollo de las levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, que encuentran un rango óptimo para su funcionamiento entre pH 3,5 a 5,5, además de proteger al sustrato contra posibles ataques bacterianos (Mangas Alonso et al., 1990). Del total de muestras analizadas, el 64,70% se encuentra en el pH óptimo y un 35,29% por debajo. Si bien, las levaduras son microorganismos que presentan la ventaja de poder soportar medios levemente más ácidos (Suárez Machin et al., 2016) para la elaboración de sidra se recomienda realizar una mezcla siguiendo los porcentajes recomendados para encontrar un equilibrio entre los componentes de los frutos (Mangas Alonso, 1996).

En cuanto a la acidez total determinada en las manzanas, se encontró un intervalo entre 0,870 a 7,53 g ácido málico/L. Se observaron valores muy bajos en las muestras Desconocida roja II, Amarilla tempranera y Red delicius (Ocumazo-Humahuaca): 0,870; 0,960 y 1,06 g ácido málico/L, respectivamente; estas 3 muestras constituyen una excepción con respecto a las demás. Estas se encuentran cercanas a valores mínimos encontrados: 1,27 (Campeanu et al., 2009) y 2,10 (Girschik et al., 2017) g ácido málico/L. Los 14 restantes concuerdan con valores encontrados por otros autores con un rango de 2,42 a 9,70 g ácido málico/L (Girschik et al., 2017; Pando Bedriñana et al., 2019; Mera Patiño, 2013; Eisele & Drake, 2004). La concentración de ácidos varía con respecto a diferentes factores que pueden ser genéticos, climáticos, culturales y agronómicos. Para el uso de estos frutos, en la elaboración de sidra, se indica un rango adecuado de acidez entre 2 y 6 g de ácido málico/L (Mera Patiño, 2013). En el departamento de Tumbaya se encontró que la variedad Red delicius se encuentra en este rango; en lo que respecta a Humahuaca fueron las variedades: O' Henry, Gran delicius, Melona, Verde deliciosa, Desconocida roja I y Criolla chata. La importancia de la acidez radica en que es fundamental para la caracterización de las manzanas y así poder definir los porcentajes que se usaran para determinar la calidad de la sidra.

Los resultados de polifenoles totales se encontraron en un rango de 0,640 a 2,33 (g EAG/L). Los autores consultados encontraron los siguientes valores: 0,320-0,356 g EAG/L (Heikefelt, 2011); 0,331-0,697 g EAG/L (Lachman et al., 2006) y 0,944-1,01 g EAG/L (Silveira et al, 2007). El primero analizó unidades experimentales de Kristianstad (Suecia) ubicada a 2,41 m.s.n.m, el segundo fruto proveniente de Praga (República Checa) a 399 m.s.n.m, y el último, de São Joaquín (Brasil) a 1.353 m.s.n.m. Se puede observar que las manzanas analizadas de la Quebrada de Humahuaca presentan valores superiores con respecto a los autores consultados. Uno de los motivos podría ser la altitud sobre nivel del mar, donde se cultivaron las unidades experimentales. Las condiciones edafoclimáticas del lugar pueden influir en el contenido polifenólico de los cultivos, ya que estos se originan ante situaciones de estrés y diversos estímulos como lo es la mayor intensidad de exposición solar, deficiencia hídrica, entre otras propias de la zona de cultivo (Quiñones et al., 2012; Palomo et al., 2010). Las zonas muestreadas, a su vez, muestran diferencias entre ellas. En Tumbaya (Volcán) se encuentran valores más bajos con un máximo de 1,30 g EAG/L en la variedad Red delicius (2.084 m.s.n.m), análogamente Humahuaca (Ocumazo) se encontró un máximo de 2,33 g EAG/L en la variedad Amarilla tempranera (2.930 m.s.n.m.), justificando así la diferencia significativa en contenidos de polifenoles ($p < 0,05$). La variación de temperaturas y altitudes pueden justificar estas diferencias, debido a que Volcán presenta una temperatura media de 14,4°C con una precipitación promedio de 468 mm, mientras que Ocumazo presenta una temperatura media de 11,1°C con precipitación promedio anual de 202 mm.

Caracterización de manzanas

Como se puede observar la caracterización de las manzanas realizadas en la Quebrada de Humahuaca, muestran gran variedad lo que posibilita la obtención de sidras con caracteres equilibrados y de buena calidad, pudiendo variar las proporciones según las preferencias de los consumidores.

Sidras artesanales

Análisis fisicoquímicos

Los valores de pH encontrados fueron de 3,87 a 4,12, esto es similar a lo encontrado por otros autores en un rango de 2,91 a 4,17 (Girschik et al., 2017; Betancurt et al., 2008; Picinelli Lobo et al., 2000; Picinelli Lobo et al., 2016; Qin et al., 2018; Suárez Valles, 2006). Estos resultados ayudan a evitar las bacterias lácticas y otros microorganismos (Girschik et al., 2017). Sin embargo, el 100% presenta valores superiores al valor recomendado.

Se encontraron valores de acidez total comprendidos entre 2,19 y 4,76 g ác. málico/L, concordante con lo reportado por diferentes autores consultados que obtuvieron resultados entre 1,90 a 8,00 g ác. málico/L (Girschik et al., 2017; Heikefelt, 2011; Betancurt et al., 2008; Picinelli Lobo et al., 2000; Picinelli Lobo et al., 2016; Qin et al., 2018; Suárez Valles, 2006; Lorenzini et al., 2019; Budak et al., 2015).

Los resultados de acidez volátil se encontraron en un rango de 0 a 0,62 g ác. acético/L, estos son similares a otros estudios consultados que fueron de 0,1 a 2,9 g ác. acético/L (Betancurt et al., 2008; Picinelli Lobo et al., 2000; Suárez Valles, 2006; Lorenzini et al., 2019; Picinelli Lobo et al., 1995). La presencia de este ácido en forma significativa puede provocar la alteración de la sidra tanto de sus características organolépticas, nutricionales y microbiológicas (Picinelli Lobo et al., 1995). La reglamentación vigente en Argentina sobre sidras (Código Alimentario Argentino) hace referencia a un valor máximo de acidez volátil de 2,5 g/L expresada en ácido acético, si superara a este se considera al producto como no apto para consumo. Todas las muestras analizadas, con respecto a este parámetro, muestran ser aptas para consumo.

Los datos encontrados sobre grado alcohólico variaron de 6 a 12%vol., similar a lo que han encontrado otros autores con valores entre 4,0 a 13,0 (Girschik et al., 2017; Heikefelt, 2011; Betancurt et al., 2008; Picinelli Lobo et al., 2000; Picinelli Lobo et al., 2016; Qin et al., 2018; Suárez Valles, 2006; Lorenzini et al., 2019; Budak et al., 2015; Picinelli Lobo et al., 1995; Riekstina Dolge & Kruma, 2017).

El Código Alimentario Argentino (C.A.A) en el capítulo XIII, artículo 1086 reglamenta que el grado alcohólico mínimo será de 4,5%vol para denominarse sidra base, el 100% de las muestras analizadas cumplen con lo exigido por la reglamentación argentina referida a sidra industrial. En cuanto a la legislación española referida a la sidra natural o artesanal la exigencia mínima de grado alcohólico es de 5%vol.

Los resultados de polifenoles totales se encontraron en un rango de 0,132 y 1,656 g EAG/L. Los valores más altos 1,475, 1,583 y 1,656 g EAG/L fueron las pertenecientes a las muestras M6 (Tumbaya), M5 y M4 (Humahuaca) respectivamente, estos valores fueron similares a los máximos encontrados por Budak et al. (2015) con 1,02 y Picinelli Lobo et al. (2009) con 1,18 g EAG/L, sin embargo resultan muy bajos en comparación con el máximo que obtuvo Riekstina Dolge & Kruma (2017) con 3,83 g EAG/L, esto puede estar influenciado principalmente por pérdidas de estos antioxidantes durante el proceso de elaboración de la sidra.

Las cinco muestras restantes (M1, M2, M3, M7 y M8) estuvieron en un rango de 0,132 a 0,525 g EAG/L, similares a los mínimos encontrados por Picinelli Lobo et al. (2009) de 0,447 g EAG/L, Budak (2015) de 0,459 g EAG/L, Heikefelt (2011) en un rango de 0,219 a 0,321 y Riekstina-Dolge & Kruma (2017) con 0,324 g EAG/L.

Como se puede observar a pesar de tener, en ambas zonas de estudio, manzanas con altos valores de polifenoles, en el producto final se observaron valores muy bajos en comparación a otros autores, contrario a los que se esperaba. La principal causa puede estar dada por pérdidas de estos nutrientes durante el proceso tecnológico (Agüero et al., 2017 y Quitral et al., 2014). Estas, deben ser detectadas en las diferentes etapas y aplicar medidas preventivas y correctivas necesarias.

Estos compuestos además de ser interesantes desde el punto de vista nutricional, como se mencionó anteriormente, tienen un papel importante en cuanto a las propiedades sensoriales de la sidra como lo son el color, amargura y astringencia (Gutiérrez et al., 2016). Al mismo tiempo, influyen en la dulzura y la acidez por lo que se destacan en el desarrollo general del flavour (Laaksonen, et al., 2017 y Rocha Gámez, 2020).

En ambas zonas de estudio se encontraron valores similares, sin embargo, el análisis estadístico mostró diferencias significativas, indicando valores más bajos en el Departamento de Tumbaya respecto de los valores del Departamento de Humahuaca.

CONCLUSIONES

Con los análisis físico-químicos realizados a las manzanas de la Quebrada de Humahuaca se logró caracterizar 13 variedades en diferentes bloques tecnológicos, los suficientes para realizar amplias combinaciones de estas para la obtención de sidras.

En el Departamento de Humahuaca se encuentran mayores opciones en cuanto a variedades de manzanas en comparación al Departamento de Tumbaya.

Se encontraron altos valores de polifenoles en los frutos analizados en la Quebrada de Humahuaca en comparación a otros estudios consultados, lo que da valor agregado a los mismos.

Con este aporte se puede afirmar que la elaboración de sidra artesanal es una buena alternativa para el agregado de valor de estos frutos pomáceos. Se recomienda tener control de los parámetros que indican la madurez de las manzanas (°Brix, penetrabilidad, etc.) teniendo en cuenta la variedad.

Los valores obtenidos de polifenoles en sidras resultaron menores a las medias obtenidas en manzanas y con respecto a valores encontrados por otros autores en sidras artesanales. Esto muestra la necesidad de mayor control en la producción de las sidras con el fin de evitar la pérdida de estos antioxidantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Ablin A. 2011. Sidra. Alimentos Argentinos: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Recuperado en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/52/productos/r52_09_Sidra.pdf
- Agüero, M. S., Buglione, M. B., Martínez, D. A., Filippi, M. V., Cayolo, F., & Maldonado, F. 2017. Compuestos polifenólicos en bagazo de pera y manzana. XVI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de alimentos. Argentina. Recuperado en: <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6589>
- AOAC. 2005. Official Method 942.15 Acidity (Titrable) of fruit products. Recuperado en: <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=15499>
- AOAC. 2005. Official Method 932.14 Solids in syrups. Recuperado en: https://www.aoac.org/AOAC_Prod/Imis/AOAC_Docs/OMA/OMA_932.1_Revised_3-16-17.pdf
- Betancurt, P., Gioscia, D., Bentancor, J., & Arcia, P. (2008). Productos a base de jugo de manzana:

- aprovechamiento agroindustrial de un excedente. INNOTEC. Uruguay. Recuperado en: <http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/71>
- BOE (Boletín Oficial del Estado). 2017. Núm. 44. Sec. I. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2017/02/21/pdfs/BOE-A-2017-1749.pdf>
- Bruzzone, I. (2008). Manzana y pera. SAGyP (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca). Argentina. Recuperado de: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/47/cadenas/r47_05_ManzanaPera.pdf
- Budak, N. H., Ozçelik, F., & Güzel-Seydim, Z. B. 2015. Antioxidant activity and phenolic content of apple cider. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 3(6), 356-360. Turkey. Recuperado en: <http://agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/view/265>
- Campeanu, G., Neata, G. & Darjanschi, G. 2009. Chemical Composition of the Fruits of Several Apple Cultivars Growth as Biological Crop. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. Bucharest. Romania. Recuperado en: <https://www.notulaebotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/3465>
- Camporro, A. Díaz, M. B. 2012. Elaboración de sidras con manzanas gallegas de producción ecológica. IV CONGRESO INTERNACIONAL DE AGROECOLOXIA E AGRICULTURA ECOLOXICA: iniciativas agroecológicas innovadoras para a transformación dos espazos rurais. Universida de Vigo. Recuperado en: <https://es.scribd.com/doc/132405896/Libro-IV-Congreso-Agroecologia>
- Cárdenas, J. & Fischer, G. 2013. Clasificación botánica y morfología de manzano, peral, duraznero y ciruelo. Universidad Nacional de Bogotá. Colombia. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/256495323_Clasificacion_botanica_y_morfologia_de_manzano_peral_duraznero_y_ciruelo/link/0c9605231c18fdc273000000/download
- Código Alimentario Argentino. Capítulo XIII. Bebidas fermentadas. Recuperado en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_XIII.pdf
- Eisele, T. A., & Drake, S. R. 2004. The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties. Journal of food composition and analysis, 18(2-3), 213-221. EE.UU Recuperado en: https://scholar.google.com/scholar?cluster=6530872634582111757&hl=es&as_sdt%20=0,5&scioldt=0,5
- Girschik, L., Jones, J. E., Kerslake, F. L., Robertson, M., Damberg, R. G., & Swarts, N. D. 2017. Apple variety and maturity profiling of base ciders using UV spectroscopy. Food chemistry, 228, 323-329. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814617302005>
- Gutiérrez Luque, M.R., Tudela López, E., García Méndez, E.M., Lopez Marcos, L. 2016. El manzano de sidra: producción y transformación. CIFA (Centro de Investigación y Formación Agraria). Cantabria. Recuperado en: http://www.cifacantabria.org/Documentos/7acce9R1896895501folletomanzana_FNBAJA.pdf
- Heikefelt, C. 2011. Chemical and sensory analyses of juice, cider and vinegar produced from different apple cultivars. Swedish University of Agricultural Sciences . Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Sciences. Department of Plant Breeding and Biotechnology. Alnarp. Suecia. Recuperado en: <https://stud.epsilon.slu.se/2481/>
- Hidalgo Filipovich, R., Gómez Ugarte, M., Escalera Cruz, D., Rojas Navi, P., Moya Santos, V., Delgado Flores, P., Hinojosa Castellón, J. 2016. Beneficios de la manzana (Malus domestica) en la salud. Revista de Investigación e Información en Salud. Bolivia. Recuperado de: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/riis/v11n28/v11n28_a9.pdf
- Laaksonen, O., Kuldjärv, R., Paalme, T., Virkki, M., Yang, B. 2017. Impact of apple cultivar, ripening stage,

fermentation type and yeast strain on phenolic composition of apple ciders. *Food chemistry*, 233, 29-37 Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814617306362>

Lachman, J., Šulc, M., Sus, J., Pavlíková, O. 2006. Polyphenol content and antiradical activity in different apple varieties. *Agriculture journals*. Faculty of Agrobiolgy, Food and Natural Resources, Czech University of Agriculture in Prague, Prague, Czech Republic. Recuperado en: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/51349.pdf>

Lorenzini, M., Simonato, B., Slaghenaufi, D., Ugliano, M., & Zapparoli, G. 2019. Assessment of yeasts for apple juice fermentation and production of cider volatile compounds. *LWT*, 99, 224-230. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818308077>

Mangas Alonso, J. J. 1996. Guía práctica de elaboración de la sidra artesana. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria. Asturias, España. Recuperado en: <http://www.serida.org/pdfs/772.pdf>

Mangas Alonso, J.J., Dapena de la Puente, E., Noval Vallina, A., Díaz Campillo, E., Moreno Fernández, E., Blanco Gomis, D., (...) Moran Gutiérrez, W.J. 1990. Estudio bioquímico del proceso de maduración en variedades asturianas de manzano de sidra (campana 1987-88): aplicación a la determinación del momento óptimo de madurez. Principiado de Asturias. Consejería de Medio Rural y Pesca. España. Recuperado en: https://www.researchgate.net/profile/Enrique_Dapena/publication/242196461_ESTUDIO_BIOQUIMICO_DEL_PROCESO_DE_MADURACION_DE_VARIEDADES_ASTURIANAS_DE_MANZANO_DE_SIDRA_CAMPANA_1987-88_APLICACION_A_LA_DETERMINACION_DEL_MOMENTO_OPTIMO_DE_MADUREZ/links/54362b610cf2643ab986a6b3.pdf

Mera Patiño, N.F. 2013. Evaluación de variedades locales de manzana (*malus comunis*) como materia prima en la elaboración de sidra (Obt. Título Ing. En alimentos). Universidad de Azuay. Facultad de ciencia y Tecnología. Escuela de Ingeniería. Cuenca. Ecuador. Recuperado en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3262>

Palomo, I., Yuri, J., Moore-Carrasco, R., Quilodrán, A. Neira, A. 2010. El consumo de manzanas contribuye a prevenir el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. *Revista Chilena de Nutrición*. Recuperado en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v37n3/art13.pdf>

Pando Bedriñana, R., Picinelli Lobo, A. & Suárez Valles, B. 2019. Influence of the method of obtaining freeze-enriched juices and year of harvest on the chemical and sensory characteristics of Asturian ice ciders. *Food chemistry*, 274, 376-383. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618315619>

PANREAC 1999. Métodos oficiales de análisis Productos derivados de uva, aguardientes y sidras. BOE. España. Editado por: PANREAC QUIMICA S.A. 045-16-500-9/99. Recuperado en: <https://www.usc.gal/caa/MetAnalisisStgo1/uva.pdf>

Picinelli Lobo, A., Antón-Díaz, M. J., Alonso, J. J. M., & Valles, B. S. 2016. Characterization of Spanish ciders by means of chemical and olfactometric profiles and chemometrics. *Food chemistry*, 213, 505-513. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616309566>

Picinelli Lobo, A., García, Y. D., Sanchez, J. M., Madrera, R. R., & Suárez Valles, B. 2009. Phenolic and antioxidant composition of cider. *Journal of food composition and analysis*, 22 (7-8), 644-648. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157509001549>

Picinelli Lobo, A., Suárez Valles, B., Mangas Alonso, J.J. 1995. Estudio comparativo de métodos para el análisis de la acidez volátil en sidras. CIATA (Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria).

- Departamento de Sidras y otros Derivados. Asturias. España. Recuperado en: <http://www.serida.org/pdfs/882.pdf>
- Picinelli Lobo, A., Suárez, B., Moreno, J., Rodríguez, R., Caso-García, L., Mangas, J.J. 2000. Chemical Characterization of Asturian Cider. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Asturias. Spain. Recuperado en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf991284d>
- Qin, Z., Petersen, M. A., & Bredie, W. L. 2018. Flavor profiling of apple ciders from the UK and Scandinavian region. *Food research international*, 105, 713-723. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917308578>
- Quiñones, M., Miguel, M. Aleixandre, A. 2012. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*. Madrid, España. Recuperado en: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revisi0n_08.pdf
- Quitral, V., Sepúlveda, M., Schwartz, M., Kern, W. 2014. Antioxidant capacity and content of total polyphenols in apples of different varieties grown in Chile. *Journal of Science and Technology*. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81327871006.pdf>
- Riekstina-Dolge, R., Kruma, K. 2017. Comparison of volatile and phenolic composition of commercial and experimental ciders. *FoodBalt*. Faculty of Food Technology, Latvia University of Agriculture. Jelgava. Latvia. Recuperado en: in: http://lufb.llu.lv/conference/foodbalt/2017/Riekstina_Kruma_FoodBalt2017.pdf
- Rocha Gámez, D. 2020. Propuesta del aprovechamiento de la manzana del marañón para aplicación en producto cosmocéutico de alto valor agregado. :Universidad de los Andes. Recuperado en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/49037>
- Seipel, M. Pirovani, M. E. Güemes, D. R. Gariglio, N. F. Piagentini, A. M. 2009. Características físicoquímicas de los frutos de tres variedades de manzanas cultivadas en la región centro-este de la provincia de Santa Fe. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*. Recuperado en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FAVEAgrarias/article/view/1340>
- Silveira, A. C., Sautter, C., Tonetto de Freitas, S., Galietta, G., Brackmann, A. 2007. Determinación de algunos atributos de calidad de la variedad Fuji y sus mutantes al momento de cosecha. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas, Brasil. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940081026>
- Suárez Machín, C., Garrido Carralero, N. A., Guevara Rodríguez, C.A. 2016. Levadura *saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol: revisión bibliográfica. *ResearchGate*. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/313899904_LEVADURA_SACCHAROMYCES_CEREVISIAE_Y_LA_PRODUCCION_DE_ALCOHOL_Revisi0n_bibliografica_YEAST_SACCHAROMYCES_CEREVISIAE_AND_THE_PRODUCTION_OF_ALCOHOL_A_Review
- Suárez Valles, B. 2006. Calificación analítica y sensorial de sidras amparadas por la DOP" Sidra de Asturias". *Tecnología agroalimentaria: Boletín informativo del SERIDA*, (3), 48-51. Asturias. España. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/28239888_Calificaci0n_analitica_y_sensorial_de_sidras_amparadas_por_la_DOP_Sidra_de_Asturias
- Toranzo, J. 2016. Producción mundial de manzanas y peras. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Argentina. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_produccion-mundial-de-manzanas-y-peras_0.pdf

TRABAJO

FRECUENCIA DE REGISTROS Y PATRONES DE ACTIVIDAD DEL TAPIR (*Tapirus terrestris*) EN SITIOS CON GANADERÍA EXTENSIVA EN LAS YUNGAS AUSTRALES**FREQUENCY OF RECORDS AND ACTIVITY PATTERNS OF THE TAPIR (*Tapirus terrestris*) IN SITES WITH EXTENSIVE LIVESTOCK IN THE SOUTHERN YUNGAS**Malvina Mabel Quintana¹, Natalia Politi^{2*} y Luis Osvaldo Rivera²¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy²Instituto de Ecorregiones Andinas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de Jujuy***Autor para correspondencia:**

natipoliti@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:

Septiembre 2023

Historial:

Recibido: 21/03/2023

Aceptado: 21/05/2023

RESUMEN

Las Yungas Australes representa un área prioritaria para la conservación del tapir de tierras bajas (*Tapirus terrestris*). Sin embargo, la ganadería extensiva, actividad ampliamente difundida en las Yungas Australes, puede tener un efecto sobre el tapir de tierras bajas y otros grandes mamíferos nativos de la región. En este estudio, se evaluó la frecuencia de registro y los patrones de actividad diaria del tapir de tierras bajas en sitios con presencia y ausencia del ganado vacuno de las Yungas Australes de las provincias de Salta y Jujuy, Argentina. Se incluyeron registros fotográficos de 84 cámaras trampa que permanecieron activas 24 h durante 30 días. Treinta y dos cámaras se colocaron en sitios con presencia de ganado y 52 en sitios sin ganado vacuno. La frecuencia de registro del tapir de tierras bajas en los sitios con ganado vacuno fue significativamente menor que en sitios sin ganado ($39,83 \pm 78,13$ tapir / 1.000 días vs. $96,52 \pm 79,94$ tapir / 1.000 días; $t = -3,18$; $p < 0,05$). Se observó que el patrón de actividad diaria del tapir de tierras bajas difirió significativamente entre sitios con y sin presencia de ganado vacuno ($\chi^2 = 0,64$; $p < 0,05$). Los resultados de este trabajo sugieren una disminución de la frecuencia de registro y cambios en los patrones de actividad del tapir de tierras bajas debido a la actividad ganadera. Es imperioso establecer esquemas de manejo adecuado del ganado vacuno para asegurar la conservación del tapir de tierras bajas y otras especies amenazadas de las Yungas Australes.

Palabras clave: ganado vacuno, segregación, cámaras trampa, Yungas**SUMMARY**

The Southern Yungas represents a priority area for the conservation of the lowland tapir (*Tapirus terrestris*). However, extensive livestock farming a widespread activity in the Southern Yungas, can have an effect on the lowland tapir and other large mammals native to the region. In this study,

the recording frequency and daily activity patterns of the lowland tapir were evaluated in sites with the presence and absence of cattle in the Southern Yungas of Salta and Jujuy provinces, Argentina. Photographic records of 84 camera traps that remained active 24 h for 30 days were included. Thirty-two cameras were placed on sites with cattle presence and 52 on sites without cattle. The lowland tapir recording frequency at sites with cattle was significantly lower than at sites without cattle (39.83 ± 78.13 tapir / 1,000 days vs. 96.52 ± 79.94 tapir / 1,000 days; $t = -3.18$, $p < 0.05$). It was observed that the daily activity pattern of the lowland tapir differed significantly between sites with and without the presence of cattle ($\chi^2 = 0.64$; $p < 0.05$). The results of this work suggest a decrease in the recording frequency and changes in the activity patterns of the lowland tapir due to cattle ranching. It is imperative to establish adequate management schemes for cattle to ensure the conservation of the lowland tapir and other threatened species of the Southern Yungas.

Keywords: camera traps, cattle, segregation, Yungas

INTRODUCCIÓN

El tapir de tierras bajas (*Tapirus terrestris*) es el mamífero terrestre más grande de América del Sur (Padilla y Dowler, 1994). Estos herbívoros cumplen un rol importante como dispersores y depredadores de semillas y son clave en la dinámica y en la estructura de los bosques (Taber, Chalukian, Altrichter, Minkowsky y Lizárraga, 2008; Chalukian y otros, 2009). La mayoría de los estudios sobre el uso del hábitat del tapir de tierras bajas, sugieren que la especie selecciona bosques ribereños y que evita zonas abiertas como pastizales y cultivos (Salas, 1996; Medici, 2010). Se ha sugerido también que durante el día el tapir de tierras bajas suele moverse dentro de bosques y en la noche en zonas más abiertas como matorrales o pastizales, ríos y lagunas (Padilla y Dowler, 1994). En general, los patrones de actividad conocidos para el tapir en diferentes regiones señalan que tiene hábitos nocturnos y crepusculares, lo cual podría estar relacionado con la dificultad para disipar el calor corporal que, en general, poseen todos los animales de gran tamaño debido a su pequeña relación superficie/volumen (Tobler, 2008; Medici, 2010). Según esta hipótesis, los tapires evitarían estar activos durante las horas calurosas del día y limitarían sus actividades a las horas más frescas (Padilla y Dowler, 1994; Foerster y Vaughan, 2002).

La distribución del tapir de tierras bajas es muy amplia, abarca todos los países de América del Sur con excepción de Chile y Uruguay. Sólo el 2% de la distribución del tapir de tierras bajas se encuentra en Argentina (Taber et al., 2008). La distribución histórica en Argentina de la especie se estimó en 462.581 km² y actualmente en 237.807 km², con una baja o media probabilidad de supervivencia en el 81% de la superficie (Chalukian y otros, 2009). Al presente se encuentra categorizada como Vulnerable a nivel internacional con tendencias decrecientes en sus poblaciones (Varela et al., 2019). La pérdida y fragmentación de los bosques, la caza ilegal y la competencia con el ganado se han sugerido como las principales amenazas en la disminución de los números poblacionales del tapir de tierras bajas (Chalukian, De Bustos, Di Bitetti, De Angelo y Paviolo, 2014). En las Yungas Australes, la ganadería está caracterizada por el uso no planificado de los bosques mediante la cría de vacunos de manera extensiva (Lorenzatti, 2014). Esta práctica pecuaria puede generar un fuerte impacto en la disponibilidad del recurso forrajero, los ciclos de nutrientes, la erosión de los suelos, la calidad del agua y en los bosques protectores o de ribera (Quiroga y Juliá, 2011; Zamora, 2016). Los herbívoros nativos en respuesta a la ganadería extensiva alteran la selección de hábitat y los patrones de actividad (Chaikina y Ruckstuhl, 2006; Brown, Ruckstuhl, Donelon

y Corbett, 2010). A menudo, la segregación espacial o temporal a pequeña escala es la interacción más detectada entre el ganado y los herbívoros nativos (Stewart, Bowyer, Kie, Cimon y Johnson, 2002). Dicha segregación, generalmente, es un proceso unilateral en el que sólo las especies silvestres ajustan el uso de hábitat o el comportamiento alimentario, mientras que el ganado doméstico permanece indiferente ante las especies silvestres (Loft, Kie y Menke, 1993; Fritz, De Garine-Wichatitsky y Letessier, 1996; Stewart et al., 2002). En muchos casos, los herbívoros nativos en presencia del ganado deben desplazarse hacia áreas de menor calidad forrajera pudiendo repercutir, entre otras cosas, en su condición nutricional (Edwards, 1983; Loft et al., 1993). Adicionalmente, existen otros impactos asociados a la ganadería, como la transmisión de enfermedades infecciosas y parasitarias a los herbívoros nativos (Martin, Pastoret, Brochier, Humblet y Saegerman, 2011; Corti, Saucedo y Herrera, 2013).

Actualmente, existe interés de muchos propietarios en desarrollar actividades sustentables y de conservación y de obtener compensación a través de financiamientos por implementar estas actividades en el marco de la Ley de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos (Ley N° 26.331). En el año 2015 se formuló El Plan Nacional de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada, para incorporar distintas propuestas de manejo silvopastoril en el bosque nativo asegurando un manejo sustentable (Preliasco, Daniele y Páez, 2017; Borrás y otros, 2017). Dado que las políticas ganaderas de los últimos tiempos en Argentina han alentado la producción de ganado vacuno (al 31 de marzo de 2018 se estima un stock de 54.816.050 cabezas; SENASA, 2018), es importante conocer cuál puede ser el impacto de la ganadería extensiva sobre la biodiversidad para poder delinear pautas de manejo silvopastoril sustentable en las Yungas Australes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la frecuencia de registro y el patrón de actividad diaria del tapir de tierras bajas en sitios con y sin ganado vacuno en las Yungas Australes en las provincias de Salta y Jujuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se focalizó en las Yungas Australes en las provincias de Salta y Jujuy (Fig. 1). Este sector presenta una alta diversidad de mamíferos y ha sido propuesta como un área capaz de garantizar a largo plazo la conservación de los grandes y medianos mamíferos de la ecorregión (Brown et al., 2001; Jayat y Ortíz, 2010). En el área de estudio se seleccionaron 125 sitios al azar en un rango latitudinal de 3° (Fig. 1). En cada sitio se colocó una cámara trampa (Bushnell Trophy Cam Aggressor) entre los meses de mayo a octubre (coincidiendo con la estación seca) del año 2016 a lo largo de senderos utilizados por grandes mamíferos. No se colocaron cámaras en los Parques Nacionales. Las cámaras trampa se sujetaron a un árbol a una altura entre 30 y 50 cm del suelo, separadas una de otra por al menos 1 km de distancia (Rivera et al., 2021). La ubicación de cada cámara fue georreferenciada y programadas para operar continuamente durante las 24 horas del día, registrando en cada foto la fecha y hora de captura. Luego de transcurrir 30 días desde su colocación las cámaras trampa fueron retiradas. Las fotos de cada cámara fueron almacenadas en carpetas únicas y analizadas individualmente mediante observación visual para cuantificar el número de registros de tapir de tierras bajas y de ganado vacuno. Las capturas fotográficas que no eran legibles o carecían de la hora impresa fueron descartadas. En el momento de construir la base de datos, se consideraron registros independientes a los registros fotográficos de cada especie espaciados temporalmente por una hora o más desde el último registro (Di Bitetti y otros, 2014). Solo se tomaron en cuenta los registros de individuos adultos de tapir, las crías no fueron consideradas. Se calculó el esfuerzo de muestreo total multiplicando el número de cámaras por el total de días en que permanecieron activas (es decir, 30 días; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012).

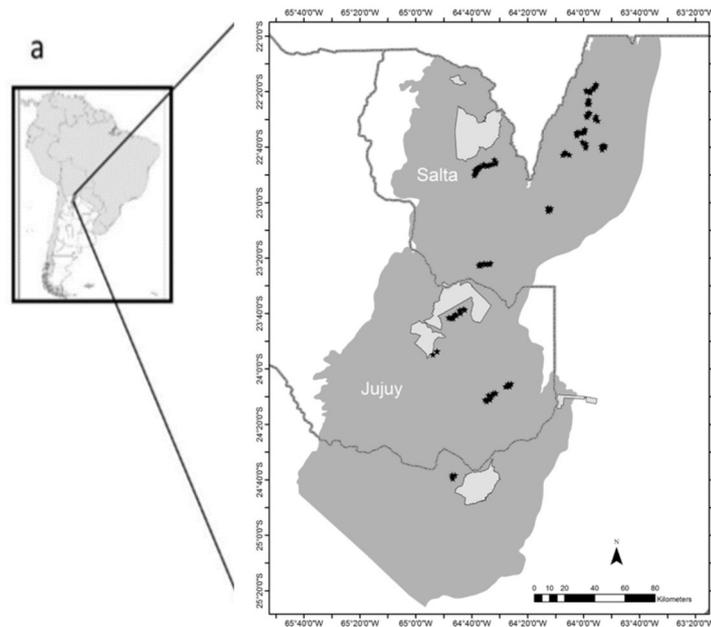


Figura. 1. Ubicación al azar de las 84 cámaras trampa (estrellas). En gris oscuro se muestra el área de estudio y en gris claro los Parques y Reservas Nacionales

Para obtener estimaciones de la frecuencia de registro del tapir de tierras bajas y del ganado vacuno se consideró el número de registros independientes de cada especie sobre el esfuerzo de muestreo total por 1.000 días. Con el fin de evaluar si existían diferencias significativas entre la frecuencia de registro del tapir en sitios con y sin ganado se utilizó la Prueba de Shapiro-Wilks (t), para muestras independientes, debido a que los datos no se encontraban normalmente distribuidos, el nivel de significancia se determinó en $p < 0,05$. Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa InfoStat versión 2010 (Di Rienzo, Balzarini, Casanoves, González, Tablada y Robledo, 2001)

Para estudiar el patrón de actividad diaria del tapir de tierras bajas, se utilizó la información de la hora impresa de cada registro independiente obtenida de las cámaras en sitios con y sin ganado vacuno. Se ordenaron los registros en dos intervalos: diurnos aquellos que fueron capturados entre las 07:00 y 18:59 horas y nocturnos aquellos registros entre las 19:00 a 06:59 horas. Se evaluó si existen diferencias en las frecuencias de registros a lo largo del ciclo diario del tapir en ambos sitios utilizando estadística circular ya que los datos siguen un ciclo continuo (Sánchez, 2007). Se aplicó la prueba de Rayleigh para estimar si los datos obtenidos se distribuyen uniformemente. Para el análisis se utilizó el programa estadístico Oriana versión 4 (versión demo, Kovach Computing Services, 2011). Se realizó la prueba de Chi-Cuadrado de Pearson (X^2) para evaluar si la proporción de los registros en los dos intervalos fueron iguales. El programa estadístico empleado fue InfoStat versión 2.1010 (Di Rienzo y otros, 2001)

RESULTADOS

De las 125 cámaras trampa colocadas, sólo permanecieron activas durante 30 días 84 cámaras (32 cámaras en sitios con presencia de ganado vacuno y 52 en sitios sin ganado vacuno) resultando en un esfuerzo de muestreo de 2.520 días/trampa. La frecuencia total de registro del ganado fue de 174,60 vacas / 1.000 días y de 86,51 tapir / 1.000 días. La frecuencia de registro de tapir en sitios con ganado vacuno fue de $39,83 \pm 78,13$ tapir / 1.000 días y en sitios sin ganado fue de $96,52 \pm 79,94$ tapir / 1.000 días. La frecuencia de registro del tapir de tierras bajas en sitios con ganado fue significativamente menor que la frecuencia de registro en sitios sin ganado ($t = -3,18$; $p = 0,0021$; Fig. 2).

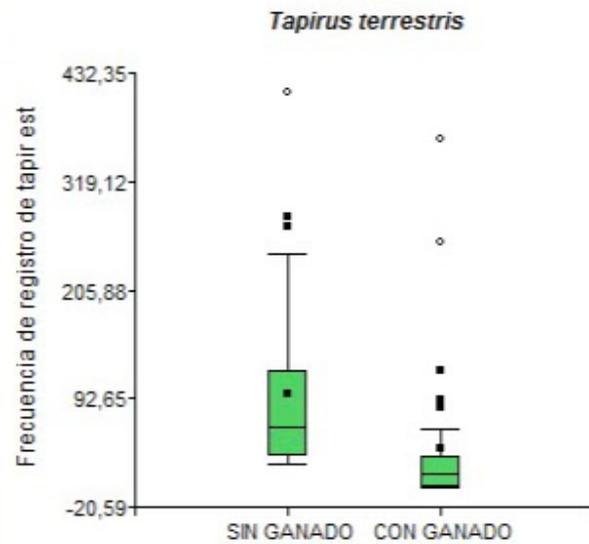


Figura 2. Frecuencia de registros estandarizada de tapir (*Tapirus terrestris*) en sitios con y sin presencia de ganado vacuno.

El 83 % de los registros fotográficos del tapir de tierras bajas ocurrió entre las 19:00 y 06:59 horas y el 82 % de los registros del ganado vacuno entre las 07:00 y 18:59 horas. Se determinó que el patrón de actividad del ciclo diario del tapir de tierras bajas no es uniforme durante el día (Prueba de Rayleigh $z=48,11$ $p<0,01$; Fig. 3; Tabla 1). Se observó significativamente una mayor frecuencia de registros del tapir de tierras bajas según el horario (diurno o nocturno) en sitios sin ganado vacuno que en sitios con ganado vacuno ($\chi^2=0,64$ $p<0,05$; Tabla 2).

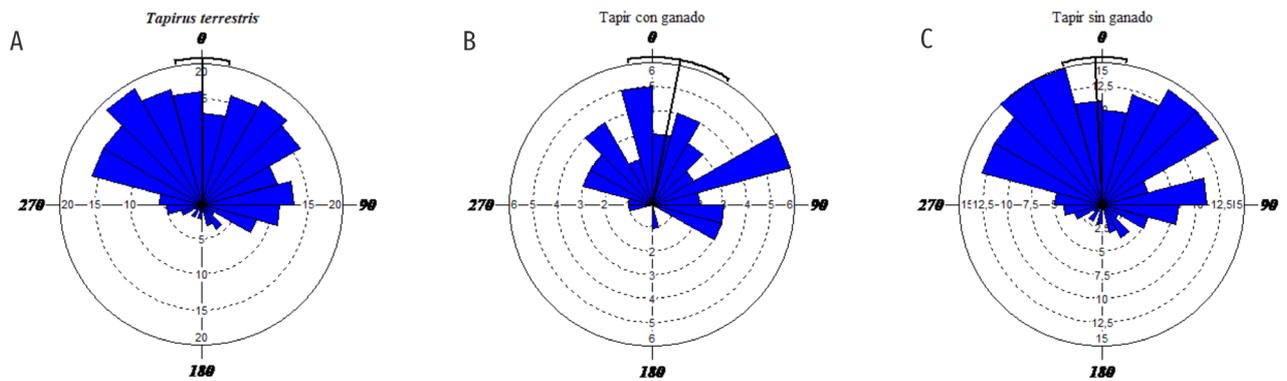


Figura 3. Patrón de actividad diaria de *Tapirus terrestris* considerando (a) total de registros independientes en cámaras trampa, (b) en sitios con y (c) en sitios sin ganado vacuno en las Yungas Australes de las Provincias de Salta y Jujuy. La línea negra indica dirección del vector promedio (μ), es decir, la hora pico de actividad (aproximadamente 00:00 h)

Tabla 1. Parámetros estadísticos del análisis circular del patrón de actividad diaria de *Tapirus* terrestres considerando el total de registros independientes en cámaras trampa, (b) en sitios con (c) y sin ganado vacuno en las Yungas Australes. μ =dirección del vector; promedio r = dispersión de las observaciones; z =patrón de distribución y p =nivel de significancia

Registros	μ	r	I. C 95%	z	p
Total (n=218)	0,32º	0,47	LI 349,55 LS 11,08	48,11	< 1e ⁻¹²
Con ganado (n=46)	10,94º	0,53	LI 350,73 LS 31,15	13,05	< 9 e ⁻⁷
Sin ganado (n=172)	357,01º	0,46	LI 344,48 LS 9,55	35,795	< 1 e ⁻¹²

Tabla 2. Frecuencias de registro de *Tapirus* terrestres según el horario de actividad en sitios con y sin ganado vacuno en las Yungas Australes

	Con ganado	Sin ganado	Total
7:00–18:59 h (diurno)	6	31	37
19:00–6:59 h (nocturno)	40	141	181
Total	46	172	218

DISCUSIÓN

La menor frecuencia de registros del tapir de tierras bajas obtenida en los sitios con ganado vacuno, en comparación con sitios sin ganado, sugiere un efecto negativo de la actividad ganadera sobre el tapir. En otros estudios también se ha documentado que los ungulados nativos evitan al ganado (Edwards, 1983; Loft et al., 1993; Brown y otros, 2010; Martin et al., 2011; Corti et al., 2013). El tapir de tierras bajas puede ser afectado por la competencia de espacio o forrajeo con el ganado vacuno, además, la actividad ganadera se asocia con el uso de perros y, en muchos casos, los puesteros cazan ilegalmente al tapir para alimentar a los perros (Chalukian y otros, 2009). El efecto negativo de la ganadería extensiva sin planificación sobre distintos componentes de la biodiversidad y en la estructura de las Yungas Australes, así como en otras regiones del mundo, ya ha sido sugerido por diversos autores (Loft et al., 1993; Fritz et al., 1996; Stewart et al., 2002; Chalukian y otros, 2009; Quiroga y Juliá, 2011; Lorenzatti, 2014; Zamora, 2016; APN, 2018).

En este trabajo se determinó que la actividad de los tapires de tierras bajas en las Yungas Australes es principalmente nocturna. Los resultados encontrados, concuerdan con los de otros estudios llevados a cabo en bosques tropicales similares, donde se señala también al tapir de tierras bajas como una especie de hábitos nocturnos y crepusculares, probablemente relacionado con la elusión a depredadores o cazadores (Foerster y Vaughan, 2002; Tobler, 2008; Medici, 2010). Sin embargo, en este estudio se encontró que, en sitios sin ganado, los tapires mostraron un patrón de actividad con una mayor frecuencia de registros en horas diurnas que en sitios con ganado, sugiriendo que podría haber un efecto del ganado sobre el patrón de actividad del tapir de tierras bajas. Este resultado coincide con la observación realizada en el Parque Nacional El Rey, donde el tapir de tierras bajas mostró una mayor actividad diurna en áreas donde el ganado vacuno estaba ausente que en áreas donde estaba presente (Chalukian y otros, 2009). Es importante destacar que este trabajo se realizó en la época seca, y la actividad diaria y frecuencia de registro del tapir de tierras bajas podría ser distinta en la estación húmeda, ya que otros autores han

sugerido que el tapir muestra una variación en el patrón de actividad diaria según las estaciones del año (Foerster y Vaughan, 2002; Medici, 2010).

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio sugieren un efecto negativo de la actividad ganadera en las Yungas Australes de las provincias de Jujuy y Salta sobre las poblaciones del tapir de tierras bajas. Es imperioso, por lo tanto, establecer esquemas de manejo adecuado del ganado vacuno en las Yungas Australes considerando una carga ganadera adecuada y evitar la superposición con áreas importantes del tapir de tierras bajas para asegurar su conservación (Taber et al., 2008; Rivera y otros, 2015). Los resultados de este trabajo permiten generar una línea base de datos que ayudará a delinear y monitorear las estrategias y acciones de manejo del ganado vacuno en las Yungas Australes.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agrarias – UNJu, y a Fundación CEBio

BIBLIOGRAFÍA

- APN (2018). Plan De Gestión Del Parque Nacional El Rey. Administración de Parques Nacionales.
- BORRÁS, M., MANGHI, E., MIÑARRO, F., MONACO, M., NAVALL, M., PERI, P., PERIAGO, M., PRELIASCO, P. (2017). Acercando el Manejo de Bosques con Ganadería Integrada al monte chaqueño. Una herramienta para lograr una producción compatible con la conservación del bosque. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Kit de extensión para el Gran Chaco. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires.
- BROWN, A., GRAU, H., MALIZIA, L., GRAU, A. (2001). Argentina. En: Bosques Nublados del Neotrópico (M Kappelle y AD Brown, eds.). Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Costa Rica.
- BROWN, N., RUCKSTUHL, K., DONELON, S., CORBETT, C. (2010). Cambios en la vigilancia, comportamiento de pastoreo y en la distribución especial del Borrego cimarrón debido a la presencia de ganado en el Parque Provincial Sheep River, Alberta. *Agricultura, ecosistemas y medio ambiente*. 135: 226-231.
- CHAIKINA, N., RUCKSTUHL, K. (2006). The effect of cattle grazing on native ungulates: the good, the bad, and the ugly. *Rangelands* 28: 8-14.
- CHALUKIAN, S., DE BUSTOS, S., LIZÁRRAGA, L., VARELA, D., PAVIOLO, A., QUSE, V. (2009). Plan de Acción para la Conservación del Tapir (*Tapirus terrestris*) en Argentina. Buenos Aires. Tapir Specialists Group (UICN), Proyecto de Investigación y Conservación del tapir - NOA, Wildlife Conservation Society, Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Argentina
- CHALUKIAN, S., DE BUSTOS, S., DI BITETTI, M., DE ANGELO, C., PAVIOLO, A. (2012). *Tapirus terrestris* (Linnaeus). En R. Ojeda, V. Chillo, & G. Diaz Isenrath, *Libro Rojo de Mamíferos Amenazados de la Argentina*. pág. 116. Argentina: Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAREM).
- CORTI, P., SAUCEDO, C., HERRERA, P. (2013). Evidence of bovine viral diarrhoea, but absence of Infectious bovine rhinotracheitis and bovine brucellosis in the endangered huemul deer (*Hippocamelus bisulcus*) in Chilean Patagonia. *Journal of Wildlife Diseases* 49: 744-746.
- DI BITETTI, M., PAVIOLO, A., DE ANGELO, C. (2014). Camera trap photographic rates on roads vs. off roads: location does matter. *Mastozoología Neotropical* 21: 37-46.

- DI RIENZO, J., BALZARINI, M., CASANOVES, F., GONZÁLEZ, L., TABLADA, M., ROBLEDO, C. (2001). InfoStat: software estadístico. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba
- EDWARDS, J. (1983). Diet shifts in moose due to predator avoidance. *Oecologia* 60: 185-189.
- FERNANDEZ, D., TRILLO, J. (2014). Transhumancia y territorio en las yungas de Jujuy. III Jornadas Nacionales sobre estudios regionales y mercados de trabajo. Universidad Nacional de Jujuy (Facultad de Cs. Económicas y Unidad de Investigación en Comunicación, Cultura y Sociedad de la Facultad de Humanidades y Cs. Sociales) y Red SIMEL, San Salvador de Jujuy.
- FOERSTER, C., VAUGHAN, C. (2002). Home Range, Habitat Use, and Activity of Baird's Tapir in Costa Rica. *Biotropica* 34: 423-437.
- FRITZ, H., DE GARINE-WICHATITSKY, M., LETESSIER, G. (1996). Habitat use by sympatric wild and domestic herbivores in an African savanna woodland: the influence of cattle spatial behaviour. *Journal of Applied Ecology* 33: 589-598.
- JAYAT, J., ORTIZ, P. (2010). Mamíferos del Pedemonte de Yungas de la Alta Cuenca del Río Bermejo en Argentina: una línea de base de diversidad. *Mastozoología Neotropical*. 17: 69-86.
- KOVACH, W. (2011). Oriana – Circular Statistics for Windows, ver. 4. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K
- LIRA-TORRES, I., BRIONES-SALAS, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 28:566-585. Recuperado de: <https://doi.org/10.21829/azm.2012.283859>
- LOFT, E., KIE, J., MENKE, J. (1993). El pastoreo en Sierra Nevada: patrones del uso del espacio y de las áreas de distribución del ciervo mulo influenciados por el Ganado. *Caza y pesca de California*. 79: 145-166.
- LORENZZATI, S. (2014). Efecto de la ganadería sobre la estructura del bosque y regeneración de especies forestales en las Yungas Argentinas. (Tesis Magister). Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- MARTIN, C., PASTORET, P., BROCHIER, B., HUMBLET, M., SAEGERMAN, C. (2011). A survey of the transmission of infectious diseases/infections between wild and domestic ungulates in Europe. *Veterinary Research* 42: 70.
- MEDICI, E. (2010). Assessing the viability of lowland tapir populations in a fragmented landscape. (Tesis Doctoral). University of Kent, Canterbury, United Kingdom.
- NOVARINO, W., KAMILAH, S., NUGROHO, A., JANRA, M., SILMI, M., SYAFRI, M. (2005). Hábitat use and density of the Malayan Tapir (*Tapirus indicus*) in the Tartak Forest Reserve, Sumatra, Indonesia. *Newsletter UICN/SSC Tapir Specialist Group (TSG)*. 14(2): 28-30.
- PADILLA, M. y DOWLER, R. (1994). *Tapirus terrestris*. *Especies de mamíferos*. 481: 1-8.
- PAVIOLO, A. (2010). Densidad de yaguararé (*Panthera onca*) en la Selva Paranaense: su relación con la disponibilidad de presas, presión de caza y coexistencia con el puma (*Puma concolor*). (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Córdoba.
- PRELIASCO, P., DANIELE, G., PAÉZ, A. (2017) Acercando el Manejo de Bosques con Ganadería Integrada al monte chaqueño: estudios de casos pioneros 1. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Kit de extensión para el Gran Chaco. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires.

- QUIROGA, P. y JULIÁ, J. (2011). Análisis de una cuenca de río subtropical de montaña: pautas para su gestión ecosistémica. En Fernández, H. R. y H. Barber (Eds). *La Cuenca del Río Lules: Una aproximación multidisciplinaria a su complejidad*. EDIUNT, Tucumán. 159-174 pp.
- RIVERA, L., POLITI, N., LIZÁRRAGA, L., CHALUKIAN, S., BUSTOS, S. D., & RUIZ DE LOS LLANOS, E. (2015). Áreas prioritarias de conservación para especies amenazadas de las Yungas Australes de Salta y Jujuy. *CEBio*. Jujuy, Argentina.
- RIVERA, L., MARTINUZZI, S., POLITI, N., BARDAVID, S., BUSTOS, S., CHALUKIAN, S., LIZÁRRAGA, L., RADELOFF, VOLKER, PIDGEON, A. (2021). Los parques nacionales influyen en el uso del hábitat de los tapires de tierras bajas en tierras adyacentes en las Yungas Australes de Argentina. *Oryx* 55 (4): 625-634.
- SALAS, L. (1996). Habitat use by lowland tapirs (*Tapirus terrestris* L.) in the Tabaro River valley, southern Venezuela. *Canadian Journal of Zoology* 74: 1452-1458.
- SÁNCHEZ, J. (2007). Introducción a la estadística no paramétrica y al análisis multivariado. Quality Print. Quito.
- SENASA (2018). El stock ganadero bovino alcanzó los 54,8 millones de animales. Recuperado de <http://www.senasa.gob.ar/senasa-comunica/noticias/el-stock-ganadero-bovino-alcanzo-los-548-millones-de-animales>
- STEWART, K., BOWYER, R., KIE, J., CIMON, N., JOHNSON, B. (2002). Temporospatial distributions of elk, mule deer and cattle: resource partitioning and competitive displacement. *Journal of Mammalogy* 83: 229-244.
- TABER, A., CHALUKIAN, S., ALTRITCHTER, M., MINKOWSKY, K., LIZÁRRAGA, L. (2008). El Destino de los Arquitectos de los Bosques Neotropicales: Evaluación de la Distribución y el Estado de Conservación de los Pecaríes Labiados y los Tapires de Tierras Bajas. Nueva York, USA: Grupo Especialista de la CSE/UICN en Cerdos, Pecaríes e Hipopótamos; Grupo Especialista de la CSE/UICN en Tapires; Wildlife Conservation Society; y Wildlife Trust. New York, EE.UU.
- TOBLER, M. (2008). The ecology of the lowland tapir in Madre de Dios, Perú: Using new technologies to study large rainforest mammals. (Tesis Doctoral). Texas A&M University. USA.
- TOBLER, M., CARRILLO-PERCASTEGUI, S., POWELL, G. (2009). Habitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-eastern Peru. *Journal of Tropical Ecology* 25: 261-270.
- VARELA, D., FLESHER, K., CARTES, J., DE BUSTOS, S., CHALUKIAN, S., AYALA, G., RICHARD-HANSEN, C. (2019). *Tapirus terrestris*. La Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2019: e.T21474A45174127.
- ZAMORA, M. (2016). "ADIÓS A LOS BOSQUES NATIVOS ARGENTINOS" EL IMPACTO FORESTAL NEGATIVO DE LOS DESMONTES. (Trabajo final de grado). Universidad Empresarial Siglo 21. Argentina.

RESCATE Y REVALORIZACIÓN DE LOS SABERES POPULARES ANCESTRALES: UNA EXPERIENCIA DE VINCULACIÓN E INTERCAMBIO CON LAS MUJERES DE “RED PUNA Y QUEBRADA”, JUJUY (ARGENTINA)

RESCUE AND REVALUATION OF ANCESTRAL POPULAR KNOWLEDGE: AN EXPERIENCE OF LINKAGE AND EXCHANGE WITH WOMEN FROM “RED PUNA Y QUEBRADA”, JUJUY (ARGENTINA)

Carina Y. Sandoval^{1,2}, Ricardo M. García³, Raquel A. Romeo^{1,2}, Rafael A. Colqui^{4,5} y Soledad S. Vilte^{4,5}

¹Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA-CONICET). ²Centro de Investigaciones y Estudios en Diversidad Vegetal (Cie.Di.Ve.) FCA-UNJu. ³Cátedra de Asociativismo FCA-UNJu. ⁴Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJU). ⁵Asociación Civil Red Puna y Quebrada. Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

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

RESUMEN

Se exponen los resultados obtenidos a través de una experiencia de intercambio de saberes, desarrollada en el marco del Proyecto de Vinculación e Innovación Tecnológica presentado a la Convocatoria Universidad Cultura y Sociedad (Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación): “Aprovechamiento integral de las plantas aromáticas y medicinales (PAM) – Corazón Verde”. Las actividades fueron construidas a partir de la demanda local por parte de las comunidades que conforman la Asociación Civil Red Puna y Quebrada (Red) en vinculación con la Facultad de Ciencias Agrarias-Unju. Se busca fomentar el dialogo de los saberes ancestrales presentes en las mujeres que conforman la Red, sobre el uso de las PAM para la elaboración de fitopreparados y al mismo tiempo estimular el asociativismo para generar micro-emprendimientos autosustentables. Se realizaron talleres que estuvieron coordinados por el equipo de investigación, organismo vinculante, y las mujeres integrantes de la Red, lo que hizo posible el desarrollo de cada etapa en la elaboración de los productos.

Palabras clave: intercambio de saberes, fitopreparados, asociativismo, Red Puna y Quebrada

Período de Publicación:
Septiembre 2023

Historial:
Recibido: 27/12/2022
Aceptado: 20/03/2023

SUMMARY

The results obtained through an experience of exchange of knowledge, developed within the framework of the Technological Innovation and Linking Project presented to the University Culture and Society Call (Secretariat of University Policies of the Ministry of Education), are presented: “Comprehensive use of aromatic and medicinal plants (PAM) – Green Heart”. The activities were built based on local demand by the communities that make up the Red Puna y Quebrada Civil Association (Red) in cooperation with the Faculty of Agricultural Sciences-UNJu. It seeks to

foster the dialogue of ancestral knowledge present in the women who make up the Red, on the use of PAM for the preparation of phytopreparations and at the same time stimulate associativism to generate self-sustaining micro-entrepreneurship. Workshops were held under the coordination of the research team, binding organism, and the women members of the Red, which made possible the development of each stage in the products processing.

Keywords: associativism, exchange of knowledge, phytopreparations, Red Puna y Quebrada

INTRODUCCIÓN

La Etnobotánica, campo interdisciplinario en el cual se inserta este trabajo, comprende el estudio e interpretación del conocimiento, significación cultural, manejo y usos tradicionales de los elementos de la flora (Barrera, 1979) dentro de sistemas dinámicos (Hanazaki, 2004). Existen una serie de cuestiones específicas de interés de esta disciplina, tales como: qué plantas son reconocidas como recursos, cómo se distribuye el conocimiento etnobotánico en la población, y con qué finalidad los recursos vegetales son utilizados, entre otras (Alcorn, 1995). En particular, esta ciencia integra el conocimiento de la flora de un determinado grupo, con aspectos sociales, históricos, culturales y ecológicos. De esta manera, aquellos grupos humanos con menor desarrollo tecnológico basan su subsistencia en una relación directa con el medio natural, lo que debería expresarse en un profundo conocimiento de él, un racional y óptimo manejo de los recursos naturales y una particular cosmovisión (Aldunate *et al.*, 1981). Es en esta relación donde cobra gran importancia el conocimiento de la diversidad de plantas, entre las que se encuentran las de uso medicinal y a las que se les atribuye múltiples propiedades, ofreciéndoles beneficios tanto físicos como espirituales (Horák, 2015).

Las plantas medicinales han sido primordiales en los sistemas de curación para aliviar diferentes dolencias y/o enfermedades desde tiempos ancestrales (Ahmad *et al.* 2006). El hombre aprendió a conocer las plantas que lo curaban por medio de la experiencia con aciertos y errores; este conocimiento representado por los saberes locales, son definidos como “una gama de conocimientos de carácter empírico transmitidos oralmente que son propios de las formas no industriales de apropiación de la naturaleza”, incluye a lo que Víctor Toledo llama “memoria tradicional” (Toledo, 2005) o “memoria biocultural” (Toledo & Barrera-Bassols, 2008; Toledo *et al.*, 2010).

La diversidad de plantas que posee la Quebrada de Humahuaca es empleada para el consumo propio, venta directa y/o como materia prima para la elaboración de productos derivados artesanales que representan la incorporación de valor agregado como las usadas en el ámbito gastronómico, representando una alternativa que contribuye a mejorar los ingresos familiares.

Las transformaciones socio- económicas, culturales y ambientales acontecidas en los últimos tiempos han llevado consigo la pérdida acelerada de los saberes ancestrales asociada al uso de los recursos vegetales, particularmente en zonas rurales con alta migración, como lo es la parte norte de la provincia de Jujuy (Moritán & Cruz, 2011). Es necesario volver a conectar con la naturaleza, para instaurar procesos de respeto y complementariedad hacia ella y para ello se busca socializar el conocimiento sobre el valor de las plantas medicinales, partiendo de los saberes ancestrales de los pueblos indígenas, los guardianes de la diversidad biocultural (Toledo & Barrera-Bassols, 2008), pasando por los conocimientos científicos, hasta llegar a la complementariedad de los dos, como resultado integrado enfocado en el

Buen Vivir colectivo (“*sumak kawsay*” en Quichua y “*suma qamaña*” en Aymara). El buen vivir se refiere a la relación armónica e integral entre los seres humanos y la naturaleza, que nace de la experiencia de vida colectiva de los pueblos y nacionalidades indígenas. Es un elemento fundamental para pensar una sociedad diferente, una sociedad que rescate los saberes y las tecnologías populares, la forma solidaria de organizarse y de dar respuesta propia (Romero & Córdova, 2012; Acosta, 2015; Betancourt Posada, 2015).

Este trabajo tiene como finalidad comunicar las experiencias y resultados obtenidos en el marco del proyecto de Vinculación e Innovación Tecnológica presentado a la Convocatoria Universidad Cultura y Sociedad (Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación): “Aprovechamiento integral de las plantas aromáticas y medicinales (PAM) – Corazón Verde”. Son objetivos del mismo: Reflexionar sobre la importancia de las plantas medicinales y valorar los conocimientos ancestrales relacionados con ellas, promoviendo el respeto, el cuidado y la conservación; favorecer la transmisión de los saberes ancestrales como patrimonio biocultural de la humanidad; fomentar el diálogo entre el conocimiento científico y los saberes populares ancestrales; empoderar a las mujeres desde el asociativismo para generar micro-emprendimientos autosustentables y sostenibles, haciendo hincapié en la revalorización y recuperación de las prácticas comunitarias ancestrales acerca del conocimiento y uso de las plantas medicinales en las mujeres que integran de la Asociación Civil Red Puna y Quebrada (Red).

MATERIALES Y MÉTODOS

La Red es una organización social conformada por más de 30 Comunidades Aborígenes y Campesinas (agricultores, ganaderos, artesanas, mujeres y jóvenes) de la Puna y Quebrada de Jujuy, forma parte del Movimiento Nacional Campesino e Indígena (MINCI-Somos tierra) y del movimiento campesino internacional La Vía Campesina. Se compone de cinco micro redes, que corresponden a diferentes zonas de Jujuy: Puna Norte (Departamento de Yavi); Puna Centro (abarca los Departamentos de Cochino y Rinconada); Puna Sur (Departamento de Tumbaya); Quebrada (abarca los Departamentos de Tilcara, Tumbaya y Humahuaca) y Puna Oeste (Departamento de Rinconada). Actualmente la Red funciona como una cooperativa de productores que realizan reuniones mensuales para delinear las metas y dirigir los programas del grupo. Los productores que constituyen esta cooperativa trabajan de dos formas: familiar y colectiva o comunal: ambas formas se basan en modos de producción equitativos, cooperativos y sostenibles, que tratan de fomentar una independencia económica viable. Producen y comercializan bienes tradicionales como: quinua, harina de quinua, maíz, variedades de papa anadina, trigo, haba, harina de haba, derivados de la carne de llama (salame, mortadela, lomitos, entre otros), plantas medicinales y miel.

El proyecto Corazón Verde abarcó dos etapas. La primera en donde se aplicaron herramientas metodológicas participativas de investigación-acción-participativa (IAP) (Alberich, 1998; Kenny-Jordan et al., 1999), poniendo énfasis en el estudio y la revalorización de los saberes locales, desde un análisis integrador y holístico. Y la segunda etapa, posterior a la organización de los talleres, que derivó en entrevistas semiestructuradas a todos los integrantes y observación participante durante el desarrollo de las distintas actividades.

En una investigación previa se realizaron caminatas etnobotánicas, observaciones y colección del material vegetal de referencia, con participación en distintas ediciones de ferias que organiza la Red (Feria de la Semilla y Feria de Trueque y Cambalache), donde se accedió a distintos productos de la herbolaria tradicional.

Compartiendo experiencias

Se generó un espacio con un enfoque integral de desarrollo endógeno (Delgado *et al.*, 2010) que apunta a fortalecer el desarrollo del conocimiento y de las prácticas indígenas ancestrales además del diálogo como fundamento para la revalorización de los saberes (BioAndes, 2008), donde cada actor implicado es a la vez donador y receptor de información.

Se realizaron varios encuentros de intercambio de saberes, bajo la denominación “Aunando saberes para la elaboración de productos del cuidado personal a base de plantas medicinales”, enfocados en la elaboración, uso y venta de productos naturales, medicinales y cosméticos. En cada taller se llevó a cabo la elaboración de un producto específico.

RESULTADOS

Los encuentros se realizaron en diferentes instancias durante el año 2021, gracias a la organización de los actores implicados, teniendo como fortaleza la diversidad y diálogo de saberes, para el logro de las metas y objetivos propuestos en el proyecto.



Figura 1. Durante el proceso de los talleres: Mujeres de la Red Puna y Quebrada.

Encuentros realizados:

Encuentro de presentación: Durante esta instancia se dio a conocer el equipo y se compartió la experiencia del Primer Proyecto de: “Corazón Verde”, que fue dirigido principalmente a la comunidad estudiantil universitaria. Desde el primer momento se hizo un trabajo en conjunto, realizando una amplia investigación para definir las formulaciones a incluir en las capacitaciones y temáticas a abordar. Se tuvieron en cuenta aspectos como: Generalidades sobre buenas prácticas de manufactura, tipos de materiales adecuados para el envasado y técnicas caseras recomendadas para su esterilización, formas de rotulado o etiquetado.

Primer Encuentro: Las mujeres llegaron al encuentro buscando dar un valor agregado a sus “yuyos”. Se compartieron historias y experiencias de uso y preparados con “yuyos que curan”, teniendo en cuenta sus formas de recolección, que dependen principalmente, de la disponibilidad del recurso en el lugar según la época del año más adecuada para la colecta. Esto constituye un aspecto de interés para el desarrollo de tareas de conservación y uso sustentable de estos recursos. Los temas tratados fueron: forma de recolección, secado, envasado y conservación de la materia prima. Se consideraron aspectos teóricos sobre: tipos de macerados vegetales (los cuales conocían y eran practicados por las mujeres) y la parte de la planta que usada: raíz, rizoma, tallo, corteza, flor, fruto, semilla o planta entera.

Segundo Encuentro: Taller de elaboración de macerados. Los macerados elaborados en el taller fueron utilizados en los encuentros posteriores. En el Taller se trataron los siguientes temas: Diferencias entre macerado alcohólico, tintura o alcoholado, macerado oleoso, aceite infundido u oleato, macerado acuoso, agua floral o hidrolato y aceites esenciales. Para esta instancia se emplearon plantas frescas recién colectados que las colaboradoras trajeron de su lugar de procedencia (teniendo siempre en cuenta el mejor sitio de recolecta y el momento del día apropiado) y en algunos casos al no disponer del recurso se emplearon algunas plantas medicinales deshidratadas que ofrece la Red o se adquirieron en ferias locales.

Tercer Encuentro: Taller de elaboración de ungüentos ancestrales. Durante esta instancia se compartieron diferentes formas de elaboración de preparaciones de uso externo conocidas como “*baños de vapor*” (decocción de las plantas), “*parches*” (las plantas “*machucadas*” se mezclan con harina común o de quínoa y miel o agua) y “*pomadas*” (éstas son administradas a través de fricciones, empleando una combinación de “*yuyos*” molidos con “*unto*” (grasa de origen animal) que actúan como vehículo para incorporar las propiedades de las plantas). Las mujeres recordaron una forma de elaboración a base de grasa (específicamente del pecho) de la llama, conocida como “*tustuca*”. Los ungüentos fueron elaborados en base de una mezcla de especies vegetales picadas a mano y combinadas, en este caso, con un aceite vehicular de origen vegetal, destinados a dolencias osteomusculares y articulares: para “*el dolor del cuerpo*”; “*chupar golpes*”; “*las falseaduras*”; “*las quebraduras*”; cicatrización de heridas (para “*las quemaduras*”) y expectorantes (para “*el resfrío*”). En el marco de este espacio compartido con las mujeres de la Red, surgieron diferentes recetas de mezclas para cada dolencia que resultaron de los aportes de las historias de cada una de ellas.

Cuarto Encuentro: Taller de elaboración de cremas y champú, empleando macerados de plantas medicinales (oleatos), aceites esenciales y/o tinturas. Esta instancia del taller constituyó una novedad para las mujeres, ya que las mismas desconocían el proceso de elaboración de estos productos de forma artesanal. Para el caso de las cremas fue un proceso un poco más complejo ya que se realiza una mezcla de fase acuosa y otra de fase oleosa (de mantecas vegetales y/o oleatos) teniendo en cuenta las temperaturas de ambas fases. Para el caso del Champú, éste se realizó en su versión líquida utilizando aguas florales, espesantes y tensioactivos naturales, oleatos y aceites esenciales. Se destacó la alternativa de elaboración de champú sólido para futuros encuentros. Para ambos casos se emplearon conservantes naturales a base de Cola de Caballo (*Equisetum giganteum*) y se realizó el control de pH, el cual es fundamental para asegurar la conservación óptima del producto.

Quinto Encuentro: Taller de elaboración de jabones artesanales de aceite a base de “*yuyos que curan*”. Para la elaboración de estos jabones se empleó hidróxido de sodio, agua (mezcla conocida como sosa), aceites y mantecas. El proceso requirió de una formulación previa para cada uno de los ingredientes (cálculos precisos), para asegurar que la mezcla sea la correcta. Se añadió un colorante natural y principios activos naturales (aceites esenciales, una mezcla de PAM y miel que fueron proporcionados por la Red). El proceso de saponificación dura aproximadamente 40 días y se denomina “*curado*”. El resultado final es la obtención del jabón. Durante esta etapa los jabones permanecen en un lugar fresco y oscuro hasta alcanzar el PH adecuado para la piel. Durante la manipulación de la sosa se trabajó con materiales preferentemente de vidrio resistente al calor, plástico y acero inoxidable, teniendo presente las medidas de protección adecuadas (uso de gafas, guantes y mascarilla) para evitar riesgos.

Encuentro de cierre: Durante esta instancia se llevó a cabo la presentación final de los productos cuyas recetas surgieron a partir de construcciones colectivas de las mujeres de la Red. Se hizo entrega de materiales y máquinas (procesadoras y batidoras) para elaboración de fitopreparados medicinales y de una Guía Práctica que fue el resultado del trabajo realizado en conjunto.

Las participantes afianzaron su compromiso y el trabajo en equipo. De los productos realizados en los talleres, los ungüentos y jabones artesanales salieron a la venta en las ferias locales, bajo el nombre: “DE LA TIERRA CRECE” (Yuyos Que Curan – Medicina Ancestral).



Figura 2. Producción generada en los talleres: Aprovechamiento integral de las PAM.



Figura 3. Venta de los productos en ferias locales Expo-feria Agroecológica de la UNJu (San Salvador de Jujuy) y Feria de Cambalache y Trueque (Huaico Zonco – Maimará)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La investigación etnobotánica, la revaloración del patrimonio cultural ancestral de los pueblos indígenas, empoderamiento, capacitación, asociativismo y la constitución de micro-emprendimientos son procesos integrales que contribuyen al fortalecimiento de las identidades locales.

En los espacios de intercambio de saberes generados, también fue posible observar las principales actividades laborales de cada una de las mujeres del grupo, para así organizarse dentro de una nueva actividad que las empodera, al mismo tiempo de fortalecer y establecer las relaciones colaborativas entre las participantes. La continuidad de esta actividad estará delimitada por las posibilidades de las mujeres en participar, de acuerdo a sus compromisos laborales en sus espacios agrícolas y domésticos.

Durante la elaboración de los productos, el proceso de aprovechamiento integral de las PAM, refleja la permanencia de los saberes ancestrales de las mujeres sobre plantas medicinales, donde se destaca su trasmisión de forma oral y en las prácticas compartidas, atendiendo las formas de transmisión cultural vertical y horizontal que aseguran el uso del recurso natural como manifestación de la identidad local.

Además, se generó un espacio de comentarios y sugerencias, donde se planteó la necesidad de involucrar a más jóvenes en el proceso, ya que ellos serán los herederos, transmisores de conocimientos, como primer eslabón para la conservación de la diversidad biológica y cultural. Se espera que esta

actividad despierte considerable interés entre los jóvenes que conforman la Red.

El intercambio de saberes entre la comunidad y el equipo de investigación fue realizado por docentes y estudiantes de las carreras Ingeniería Agronómica y Licenciatura en Ciencias Biológicas que forman parte del Centro de Investigaciones y Estudios en Diversidad Vegetal (CieDiVe) perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy. Este intercambio enriqueció el proceso de manera favorable gracias a un aprendizaje colaborativo a través del diálogo. Cuando el diálogo es exitoso es porque hay una transmisión eficaz y bilateral del conocimiento que se genera para ambas partes, y es aplicable en diferentes ámbitos de la vida cotidiana.

Desde una etnobotánica construida a partir de la demanda local de las comunidades, se contribuyó a recuperar la mirada sobre los recursos vegetales como patrimonio y esencia de la memoria de los saberes ancestrales populares, proyectando lineamientos posibles como procesos transformadores que contribuyan a mejorar la economía familiar de las mujeres de la Red.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a las mujeres y juventudes que participaron en estas instancias de talleres, en especial a Doña Clarita, Sonia y Lucia, a los estudiantes de Ingeniería Agronómica y Licenciatura en Ciencias Biológicas por su colaboración en distintas instancias del proyecto.

A la Secretaría de Política Universitaria (SPU)-Ministerio de Educación de la Nación- por el financiamiento del Proyecto: "Aprovechamiento integral de las plantas aromáticas y medicinales (PAM) – Corazón Verde".

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. (2015). El Buen Vivir como alternativa al desarrollo. *Sociedad*, 52 (2): 299-330.
- Ahmad, I., Aqil, F. & Owais, M. (2006). *Modern phytomedicine: Turning medicinal plants into drug*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Alberich, T. (1998). Introducción a los métodos y técnicas de investigación social y la IAP". *Cuadernos de la Red*, 5:31-41. Madrid: Red CIMS.
- Alcorn, J. (1995). The scope and aims of ethnobotany in a developing world. En: Schultes, RE. & S. Von Reis (eds). *Ethnobotany: Evolution of a discipline*. Portland: Dioscorides Press.
- Aldunate, C., Armesto, J., Castro, V. & Villagrán, C. (1981). Estudio etnobotánico en una comunidad precordillerana de Antofagasta: Toconce. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 38:183-223.
- Barrera, A. (1979). La Etnobotánica. En: Barrera, A. *La etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva*. Xalapa, Veracruz: Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.
- Betancourt Posada, A. (2015). El "Vivir Bien" y la reinención de modos de hacer ciencia: la estrategia conceptual de AGRUCO para impulsar el paradigma de una ciencia pluricultural (2003-2013). *Etnobiología*.13 (1): 26-38. AEM/SOLAE, México.
- BioAndes, (2008). Biodiversidad & Cultura en los Andes. AGRUCO, Cochabamba.
- Hanazaki, N. (2004). Métodos ecológicos na investigação etnobotânica: o uso de medidas de diversidade. En: Anais do 55º Congresso Nacional de Botânica Viçosa 2004. Viçosa, Sociedade Botânica do Brasil.

- Horák, M. (2015). *Etnobotánica y fitoterapia en América*. Brno - República Checa: Facultad de desarrollo regional y estudios internacionales.
- Delgado, F., Rist, E. & Escobar, C. (2010). *El desarrollo endógeno sustentable como interfaz para implementar el Vivir Bien en la gestión pública boliviana*. AGRUCO: La Paz. Kenny-Jordan, CB., Herz C., Añazco, M. & Andrade, M. (1999). *Construyendo Cambios: Desarrollo Forestal Comunitario en los Andes*. Rome: FAO.
- Moritán, M. & Cruz, MB. (2011). *Comunidades originarias y grupos étnicos de la provincia de Jujuy*. Fundación ProYungas. Secretaría de Derechos Humanos de la Provincia de Jujuy.
- Romero, AA. & Córdova, JP. (2012). *Interculturalidad crítica y buen vivir desde una perspectiva latinoamericana*. En: Romero, AA. & LD. Vázquez (eds). *Patrimonio biocultural, saberes y derechos de los Pueblos originarios*. México: CLACSO. Toledo, VM. (2005). *La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales*. *LEISA Revista de Agroecología*, 20(4):16-19.
- Toledo, VM. & Barrera-Bassols, N. (2008). *La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: ICARIA.
- Toledo, VM., Boege, E. & Barrera -Bassols, N. (2010). *The biocultural heritage of México: an overview*. *Landscape*. 6: 6-10.